

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Faculdade de Arquitetura  
Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura

# **AVALIAÇÃO DO CONFORTO E DA ENERGIA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE PORTO ALEGRE**

**LUCIANE STÜRMER KINSEL**

Heitor da Costa Silva, Arq. Ph.D.  
Orientador

Porto Alegre, setembro de 2009

**LUCIANE STÜRMER KINSEL**

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO E DA ENERGIA EM  
EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE PORTO ALEGRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos de avaliação para obtenção do título de Mestre em Arquitetura.

**Orientador**

**Heitor da Costa Silva, Arq. Ph.D.**

PORTO ALEGRE

2009

## TERMO DE APROVAÇÃO

LUCIANE STÜRMER KINSEL

### AVALIAÇÃO DO CONFORTO E DA ENERGIA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS DE PORTO ALEGRE

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no curso de Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela seguinte banca examinadora:

ORIENTADOR: HEITOR DA COSTA SILVA, ARQ. Ph.D.  
Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CLÁUDIA PIANTÁ COSTA CABRAL, ARQ. DRA.  
Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

SÍLVIA REGINA MOREL CORRÊA, ARQ. DRA.  
Departamento de Arquitetura  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

PAULO OTTO BEYER, ENG. DR.  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre, 2 de dezembro de 2009

Ao Eduardo S. Flach, pelo apoio constante  
e incondicional na realização desta etapa.

Aos profissionais que valorizam a identidade  
formal e a consciência ambiental nas edificações.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Heitor da Costa Silva, Arq. Ph.D., pela paciência e constante dedicação e por ter contribuído para meu crescimento científico e intelectual.

Ao Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura (PROPAR), seus funcionários, colegas e professores, em especial ao professor Edson da Cunha Mahfuz pelo aprendizado no estágio docente, e a secretária Rosita Borges.

À equipe do Laboratório de Conforto Ambiental (LabCon), em especial às bolsistas Germana Konrath e Fernanda Antonio, por terem contribuído com suas pesquisas de iniciação científica fundamentada no mesmo tema.

Ao meu amado Eduardo que sempre dividiu comigo meus dramas e vitórias. A família Flach e Kinsel, por terem me ensinado a persistir em busca dos meus sonhos.

A todos meus amigos, em especial o Adriano Pilger, a Alessandra Szekut, a Alice Ciriaco, o André Lacchini, o Leonardo Fitz, a Lilian Souza, a Silvia Corrêa, a Silvia Tavares, o Rodrigo Kemmerich e o Rômulo Giralt pela troca de conhecimento nas idéias discutidas e pelo constante incentivo a seguir em frente.

Ao Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

## RESUMO

KINSEL, Luciane S. **Avaliação do conforto e da energia em edifícios residenciais de Porto Alegre.** Dissertação de Mestrado em Arquitetura – Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura (PROPAR) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2009.

A presente dissertação propõe um método de avaliação do desempenho térmico e energético para edifícios residenciais na cidade de Porto Alegre/RS. Através de simulações computacionais são medidos o número de horas com temperatura de conforto e o consumo energético para dois ambientes residenciais, dormitórios e salas. O objetivo da pesquisa é analisar criticamente as condições de conforto dos usuários no ambiente construído e os recursos energéticos alocados para atingir esse conforto. Para tanto, a revisão bibliográfica embasou-se nos fundamentos do clima, do conforto térmico, das estratégias bioclimáticas de projeto, do consumo de energia e da legislação sobre edificações vigente nas décadas de 70, 80 e 90. A metodologia se desenvolveu a partir de análises paramétricas relacionadas à abertura da edificação: tamanho, orientação solar, sombreamento e ventilação. A dissertação propõe uma ficha de avaliação do desempenho térmico e energético dos edifícios residenciais que serve como um guia de classificação do conforto e da energia. Os resultados mostram as discrepâncias e semelhanças entre os parâmetros da variável abertura no desempenho térmico-energético dos compartimentos, e na eficiência energética das diferentes edificações. Apresenta-se, portanto, uma visão preliminar da influência que o desenho do edifício tem sobre o condicionamento térmico e energético da habitação na região climática de Porto Alegre.

Palavras-chave: arquitetura, conforto, energia, habitação, simulação computacional.

## ABSTRACT

KINSEL, Luciane S. **Comfort and Energy Assessment in Residential Buildings in Porto Alegre**. Masters degree thesis in Architecture - Program of Research and Postgraduation in Architecture (PROPAR) - Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2009.

The present thesis proposes an assessment method for the thermal and energetic performance of residential buildings in the city of Porto Alegre/RS. The amount of comfort hours and energy consumption in two residential environments, bedrooms and living rooms, are measured through computer simulations. The aim of this research is to critically analyze user comfort conditions in the environment and the energetic resources employed in attaining this level of comfort. Therefore, the literature review was based on the fundamentals of climate, thermal comfort, project bioclimatic strategies, energy consumption and building legislation of the 70', 80' and 90'. The methodology was developed based on parametric analyzes related to the opening of the building: size, solar orientation, shadowing and ventilation. The thesis proposes an assessment form for the thermal and energetic performance of residential buildings, which serves as a classificatory guide of comfort and energy. The results demonstrate the discrepancies and similarities between the parameters of the variable opening in the thermo-energetic performance of the compartments and on the energetic efficiency of the different buildings. A preliminary overview, therefore, is presented on the influence of the building design over the thermal and energetic conditioning of the residence in the climatic region of Porto Alegre.

Keywords: architecture, comfort, energy, housing, computer simulation.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

Figura 1.1 – Carta psicrométrica .....	7
Figura 1.2 – Exemplos de arquitetura em cada clima .....	9
Figura 1.3 – Zoneamento bioclimático brasileiro .....	11
Figura 1.4 – Cidade de Porto Alegre, RS, Brasil .....	12
Figura 1.5 – Dados climáticos de Porto Alegre, 1961-1990 .....	15
Figura 1.6 – Carta psicrométrica com os dados de Porto Alegre .....	16
Figura 1.7 – Carta bioclimática de Olgyay .....	17
Figura 1.8 – Carta bioclimática de Givoni .....	18
Figura 1.9 – Temperatura neutra .....	19
Figura 1.10 – Cartas psicrométrica .....	22
Figura 1.11 – Carta bioclimática adaptada e estratégias de condicionamento térmico .....	23
Figura 1.12 – Carta bioclimática com as normais climatológicas de Porto Alegre .....	26
Figura 1.13 – Efeito da pressão do vento .....	28
Figura 1.14 – Efeito chaminé .....	29
Figura 1.15 – Ventilação cruzada .....	30
Figura 1.16 – Diagrama do desenho da janela .....	31
Figura 1.17 – Exemplos de sistemas de controle solar .....	32

### CAPÍTULO 2

Figura 2.1 – Relação da temperatura com a energia nas 24 horas .....	35
Figura 2.2 – Consumo final de energia elétrica, Brasil 1970 a 2006 .....	37
Figura 2.3 – Consumo final no setor residencial .....	38
Figura 2.4 – Consumo de energia faturado por classe em Porto Alegre .....	39
Figura 2.5 – Consumo de energia no setor residencial em Porto Alegre .....	40
Figura 2.6 – Exemplo de habitações primitivas .....	42
Figura 2.7 – Mapa de Porto Alegre com a localização dos edifícios em estudo .....	45
Figura 2.8 – Dados dos edifícios analisados .....	46
Figura 2.9 – Áreas por setores dos apartamentos de dois dormitórios .....	47
Figura 2.10 – Áreas por setores dos apartamentos de três dormitórios .....	48
Figura 2.11 – Áreas das aberturas dos apartamentos .....	49

### CAPÍTULO 3

Figura 3.1 – Ficha de avaliação .....	53
Figura 3.2 – Vantagens e desvantagens do Ecotect .....	56
Figura 3.3 – Propriedade termofísicas dos materiais usados na envoltória .....	57
Figura 3.4 – Tamanho das aberturas .....	60



Figura 3.5 – Quadrantes para definição da orientação da abertura .....	61
Figura 3.6 – Sombreamento horizontal .....	63
Figura 3.7 – Sombreamento vertical .....	64
Figura 3.8 – Sombreamento frontal .....	64
Figura 3.9 – Planta baixa com variações de aberturas .....	66
Figura 3.10 – Resultados das horas com temperatura de conforto .....	68
Figura 3.11 – Resultados das temperaturas .....	68
Figura 3.12 – Temperaturas nas 24 horas do dia .....	69
Figura 3.13 – Resultados do consumo energético .....	70
Figura 3.14 – Nota dos compartimentos para HTC .....	73
Figura 3.15 – Nota da edificação para CE .....	74
Figura 3.16 – Planta do pavimento-tipo e vista do edifício em análise .....	76
Figura 3.17 – Relação do tamanho da parede com o tamanho da abertura .....	77
Figura 3.18 – Ficha de avaliação do Edifício Guadalupe .....	78
Figura 3.19 – Resultados das temperaturas no verão .....	79
Figura 3.20 – Resultados das temperaturas no inverno .....	81

#### CAPÍTULO 4

Figura 4.1 – Resultados das temperaturas no verão – Edifício San Antônio .....	86
Figura 4.2 – Resultados das temperaturas no inverno – Edifício San Antônio .....	87
Figura 4.3 – Resultados das temperaturas no verão – Edifício Monte Arabelo .....	89
Figura 4.4 – Resultados das temperaturas no inverno – Edifício Monte Arabelo .....	90
Figura 4.5 – Resultados das temperaturas no verão – Edifício Vila Real .....	92
Figura 4.6 – Resultados das temperaturas no inverno – Edifício Vila Real .....	93
Figura 4.7 – Resultados das temperaturas no verão – Edifício Trevo .....	95
Figura 4.8 – Resultados das temperaturas no inverno – Edifício Trevo .....	96
Figura 4.9 – Resultados das temperaturas no verão – Edifício L´Adresse .....	98
Figura 4.10 – Resultados das temperaturas no inverno – Edifício L´Adresse .....	99
Figura 4.11 – Resultados das temperaturas no verão – Edifício Conde de Aviantes .....	101
Figura 4.12 – Resultados das temperaturas no inverno – Edifício Conde de Aviantes .....	102
Figura 4.13 – Comportamento das temperaturas: tamanho da abertura .....	105
Figura 4.14 – Comportamento das temperaturas: orientação solar da abertura .....	107
Figura 4.15 – Comportamento das temperaturas: sombreamento da abertura .....	108
Figura 4.16 – Comportamento das temperaturas: ventilação da abertura .....	110
Figura 4.17 – Classificação dos edifícios em estudo .....	111
Figura 4.18 – Planta do pavimento-tipo e vista do Edifício Monte Arabela .....	112
Figura 4.19 – Vistas do Edifício Conde de Aviantes .....	113

## LISTA DE GLOSSÁRIO SIGLAS

ACH – Air Changes per Hour

CEEE – Companhia Estadual de Energia Elétrica

TRY – Test Reference Year

WEA – Weather Data File

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

PDDU – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano

PDDUA – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental

Algumas siglas foram elaboradas no desenvolvimento da dissertação para redução de um intitulado maior, conforme mostra lista abaixo:

CE – Consumo Energético

CE<sub>AP</sub> – Consumo Energético do Apartamento

CE<sub>D</sub> – Consumo Energético do Dormitório

CE<sub>S</sub> – Consumo Energético da Sala

CE<sub>EDIF</sub> – Consumo Energético do Edifício

F<sub>CD</sub> – Fator de Classificação dos Apartamentos

HTC – Horas com Temperatura de Conforto

IC<sub>fEDIF</sub> – Índice de Classificação da Eficiência Energética do Edifício

n<sub>D</sub> – Número de Apartamentos

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	1
CAPÍTULO 1: ESTUDOS BIOCLIMÁTICOS	
1.1 Clima .....	7
1.2 Conforto térmico .....	17
1.3 Estratégias de projeto .....	23
CAPÍTULO 2: ENERGIA E HABITAÇÃO	
2.1 Consumo energético .....	34
2.2 Edifícios residenciais .....	42
CAPÍTULO 3: METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	
3.1 Conceitos e definições .....	52
3.2 Exemplo aplicado .....	75
CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1 Resultados da avaliação .....	85
4.2 Discussão dos resultados da avaliação .....	103
CONCLUSÃO .....	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	121
APÊNDICE A – HORAS DE CONFORTO .....	128
APÊNDICE B – CONSUMO ENERGÉTICO .....	177
APÊNDICE C – FICHAS DE AVALIAÇÃO .....	184
APÊNDICE D – CARTELA DE REFERÊNCIA DA FICHA DE AVALIAÇÃO .....	192



O estudo acerca do conforto e da conservação de energia na arquitetura tem sido tema de diversos trabalhos nos âmbitos nacional e internacional. Os pioneiros nessa área foram os irmãos Victor e Aladar Olygay (1957)<sup>1</sup> que, na década de 50, desenvolveram um diagrama bioclimático que combina dados de clima, condições de conforto e estratégias bioclimáticas de projeto. Essa carta bioclimática é, talvez, a ferramenta que melhor ilustra a relação do conforto humano com o ambiente construído.

O desenvolvimento de sistemas mecânicos está vinculado por muitos como uma liberação do arquiteto das limitações do clima. Ao mesmo tempo o uso do vidro nas edificações, a partir de um padrão globalizado, começa a ser empreendido em climas tropicais e temperado. Diante do desenvolvimento contemporâneo das cidades faz-se necessário pensar os aspectos climáticos objetivando a habitabilidade das edificações.

Nas etapas iniciais de concepção e planejamento de um edifício são estabelecidas relações entre a forma da edificação e a condição do acesso da iluminação e da ventilação no interior dos ambientes. O arquiteto, nas etapas de concepção do projeto, deve examinar as estratégias bioclimáticas e o planejamento da construção considerando o local, as características funcionais da edificação, os recursos para conservação de energia e a qualidade das soluções espaciais (CORBELLA et al, 2003)<sup>2</sup>.

A simulação do desempenho térmico e energético, por meio de *softwares* especializados, é uma tecnologia para dar suporte às tomadas de decisões dos profissionais que buscam a economia de energia nos edifícios. É importante notar que o uso das ferramentas computacionais viabiliza estudos que apresentam resultados numéricos e permitem avaliar o clima interno da edificação. Para realizar estudos dessa natureza é necessário estabelecer parâmetros de avaliação.

Para Jorge (1995)<sup>3</sup>, a abertura é o recorte temático, aparentemente singelo, que assume a proporção do todo edificado até o objeto arquitetônico como forma, função e composição. Nos edifícios residenciais a abertura é o elemento construtivo que influencia

---

<sup>1</sup> OLYGAY, Aladar; OLYGAY, Victor. **Solar Control and Shading Devices**. New Jersey: Princeton University Press, 1957.

<sup>2</sup> CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

<sup>3</sup> JORGE, Luís A. **O desenho da janela**. São Paulo: Annablume, 1995.

no conforto dos ocupantes porque promove o aquecimento e o resfriamento no interior dos ambientes. Nesse sentido, a reflexão a respeito do tamanho da abertura demonstra que esse parâmetro de análise relaciona o conforto com a arquitetura.

- OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é analisar criticamente as condições de conforto dos usuários e os recursos energéticos alocados para atingir o conforto nos edifícios residenciais, através da elaboração de um instrumento de avaliação do desempenho térmico e energético, no âmbito da região climática de Porto Alegre.

Decorrem desse objetivo estudos acerca:

- o do clima;
- o do conforto;
- o das estratégias bioclimáticas de projeto;
- o do consumo energético;
- o da influência da variável abertura no condicionamento térmico e energético no interior do edifício e;
- o da relação do aspecto conforto térmico com os Planos Diretores e Códigos de Edificações de Porto Alegre.

- JUSTIFICATIVA

Poucos são os estudos paramétricos que vinculam a qualidade do espaço arquitetônico com estratégias de projeto para o conforto que promovam condições favoráveis dos recursos energéticos destinados às questões de habitabilidade das edificações (YANNAS, 1994)<sup>4</sup>. Torna-se possível, então, contribuir com a utilização de análises paramétricas, que comparam o desenho do edifício com o desempenho térmico e energético das edificações residenciais, especialmente para as condições climáticas de Porto Alegre.

---

<sup>4</sup> YANNAS, Simos. **Solar energy and housing design, Volume 1: Principles, Objectives, Guidelines**. Architectural Association, School of Architecture. Environment and Energy Programme. London, UK, 1994.

Em uma época de necessária conservação de energia, o conforto térmico deve ser contemplado no projeto de arquitetura considerando-se os benefícios da energia térmica no inverno e a exclusão de calor excessivo no verão. A abertura é um elemento da edificação que influencia no conforto do ambiente, visto que, através da abertura ocorre a maior troca de calor entre o interior e o exterior dos ambientes (SILVA, 1996)<sup>5</sup>. Neste contexto os parâmetros do tamanho, da orientação solar, do sombreamento e da ventilação da abertura permitem uma visão preliminar da influência da variável abertura no condicionamento térmico e energético da envoltória edificada.

- METODOLOGIA

O presente estudo avalia uma amostra dos edifícios residenciais em Porto Alegre para medir o desempenho térmico e energético através de dois indicadores. O primeiro indicador utilizado é o número de horas de conforto, com base em temperaturas aceitáveis para o conforto do ocupante. O segundo indicador é o consumo de energia elétrica gasto com aparelho de ar condicionado, obtido em watt-hora. Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se de análises paramétricas. Os parâmetros estudados estão relacionados à abertura da edificação, quais sejam: tamanho, orientação solar, sombreamento e ventilação. A partir da combinação desses parâmetros, são calculados o número de horas de conforto e o consumo energético para dois ambientes residenciais, dormitórios e salas. O estudo propõe uma ficha de avaliação do desempenho térmico e energético dos edifícios residenciais, que serve como um guia de classificação do conforto e da energia.

O procedimento metodológico aplicado ao estudo do desempenho térmico e energético dos edifícios residenciais é:

- o estudo de fundamentos do clima, do conforto térmico e das estratégias bioclimáticas de projeto;
- o estudo do consumo energético das edificações;
- o escolha dos edifícios residenciais como estudo de caso;

---

<sup>5</sup> SILVA, Heitor C. **Window Design for thermal comfort in domestic buildings in southern Brazil**. Tese de doutorado, Architectural Association, School of Architecture, Environment and Energy Programme. London UK, 1996.

- o definição dos critérios de conforto e energia;
- o elaboração de um instrumento de avaliação e;
- o verificação dos parâmetros que envolvem a abertura na envoltória edificada através do desempenho térmico-energético.

- ESTRUTURA DO TRABALHO

A dissertação tem seu conteúdo organizado em quatro capítulos, os quais estão estruturados da seguinte maneira:

**CAPÍTULO 1: ESTUDOS BIOCLIMÁTICOS.** É feita uma revisão da literatura no que se refere ao contexto da investigação: clima, conforto e estratégias bioclimáticas de projeto. São estabelecidas as principais variáveis do clima, fundamentadas na carta psicrométrica, para avaliar as condições de conforto térmico. Dessa forma, são descritos os conceitos que servem de base para entender as condições adversas do frio e do calor, necessárias para que sejam alcançados os objetivos da pesquisa.

**CAPÍTULO 2: ENERGIA E HABITAÇÃO.** Apresenta o contexto no que se refere ao consumo de energia e aos edifícios residenciais na região climática de Porto Alegre. É demonstrada a relação das horas de conforto com o consumo energético gasto para manter os ambientes com temperaturas aceitáveis para o ocupante.

**CAPÍTULO 3: METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.** Contém a metodologia para avaliar o conforto e a energia dos edifícios residenciais em Porto Alegre. Dessa maneira, é apresentada a ficha de avaliação que serve como um guia e permite ao examinador identificar a combinação das variáveis quantitativas e qualitativas para classificar o desempenho das edificações. Assim, é possível uma visão preliminar da influência da variável abertura no condicionamento térmico e energético da envoltória edificada.

**CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO.** São descritos os resultados obtidos na avaliação e a discussão acerca dos mesmos. Nesse capítulo os resultados são analisados e comparados para demonstrar as horas de conforto e o consumo energético. É apresentada também a discussão desses resultados, onde é abordada a influência da variável abertura no desempenho térmico-energético dos compartimentos e na eficiência energética de diferentes edificações.



## 1. ESTUDOS BIOCLIMÁTICOS

---

Esse capítulo apresenta o contexto da investigação. Clima, conforto e estratégias de projeto são fundamentados na carta psicrométrica. Essa parte do estudo estabelece como principais características, entre as variáveis do clima, a temperatura e a umidade que são abordadas para avaliar as condições de conforto térmico, com o objetivo de estabelecer uma faixa de conforto baseada em temperaturas aceitáveis. Diferentes estratégias de aquecimento e resfriamento para o conforto dos usuários e redução de energia são apontadas para a avaliação de edifícios residenciais.

A carta psicrométrica pode ser utilizada como instrumento na avaliação do clima de um local, que considera as questões de conforto e de estratégias bioclimáticas de projeto. Silva (2008)<sup>1</sup> descreve que este gráfico permite várias análises do ambiente construído, porque diz respeito à temperatura e à umidade do ar, possível de extrair diferentes áreas de influência dessas variáveis. Nota-se na carta psicrométrica, figura 1.1, que as variações de temperatura e umidade podem ser inter-relacionadas com a temperatura de bulbo seco e úmido, com a pressão atmosférica e o conteúdo de umidade relativa do ar.

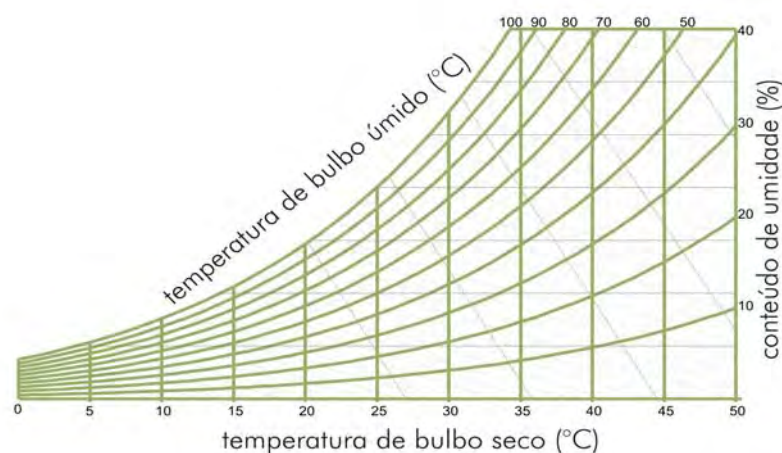


FIGURA 1.1 CARTA PSICROMÉTRICA

Os dados de temperatura e a umidade de um local, sobre a carta psicrométrica, geram diagnósticos do clima, do conforto e das estratégias bioclimáticas de projeto. Ao estudar clima na arquitetura, a carta psicrométrica permite avaliar o comportamento deste ao longo de um dia, um mês ou um ano, assim como identificar a zona de conforto e as temperaturas aceitáveis para os ocupantes da edificação. A carta psicrométrica também determina as estratégias de aquecimento e resfriamento para qualquer cidade. Estas estratégias bioclimáticas são estabelecidas em projeto para que as construções respondam ao conforto e a conservação de energia.

<sup>1</sup> SILVA, Heitor C., KINSEL, Luciane S., TAVARES, Silvia G. **Climate Analysis and Strategies for Bioclimatic Design Purposes**. Passive and Low Energy Architecture (PLEA). Ireland: University College Dublin, 2008.

## 1.1 CLIMA

Essa parte do texto trata do clima no estudo da arquitetura, sem remeter aos amplos conhecimentos da climatologia. Para isso, é identificada uma classificação climática baseada na carta psicrométrica que avalia as variáveis climáticas do local em estudo.

No planeta não há dois lugares exatamente com o mesmo clima, no entanto é possível descrever áreas com uma razoável homogeneidade climática. O clima de um local pode ser entendido segundo a divisão climática proposta por Wladimir Köppen em 1918. Essa classificação climática considera as questões geográficas como o recobrimento da crosta terrestre relativo ao tipo de vegetação, além dos elementos climáticos como a temperatura e as precipitações em toda área da superfície terrestre (STRAHLER et al, 1992)<sup>2</sup>. Köppen divide os climas em cinco grupos: clima tropical chuvoso, clima seco, clima úmido (temperado), clima de floresta (tropical) e clima polar. Dessa primeira divisão são derivados treze subgrupos, que são descritos e classificados em função da latitude.

A divisão clássica de Köppen combina os elementos e fatores climáticos com o tipo de cobertura vegetal. Para Silva (1994)<sup>3</sup> os elementos climáticos como a temperatura, a umidade, a radiação solar e os ventos, são variáveis efetivamente medidas e a manipulação destes afetam diretamente o conforto humano. Esses elementos climáticos constituem os condicionantes diretos do clima na classificação climática de uma determinada região, que varia durante o ano em função da altura do sol e do regime dos ventos.

O estudo de caracterização e qualificação do clima serve como referência para que o arquiteto busque soluções, por meio do projeto arquitetônico, para os efeitos adversos do conforto em uma determinada região. Para Goulding et al (1992)<sup>4</sup>, o clima atua em diferentes escalas indissociáveis, porém com intensidades específicas, essas escalas se dividem em: macro, meso e micro-climáticas. Os dados do macro-clima

---

<sup>2</sup> STRAHLER, Alan H.; STRAHLER, Arthur N. **Modern physical geography**. New York, USA: John Wiley & Sons, 1992.

<sup>3</sup> SILVA, Antonio C. S. B. **Zoneamento Bioclimático Brasileiro para fins de edificação**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – NORIE. Porto Alegre: UFRGS, 1994.

<sup>4</sup> GOULDING, John R.; LEWIS, J. Owen; STEEMERS, Theo C. **Energy conscious design - A Primer for Architects**. London: B. T. Batsford Limited, 1992.

descrevem o caráter geral de uma região em termos de nascer do sol, nuvens, temperatura, vento, umidade e precipitações. Esses fatores climáticos são influenciados por condições locais do meso-clima como a topografia, vegetação e a natureza da área e seu entorno. Por fim, o micro-clima está relacionado à edificação, ou ao conjunto de edificações e seu entorno imediato, onde a atuação do arquiteto é pontual, pois uma série de particularidades do clima local contribui para soluções arquitetônicas adequadas ao conforto.

Os edifícios são barreiras das chuvas, dos ventos e, em alguns casos, da luz e do calor. Estudar clima na arquitetura pode resultar em uma difícil tarefa devido à diversidade climática que existe no mundo. Serra (1999)<sup>5</sup> descreve que para se analisar o clima em arquitetura, pode-se considerar a seguinte classificação: clima frio, clima temperado, clima quente seco e clima quente úmido. A figura 1.2 mostra as diferentes construções nos quatro climas apontados. Assim, cada região climática pressupõe-se diferentes tipos de formas edificadas que têm a função de prover conforto aos ocupantes.



FIGURA 1.2 EXEMPLOS DE ARQUITETURA EM CADA CLIMA

Fonte: Adaptação a partir de Behling et al (2002)

Em climas frios a preocupação do arquiteto quanto ao conforto é em minimizar as perdas de calor, ou seja, o projeto arquitetônico deve conservar o calor no interior das edificações. Por isso as construções são compactas, com poucas aberturas e a geometria é adaptada para minimizar as ações dos ventos (OLGYAY, 1998)<sup>6</sup>. O tamanho da abertura é pequeno para se ter a menor área possível para o exterior, com materiais resistentes às trocas térmicas, uma vez que os ventos intensos e as baixas temperaturas são desagradáveis e afetam o conforto térmico dos ocupantes.

<sup>5</sup> SERRA, Rafael. **Arquitectura y climas**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1999.

<sup>6</sup> OLGAY, Victor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

No clima temperado as construções têm variações de trocas térmicas em função da geologia local e da vegetação. De acordo com Florensa et al (1995)<sup>7</sup>, o problema básico desse clima é a condição extrema que pode acontecer em qualquer período do ano e a qualquer hora do dia, embora ocorram em períodos curtos. Alguns climas temperados têm, nos períodos frios, temperaturas abaixo de 0°C e outros têm temperaturas acima de 30°C nos períodos quentes, como é o caso do clima mediterrâneo. Em função desses condicionantes, os edifícios devem ter soluções construtivas que possibilitem controlar os fechamentos opacos e transparentes, para atender tanto ao frio quanto ao calor.

No clima quente seco, como nas regiões do Oriente Médio, são construídos assentamentos com alto grau de compactidade, onde a tipologia construtiva em forma de pátio é largamente adotada (BITTENCOURT, 2005)<sup>8</sup>. Isso se deve às altas temperaturas associadas à baixa umidade do ar. As construções nesse clima normalmente são compactas e possuem pequenas aberturas com recursos de sombreamento, além de paredes grossas ou subterrâneas, para retardar a transmissão de calor no interior dos ambientes. Outro recurso construtivo adotado neste clima são as coberturas planas pintadas na cor branca para refletir a radiação solar incidente. Neste cenário, é comum encontrar pátios internos nas edificações com a presença de água. Estes pátios servem como recurso construtivo para a melhoria das condições ambientais.

Os locais de clima quente úmido são afetados por um problema no tratamento das adversidades climáticas, por ter alta umidade associada a temperaturas elevadas, sendo necessário o uso de sistemas mecânicos de resfriamento. Para amenizar a entrada de radiação solar nos ambientes é comum encontrar nestes lugares coberturas que sombreiam parte do edifício, resultando em varandas nas habitações, e o uso de telhados sem forro para promover sistemas de ventilação (BEHLING et al, 2002)<sup>9</sup>. Alguns elementos arquitetônicos, como as esquadrias com sistemas de controle solar e os pilotis, podem proporcionar resultados espaciais adequados a esse tipo de clima. Em alguns

---

<sup>7</sup> FLORENSA, Rafael S; ROURA, Helena C. **Arquitectura y energía natural**. Barcelona: Edicions UPC, 1995.

<sup>8</sup> BITTENCOURT, Leonardo S. **Clima e repertório arquitetônico**. In: PROJETAR 2005 - Anais do II Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura: Rebatimentos, Práticas e Interfaces. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro – PROARQ/FAU-UFRJ.

<sup>9</sup> BEHLING, Sophia; BEHLING Stefan. **Sol power: La evolución de la arquitectura sostenible**. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

casos os edifícios são estreitos, elevados do solo e afastados entre si para facilitar a movimentação do ar.

A figura 1.3 mostra a divisão do território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. Este zoneamento é proposto pela NBR 15220-3<sup>10</sup>, que também propõe um conjunto de recomendações e estratégias técnico-construtivas destinadas às habitações unifamiliares de interesse social. As recomendações técnico-construtivas propostas pela NBR 15220-3 serão abordadas no item 1.3 desse capítulo.

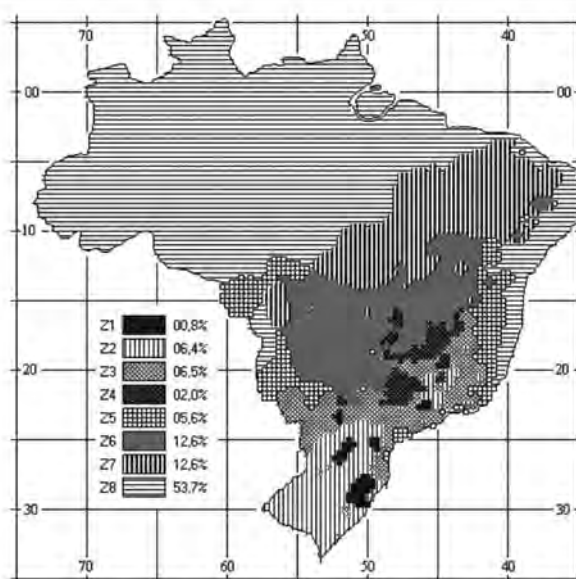


FIGURA 1.3 ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO

Fonte: NBR 15220-3

Nota-se na figura acima que os números junto à legenda indicam os percentuais territoriais correspondentes a cada clima. Roriz et al (1999)<sup>11</sup> descreve que a zona 8 (clima quente e úmido) ocupa 53,7% do país, englobando a região amazônica e o litoral nordestino. A região mais fria (zona 1) fica ao sul e representa apenas 0,08%. Cabe destacar que para definir a base de dados climáticos, dividiu-se o território brasileiro pela posição geográfica e pelas médias mensais das temperaturas máximas, médias mensais das temperaturas mínimas e médias mensais das umidades relativas do ar.

<sup>10</sup> NBR 15220-3 – **Desempenho térmico de edificações** - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. ABNT, 2003.

<sup>11</sup> RORIZ, Maurício; GHISI, Eneidir; LAMBERTS, Roberto. **Uma proposta de norma técnica brasileira sobre desempenho térmico de habitações populares**. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1999, Fortaleza. Anais do V Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído (CD). Florianópolis: ANTAC, 1999.

A cidade de Porto Alegre se localiza na região Sul do Brasil e a Leste do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1.4). O município tem uma população de mais de um milhão de habitantes, situado abaixo do trópico de Capricórnio, com latitude de 30°01' Sul, longitude de 51°13' Oeste e distante, aproximadamente, 100 km do Oceano Atlântico. Segundo a NBR 15220-3<sup>12</sup> a cidade de Porto Alegre enquadra-se na zona bioclimática 3.



FIGURA 1.4 CIDADE DE PORTO ALEGRE, RS, BRASIL

Para Hasenack (1989)<sup>13</sup> são atuantes em Porto Alegre massas de ar, como a massa tropical marítima (mT) e a massa polar marítima (mP), que favorecem ondas intensas de calor e de frio de curta duração. A massa tropical marítima é responsável pelas altas temperaturas na primavera e no verão, enquanto a massa polar marítima contribui para quedas bruscas de temperatura no outono e no inverno. Logo, a cidade de Porto Alegre tem oscilações de temperatura e umidade durante todo ano, neste caso as intervenções arquitetônicas devem demandar soluções construtivas eficientes para atender tanto os períodos de frio quanto os períodos de calor. Assim, o clima de Porto Alegre é caracterizado, principalmente, por duas estações marcantes - verão e inverno - e as estações intermediárias.

<sup>12</sup> NBR 15220-3 – **Desempenho térmico de edificações** - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. ABNT, 2003.

<sup>13</sup> HASENACK, Heinrich. **Influência de Variáveis Ambientais sobre a Temperatura do Ar na Área Urbana de Porto Alegre, RS**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Porto Alegre: UFRGS, 1989.

Segundo Marquardt (1969)<sup>14</sup>, na cidade de Porto Alegre, o período de verão (dezembro a março) tem temperaturas que variam entre a mínima de 12,5°C e a máxima de 36,6°C, que ocorre no mês de janeiro, normalmente o mais quente. Já o inverno é intenso, atingindo temperaturas próximas de 0°C, com oscilações térmicas médias horárias durante o dia de 10,3°C a 17,8°C no mês mais frio. A média mensal de umidade do ar em Porto Alegre, no verão, é de aproximadamente 70%, enquanto no inverno esta média é de aproximadamente 80% (NIMER, 1989)<sup>15</sup>. É interessante notar, que o maior problema ocorre quando a elevada umidade relativa do ar é associada às altas temperaturas, contribuindo para uma sensação de mal estar e desconforto ocasionado pela impossibilidade de evaporação do suor através da pele.

Durante o período de verão, a altura solar máxima equivale a 83° e a trajetória do sol no inverno atinge o ângulo de 37° em Porto Alegre (SILVA, 2006)<sup>16</sup>. Nos períodos intermediários, primavera e outono, existe um “gradiente” da temperatura, que é influenciado pelo retardo térmico das estações extremas. Nesse contexto, as edificações são expostas aos condicionantes climáticos, como a temperatura, a umidade, a radiação solar e os ventos, com variações ao longo do ano.

A temperatura do ar é um dos principais parâmetros na avaliação do conforto térmico dos ambientes, e é medida por termômetro de bulbo seco. As medições são registradas em estações meteorológicas, a uma altura de um metro e meio do solo, em local afastado das influências dos obstáculos urbanos, como edifícios e vegetações (EVANS et al, 1988)<sup>17</sup>. Segundo Machado (1950)<sup>18</sup>, a temperatura média anual de Porto Alegre é de 19,5°C, com registros extremos de 40,7°C e -2,4°C. É importante ressaltar que para uma mesma temperatura a sensação de conforto térmico pode ser diferente em função de variáveis ambientais como o vento, a radiação solar e a umidade do local.

---

<sup>14</sup> MARQUARDT, Henrique E. **Determinantes climatológicos para a arquitetura em Porto Alegre e R. G. do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1969.

<sup>15</sup> NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Supren, 1979.

<sup>16</sup> SILVA, Heitor C. **Controle de radiação solar: estratégia de projeto para clima temperado mediterrâneo Jockey Club do Rio Grande do Sul**. In: Seminário Docomomo - A segunda idade do vidro: transparência e sombra na arquitetura moderna do cone sul americano 1930-70. Porto Alegre: PROPAR-UFRGS, 2006.

<sup>17</sup> EVANS, Martin; SCHILLER, Silvia. **Diseño bioambiental y arquitectura solar**. Buenos Aires: Eudeba, 1988.

<sup>18</sup> MACHADO, Floriano P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1950.



O termo umidade se refere ao vapor d'água contido no ar, que se insere nela através da evaporação das superfícies dos oceanos, das superfícies úmidas de vegetação e de pequenos corpos d'água (GIVONI, 1969)<sup>19</sup>. A umidade relativa expressa em percentagem (%) é medida através de higrômetros, hidrógrafos, termômetro de bulbo seco e de bulbo úmido. Para Marquardt (1969)<sup>20</sup> a umidade relativa média anual de Porto Alegre é de 76%, e a máxima variação diária já registrada foi de 83%, variando de um mínimo de 14% a um máximo de 97%. O conceito básico a ser fixado a respeito da umidade relativa é que o ar admite maior quantidade de vapor d'água quanto menor for sua temperatura, ou seja, a umidade relativa diminui na medida em que a temperatura do ar aumenta.

A radiação solar é uma onda eletromagnética emitida pelo sol e a principal fonte de energia do planeta. Como descreve Koenigsberger et al (1973)<sup>21</sup>, parte da radiação solar atinge diretamente a terra e a porção difusa é refletida pelas nuvens e pelo solo. Dependendo do tipo de solo e da vegetação, a radiação solar pode ser absorvida ou refletida. A radiação solar, expressa em W/m<sup>2</sup> ou kWh/m<sup>2</sup>, é medida usualmente por um piranômetro, piranógrafo, solarímetro ou um heliógrafo. Segundo Sattler (1989)<sup>22</sup>, o número total de horas anuais de insolação em Porto Alegre é de 2445 horas, sendo o mês de dezembro o mais ensolarado com 282 horas da luz do sol e julho o menos ensolarado com cerca de 144 horas de insolação.

A distribuição e as características do vento na atmosfera terrestre resultam da diferença de pressão. Estudos desenvolvidos por Docherty et al (1999)<sup>23</sup>, mostram que existe diferença no gradiente do vento em situações como a área central urbana e as áreas arborizadas e descampadas, resultantes da relação da altura com a extensão da camada livre do ar. A velocidade e direção do vento é medida em estações meteorológicas geralmente a 10 metros de altura. Os instrumentos usados para medir a velocidade e a direção do vento, expressos em m/s ou km/h, são o anemômetro e o

---

<sup>19</sup> GIVONI, Baruch. **Man, climate and architecture**. Londres: Applied Science, 1969.

<sup>20</sup> MARQUARDT, Henrique E. **Determinantes climatológicos para a arquitetura em Porto Alegre e R. G. do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1969.

<sup>21</sup> KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, Alan; SZOKOLAY, S. V. **Manual of tropical housing and building. Part one: Climatic design**. London: Longman Group Limited, 1973.

<sup>22</sup> SATTLER, Miguel A. **Dias climáticos para o projeto térmico de edificações em Porto Alegre**. Porto Alegre: CIENTEC, 1989.

<sup>23</sup> DOCHERTY, Michael; SZOKOLAY, Steven V. **Climate Analysis**. Note 5 - Passive and Low Energy Architecture – PLEA, Design Tools and Techniques. Austrália: University of Queensland Brisbane, 1999.

anemógrafo. Aroztegui (1977)<sup>24</sup> descreve que em Porto Alegre, durante o verão, o vento é fresco, e geralmente vem do Oceano Atlântico, enquanto no inverno, o vento é frio e úmido vindo do sudoeste, e frio e seco vindo da direção oeste. A velocidade do vento varia durante o ano, os ventos fracos ocorrem em março, abril e maio, enquanto os ventos fortes ocorrem nos meses de agosto, setembro e outubro.

O clima da cidade de Porto Alegre é afetado, basicamente, por ondas de frio e calor. A figura 1.5 mostra que a temperatura média anual é de 19.5°C com precipitações distribuídas uniformemente ao longo do ano (STRAHLER, 1997)<sup>25</sup>. Como a umidade do ar é elevada, ocorre uma amplitude térmica diária durante o ano, ou seja, nem sempre é muito frio no inverno ou muito quente no verão. A influência da superfície do solo, como o Lago Guaíba e a massa de vegetação na cidade, promove um significativo teor de umidade no ar e diminui a amplitude térmica diária.

ELEMENTOS CLIMÁTICOS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
Temperatura máxima (°C)	30,2	30,1	28,3	25,2	22,1	19,4	19,7	20,4	21,8	24,4	26,7	29,0	24,8
Temperatura do ar (°C)	24,6	24,7	23,1	20,1	16,8	14,3	14,5	15,3	16,8	19,2	21,3	23,2	19,5
Temperatura mínima (°C)	20,5	20,8	19,3	16,3	13,0	10,7	10,7	11,5	13,1	15,0	17,0	18,9	15,6
Umidade relativa do ar (%)	71	74	75	77	81	82	81	79	78	74	71	69	76

FIGURA 1.5 DADOS CLIMÁTICOS DE PORTO ALEGRE, 1961-1990

Fonte: Normais climatológicas, Ministério da Agricultura e do Abastecimento – MA, Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, Brasília - 1992

Os elementos climáticos constituem a essência do estudo do clima. O clima de Porto Alegre é afetado, basicamente, pela amplitude térmica diária e pela condição da umidade associada a temperaturas elevadas<sup>26</sup>. A temperatura do ar é o principal fator na determinação do conforto térmico, enquanto que a umidade relativa deve ser considerada, no estudo do conforto térmico, sob dois aspectos: o primeiro é quanto ao conforto humano e o segundo é quanto ao ambiente construído.

Utilizando a carta psicrométrica para avaliar o clima, pode-se identificar a classificação climática do local. Sendo assim, os elementos de clima tornam-se auxiliares

<sup>24</sup> AROZTEGUI, José M. **Parâmetros de Conforto Térmico de Porto Alegre**. Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Núcleo Orientado para Industrialização da Edificação – NORIE. Porto Alegre: UFRGS, 1977.

<sup>25</sup> STRAHLER, Arthur N. **Geologia física**. Barcelona: Omega, 1997.

<sup>26</sup> **Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2006.

no processo de identificação das zonas climáticas do clima frio, temperado, quente seco e quente úmido. Essa classificação climática serve de premissa para determinar os aspectos de conforto como a especificação dos materiais construtivos dos elementos opacos e transparentes adequados ao local.

Para Silva (2006)<sup>27</sup> essa classificação climática pode ser visualizada sobre a carta psicrométrica, e, através da *plotagem* dos dados de temperaturas e umidade pode-se avaliar o clima da cidade em estudo. A figura 1.6 mostra que o clima frio corresponde a temperaturas abaixo de 16°C com umidade relativa variável; o clima temperado é aquele em que as temperaturas variam entre 16°C e 31°C, também com umidades variáveis; o clima quente seco corresponde a temperaturas acima de 31°C com umidades relativas inferiores a 50%; e o clima quente úmido tem as temperaturas acima dos 30°C associados a umidades relativas acima de 50%.

A figura abaixo apresenta os dados das médias mensais de temperatura e de umidade relativa sobre a carta psicrométrica. Nota-se que essa *plotagem* dos dados caracteriza o clima de Porto Alegre como temperado, sendo que os meses de junho, julho e agosto recaem sobre a área de clima frio. Cabe salientar que o entendimento desses quatro climas na carta psicrométrica pode e deve ser utilizado no exame das condições climáticas. Assim, é possível um mapeamento do clima para a arquitetura que auxilia na classificação climática e nas conseqüentes estratégias de adaptação das edificações ao clima local.

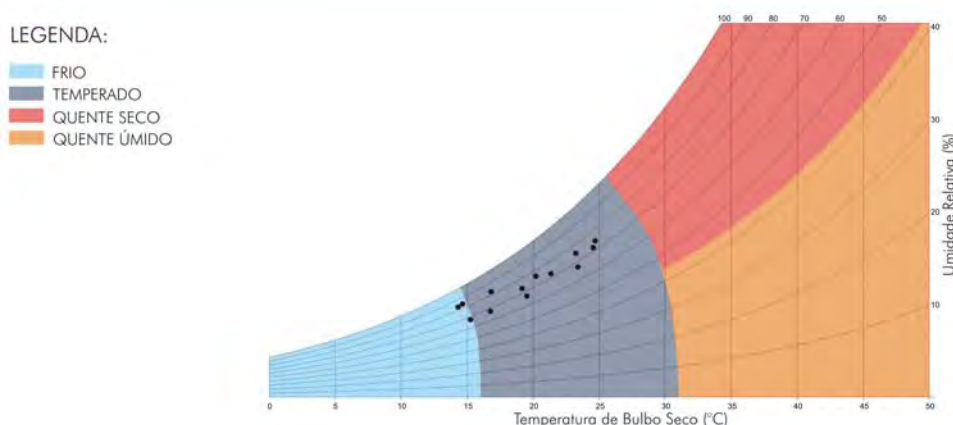


FIGURA 1.6 CARTA PSICROMÉTRICA COM OS DADOS DE PORTO ALEGRE

<sup>27</sup> SILVA, Heitor C.; KINSEL, Luciane S. **Região Climática de Porto Alegre: revisão para um desenho inteligente e uma arquitetura adequada.** Revista Arqtexto, n. 9. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

## 1.2 CONFORTO TÉRMICO

Essa parte do texto apresenta as variáveis ambientais e humanas que influenciam no conforto térmico e a faixa de temperaturas aceitáveis para o conforto dos ocupantes nos edifícios residenciais em Porto Alegre.

Conforto é uma sensação subjetiva, pois nem todas as pessoas sentem conforto nas mesmas condições. Segundo a ASHRAE (1993)<sup>28</sup>, o conforto térmico é uma condição fisiológica, parcialmente, subjetiva que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa. Se as trocas térmicas entre o ambiente e o corpo humano estiverem em equilíbrio, ou seja, a pessoa não sente calor nem frio, e se a temperatura da pele estiver dentro de certos valores à pessoa está em conforto.

Os irmãos Victor e Aladar Olgay foram os primeiros a descreverem a zona de conforto em termos arquitetônicos, sob a forma de um diagrama com temperatura (°C) no eixo vertical e umidade (%) no eixo horizontal (OLGAY, 1973)<sup>29</sup>. Essa zona de conforto abrange uma área que se refere a uma pessoa sentada e sombreada, com temperaturas que variam entre 20°C a 27°C e com umidade do ar entre 20% a 70%.

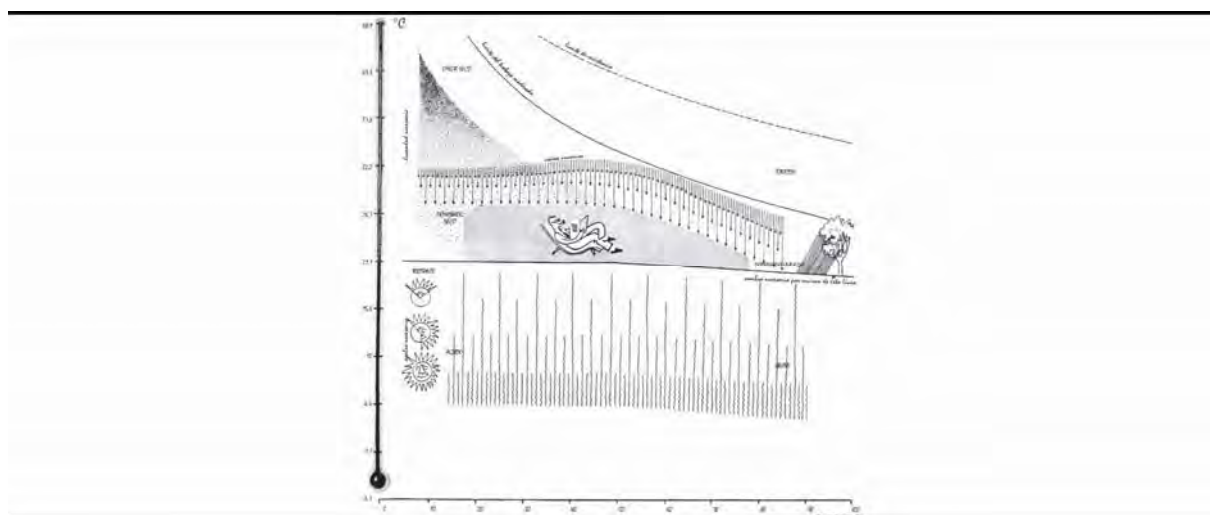


FIGURA 1.7 CARTA BIOCLIMÁTICA DE OLGAY  
Fonte: Imagem do livro de Olgay (1963)

A figura 1.7 mostra que as linhas acima da zona de conforto representam a circulação do ar necessária quando as temperaturas são elevadas, abaixo da zona de conforto há uma indicação dos níveis de radiação solar para compensar as baixas

<sup>28</sup> ASHRAE. **Handbook of Fundamentals**. New York: American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1993.

<sup>29</sup> OLGAY, Victor. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism**. New Jersey, USA: University Press, 1973.

temperaturas. Essa carta bioclimática se tornou conhecida entre os arquitetos, por demonstrar a zona de conforto e a contribuição de cada variável ambiental, permitindo um diagnóstico do clima.

Baruch Givoni (1969)<sup>30</sup> desenvolveu uma carta bioclimática que possibilita determinar o efeito do conforto térmico na edificação com estratégias construtivas adequadas ao clima. Para Givoni, o clima interno do edifício pode ser modificado através de mudanças de estratégias bioclimáticas, assim a zona de conforto pode ser expandida até valores consideráveis mesmo em condições externas desagradáveis (GIVONI, 1992)<sup>31</sup>. Esta zona de conforto é representada sobre a carta psicrométrica, que é definida em termos de temperatura e umidade, assim é possível representar diversos detalhes quantitativos e qualitativos dessa combinação.

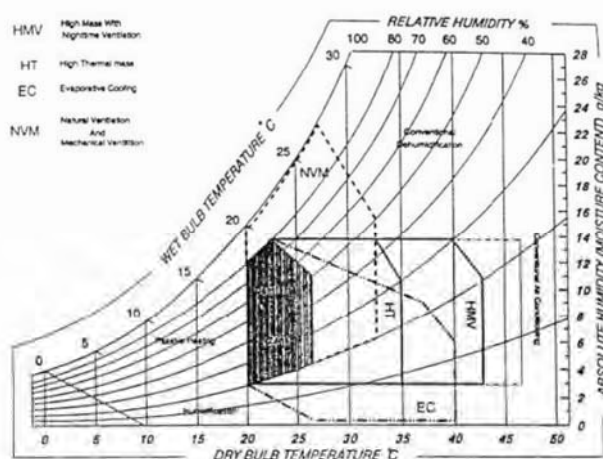


FIGURA 1.8 CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI  
Fonte: Imagem da tese de Evans (2007)

A figura 1.8 mostra a carta psicrométrica de Givoni com as temperaturas de bulbo seco e de bulbo úmido (°C), a umidade absoluta (g/Hg) e a umidade relativa (%). Nota-se na carta as principais estratégias bioclimática como a alta massa com ventilação noturna (HMV), a alta massa térmica (HT), o resfriamento evaporativo (EC), e a ventilação natural e mecânica (NVM), que serão abordados no item 1.3. Com os dados de temperatura e umidade é possível identificar as estratégias de projeto conforme as recomendações específicas de cada zona ambiental.

<sup>30</sup> GIVONI, Baruch. **Man, climate and architecture**. Londres: Applied Science, 1969.

<sup>31</sup> GIVONI, Baruch. **Confort, climate analysis and building design guidelines**. Energy and Building 18, 1992.

Estudos desenvolvidos por Humphreys e Aulliciems constataram que o conforto está relacionado com as respostas subjetivas dos ocupantes, quanto à vestimenta e nível de atividade metabólica, e pode ser conhecido através de equações da temperatura neutra. Para Humphreys (1978)<sup>32</sup>, a temperatura aceitável para conforto varia de 17°C a 30°C, em edifícios condicionados por meios passivos. Enquanto Aulliciems (1997)<sup>33</sup>, considera que a faixa de conforto pode variar com temperatura neutra entre 18°C a 28°C, para edifícios condicionados por meios passivos e ativos. Tanto Humphreys quanto Aulliciems consideram uma variação no limite de conforto de +2°C e -2°C. A temperatura interna necessária para o conforto térmico relaciona a temperatura média externa do ambiente com a vestimenta e o metabolismo das pessoas, bem como a concepção, o funcionamento e as respostas térmicas dos edifícios.

Silva (1996)<sup>34</sup> propõe limites de temperaturas aceitáveis para o conforto dos ocupantes, para habitações de interesse social na região climática de Porto Alegre. O estudo aponta para a temperatura neutra do ambiente ( $T_n$ ), e substitui, na equação de Humphreys, a temperatura média mensal ( $T_m$ ). A partir daí são derivados os dias extremos, de verão e de inverno, com variação de +2°C e -2°C para permitir a adaptação das pessoas.

H u m p h r e y s $T_n = 11.9 + 0.534 \times T_m$	Verão		Inverno	
	$T_m$	$T_n$	$T_m$	$T_n$
Média	24.6	25.0	14.5	19.6
Extrema	24.6	27.0	14.5	17.6

FIGURA 1.9 TEMPERATURA NEUTRA

A figura 1.9 mostra a aplicação da equação de Humphreys com os dados da temperatura média mensal ( $T_m$ ), no verão e no inverno, da cidade de Porto Alegre. Nota-se que é possível alcançar níveis aceitáveis de conforto térmico para o ocupante quando o ambiente interno apresentar temperaturas entre 17.6°C a 27.0°C. Para Silva (1996)<sup>35</sup>, a temperatura aceitável para o conforto pode variar numa faixa de temperatura mais ampla entre 16°C e 30°C quando se trata de habitações. Essa faixa tem desdobramentos da

<sup>32</sup> HUMPHREYS, Michael A. **Outdoor Temperatures and Comfort Indoors**. Building Research Establishment, Building Research Station. Garston, Watford, UK: Department of the Environment, 1978.

<sup>33</sup> AULICIEMS, Andris; SZOKOLAY, Steven V. **Thermal Comfort**. Passive and Low Energy Architecture (PLEA). Australia: University of Queensland Brisbane, 1997.

<sup>34</sup> SILVA, Heitor C. **Window Design for thermal comfort in domestic buildings in southern Brazil**. Tese de doutorado, Architectural Association, School of Architecture, Environment and Energy Programme. London UK, 1996.

<sup>35</sup> SILVA, 1996. op. cit.

temperatura nas situações de verão e de inverno, e nos períodos do dia e da noite, conforme os hábitos e rotina das pessoas quanto à vestimenta e atividade. Nesse sentido o autor diz que no período de verão, durante o dia a temperatura aceitável para conforto é de até 27.5°C, considerando que as pessoas desempenham atividade doméstica e podem ficar em espaços sombreados; à noite a atividade metabólica das pessoas reduz e como não há radiação solar, pode-se considerar aceitáveis temperaturas até 30°C. Durante o dia, no período de inverno, a temperatura admissível para conforto é de, no mínimo, 16°C, pois o sol ameniza a sensação do frio e a vestimenta impede as trocas de calor indesejadas, suprimindo a necessidade de aquecer o ambiente; à noite, o autor recomenda que a temperatura aumente um pouco, cerca de 16.5°C, pois a atividade dormir transforma menos energia em calor latente no corpo, e essa temperatura é amenizada com vestimenta adequada.

A faixa de temperatura aceitável para o conforto dos ocupantes adotada na avaliação dos edifícios em estudo é de 16°C a 30°C. Essas temperaturas controlam o funcionamento de sistemas artificiais do ar através do termostato. Esse intervalo de temperatura é um referencial controlado pelas variáveis humanas nos edifícios residenciais, e não um limite.

As condições sobre as quais o conforto é atingido no ambiente podem ser descritas na combinação das variáveis arquitetônicas, ambientais e humanas. Com o objetivo de avaliar o efeito do conjunto dessas variáveis, a discussão deste trabalho se encaminha para o momento em que as temperaturas internas saem da zona de conforto e são necessárias estratégias de projeto ativas quando o conforto não é atingido por meios passivos. Cabe lembrar, que nos edifícios residenciais os hábitos das pessoas quanto à vestimenta e atividade podem alterar as condições de conforto dos ambientes.

O homem é um ser homeotérmico, ou seja, o organismo é mantido em uma temperatura interna constante na ordem de 37°C independente das condições do clima e do ambiente edificado (FROTA et al, 1995)<sup>36</sup>. Como descreve Morello (2005)<sup>37</sup>, cada indivíduo consome uma quantidade de energia que varia conforme a atividade física e o tamanho da pessoa, então a taxa metabólica é expressa em termos de densidade de área

---

<sup>36</sup> FROTA, Anésia B.; SCHIFFER, Sueli R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

<sup>37</sup> MORELLO, Alessandro. **Avaliação do comportamento térmico do protótipo habitacional de Alvorada**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – NORIE, Porto Alegre: UFRGS, 2005.

corporal superficial ( $W/m^2$ ), sendo a área de superfície do corpo humano, em média, de  $1,8m^2$ . A ISO 8996 (1990)<sup>38</sup> estabelece que em análises térmica o *met* é a unidade adotada para expressar a taxa metabólica, sendo que 1 *met* corresponde ao nível de atividade de uma pessoa sentada ou descansando, com um fluxo de energia de  $58W/m^2$ .

A vestimenta funciona como isolante térmico no corpo, pois mantém junto ao corpo uma camada de ar entre a roupa e a pele, responsável, em parte, pela sensação de conforto térmico das pessoas. As vestimentas criam uma resistência às trocas de calor entre a superfície da pele e a atmosfera do ambiente. Os valores da resistência ao fluxo de calor são medidos em *clo* (abreviatura de *clothing*, em inglês), sendo que 1 *clo* corresponde a  $0.155 m^2K/W$  (EVANS, 1980)<sup>39</sup>. Nota-se, por exemplo, que o traje típico do povo Gaúcho, que usa uma calça conhecida como “bombacha”, por ser folgada, acumula uma camada de ar entre a pele e o tecido que serve como isolante térmico tanto no frio quanto no calor.

Esse trabalho estabelece duas taxas de atividade que são comumente desempenhadas no âmbito da residência. A primeira é a atividade mínima, quando o ocupante está em repouso ou descansando, e a segunda é para atividades sedentárias ou trabalho doméstico moderado. A partir daí o calendário de ocupação adotado na avaliação dos edifícios em estudo estabelece que durante o dia a atividade sedentária corresponda ao período entre 6 horas até as 22 horas, e durante a noite das 21 horas até as 7 horas a atividade estabelecida é dormir. As taxas metabólicas para essas atividades no cálculo do desempenho térmico e energético são de 0.7 *met* ou  $40 W/m^2$  para dormir e 1.2 *met* ou  $70W/m^2$  em trabalho doméstico ou sedentário.

O programa computacional Weather Tool<sup>40</sup> fornece a representação gráfica da carta psicrométrica de Givoni com os dados do clima de qualquer cidade, assim como a influência das variáveis humanas como a atividade metabólica. Com isso, é possível definir a taxa de atividade das pessoas interativamente com a zona de conforto. Tratando-se das variáveis humanas, as atividades físicas são classificadas, segundo o programa como: baixa (sentado ou deitado), sedentária (trabalho de casa ou escola), leve (trabalho

---

<sup>38</sup> ISO 8996 – International Organization for Standardization. **Ergonomics - Determination of metabolic heat production**. Switzerland, 1990.

<sup>39</sup> EVANS, Martin. **Housing, climate and comfort**. London: The Architectural Press Limited, 1980.

<sup>40</sup> WEATHER TOOL 2.00 é um programa computacional para visualização e análise de dados de clima em formato WEA (weather date file), desenvolvido por Andrew Marsh da empresa Square One.



industrial), média (trabalho de obra) e pesada (corrida). Os dados de clima e a atividade física sobre a carta psicrométrica desempenham um importante papel no desenho do projeto arquitetônico e nas análises do desempenho térmico e energético.

O metabolismo de uma pessoa está relacionado com a energia produzida em função da atividade. A figura 1.10 mostra as variações da zona de conforto com os dados de clima de Porto Alegre<sup>41</sup>, no período de verão e de inverno, associado com atividades distintas. Assim, das três atividades selecionadas (baixa, leve e pesada), a atividade pesada corresponde ao maior número de horas de conforto no frio. Enquanto que, no período de verão, a zona com mais horas de conforto está associada à atividade física leve. Essa análise demonstra que a zona de conforto varia conforme a atividade física das pessoas, isso significa que as temperaturas aceitáveis para o conforto podem variar dependendo do uso e atividade da edificação.

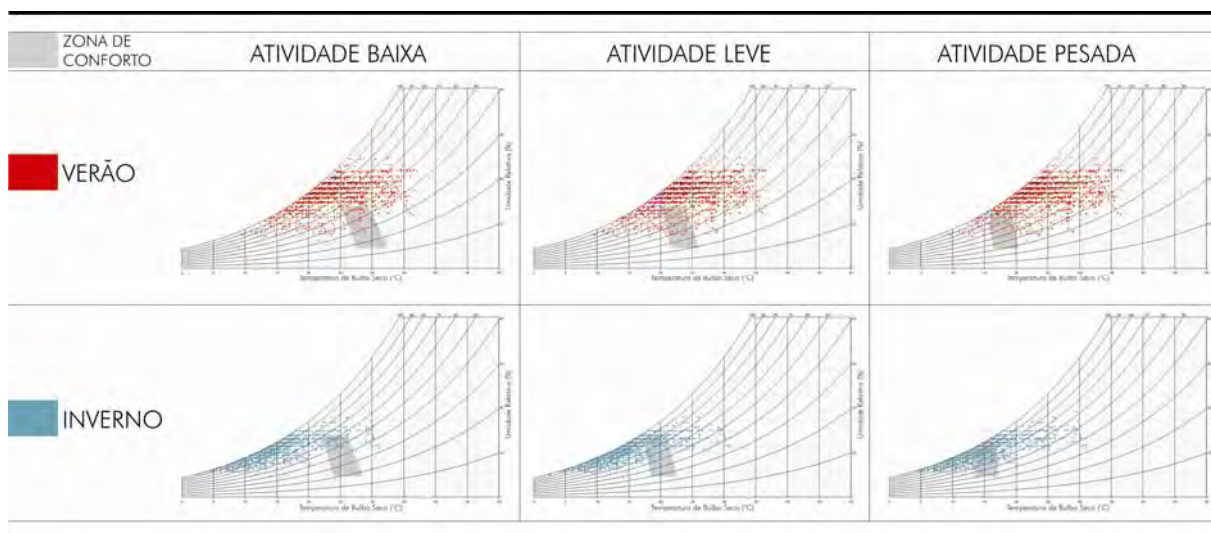


FIGURA 1.10 CARTAS PSICROMÉTRICA

A figura acima demonstra também que no período de verão os dados de umidade relativa são variados, enquanto no período de inverno os dados de temperatura e umidade são “concentrados”, sendo que a umidade relativa é elevada na maior parte dos dias, com variações entre 70% a 100%. Apesar da natureza subjetiva das variáveis humanas e das diferentes variáveis ambientais ao longo do ano em Porto Alegre, o papel do arquiteto é balancear as condições de conforto térmico nos espaços projetados e construídos. Essas variações nos ambientes podem ser elevadas ou reduzidas através de estratégias bioclimática de projeto.

<sup>41</sup> Cada ponto na carta psicrométrica representa o registro de hora em hora, conhecido como ano climático de referência (*Test Reference Year, TRY*).

### 1.3 ESTRATÉGIAS DE PROJETO

Essa parte do texto apresenta um panorama das estratégias bioclimáticas de projeto com base na carta bioclimática de Givoni e as diretrizes construtivas de aquecimento e de resfriamento para o clima de Porto Alegre.

A compreensão do clima através de seus elementos mais significativos para o conforto como a temperatura e a umidade permite verificar as estratégias bioclimáticas de projeto por meios passivos e ativos. Segundo Jones (2002)<sup>42</sup>, as medidas passivas são aquelas que exploram as forças naturais sem recorrer a sistemas mecânicos ou elétricos. Dessa forma, as estratégias de projeto na arquitetura bioclimática procura obter o máximo de benefício desse tipo de medida, uma vez aplicado às estratégias de projeto por meios passivos, podem-se incluir medidas ativas com o objetivo de amenizar as situações extremas do clima.

Estudos de Givoni (1992)<sup>43</sup> mostram que o clima interno nas edificações condicionadas por meios passivos desempenham um comportamento semelhante as variações do clima externo. Assim, as pessoas que ocupam ambientes condicionados naturalmente têm uma pré-disposição de aceitar as variações de temperatura e velocidade do ar ao longo do ano. Nessa perspectiva, a NBR 15220-3<sup>44</sup> adaptou uma carta bioclimática a partir da sugerida por Givoni, na qual os limites de conforto foram expandidos para países em desenvolvimento como o Brasil (Figura 1.11).

#### LEGENDA:

- A - Zona de aquecimento artificial (calefação)
- B - Zona de aquecimento solar da edificação
- C - Zona de massa térmica para aquecimento
- D - Zona de Conforto Térmico (baixa umidade)
- E - Zona de Conforto Térmico
- F - Zona de desumidificação (renovação do ar)
- G + H - Zona de resfriamento evaporativo
- H + I - Zona de massa térmica de resfriamento
- I + J - Zona de ventilação
- K - Zona de refrigeração artificial
- L - Zona de umidificação do ar

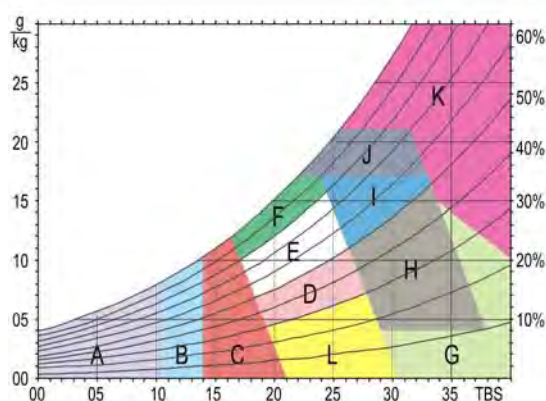


FIGURA 1.11 CARTA BIOCLIMÁTICA ADAPTADA E ESTRATÉGIAS DE CONDICIONAMENTO TÉRMICO

Fonte: NBR 15220-3

<sup>42</sup> JONES, David L. *Arquitectura y entorno: el diseño de la construcción bioclimática*. Barcelona: Blume, 2002.

<sup>43</sup> GIVONI, Baruch. *Confort, climate analysis and building design guidelines*. Energy and Building 18, 1992.

<sup>44</sup> NBR 15220-3 – *Desempenho térmico de edificações* - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. ABNT, 2003.

A figura 1.11 mostra a carta bioclimática que permite identificar estratégias de projeto a partir das variáveis ambientais como a temperatura e a umidade. A zona de conforto (zona D e E) é definida a partir de determinadas temperaturas e umidades na qual a maioria das pessoas não sente desconforto térmico seja de calor ou de frio. Isso ocorre quando as temperaturas variam entre 18°C a 29°C aproximadamente. De qualquer forma é necessário evitar o impacto com o vento e controlar a radiação solar no interior dos ambientes para manter o conforto dos ocupantes.

A ventilação (zona I+J) é obtida através da circulação de ar nos ambientes da edificação. As estratégias de ventilação e de desumidificação (zona F) são necessárias quando as temperaturas estão elevadas, neste caso o resfriamento natural no ambiente ocorre com a substituição do ar interno pelo ar externo. Em algumas regiões como o clima quente e úmido, as temperaturas e as umidades ultrapassam os limites de conforto, neste caso, recomenda-se o uso de refrigeração artificial (zona K), como os aparelhos de ar condicionado para controlar os níveis de temperatura e umidade do ar nos ambientes.

O resfriamento evaporativo (zona G+H) é uma estratégia utilizada para aumentar a umidade de ar e simultaneamente diminuir a temperatura do ambiente, que pode ser obtido através do uso de fontes de água, vegetação através da evapotranspiração do vegetal ou outros recursos que permitam a evaporação da água diretamente no ambiente que se deseja resfriar. Nas situações em que a umidade do ar é baixa e a temperatura estiver entre 21°C e 30°C a umidificação do ar (zona L) é uma estratégia recomendada para proporcionar sensação de conforto, que pode ser obtida através da utilização de fontes de água, como chafarizes e espelhos d' água.

A massa térmica de resfriamento (zona H+I) associada à ventilação noturna é uma estratégia usada para controlar a ventilação durante o dia para reduzir o ingresso de ar quente, e incrementar a ventilação noturna aproveitando o ar fresco para resfriar o interior dos ambientes. De acordo com Ferreira (1986)<sup>45</sup>, a inércia térmica se refere à capacidade que determinados materiais têm de armazenar e liberar energia térmica com mudanças de temperaturas durante um período de tempo. A transferência de calor entre a superfície externa para o interior da edificação, através da massa térmica das paredes,

---

<sup>45</sup> FERREIRA, Agueda de P. **Architectural design for improvement to thermal comfort in domestic buildings in the warm and humid climatic regions of Brazil**. Dissertação de mestrado, Architectural Association, School of Architecture, Environment and Energy Programme. London UK, 1986.

tende a diminuir a amplitude da temperatura interna amenizando os picos de temperatura durante o dia.

A massa térmica de aquecimento (zona C) é uma estratégia que utiliza paredes internas pesadas que contribui para manter o interior da edificação aquecido (NBR 15220-3). Nota-se que essa zona tem temperaturas que variam de 14°C a 20°C. Dessa maneira a orientação, a forma geométrica e a implantação do edifício podem favorecer o aquecimento no período frio através da incidência solar e pode estar associada ao aquecimento solar passivo com isolamento térmico.

O aquecimento solar da edificação (zona B) também chamado de calor passivo deve ser adotado quando o clima apresenta baixas temperaturas do ar. Nesse caso, é recomendado o uso de isolamento térmico e estanqueidade térmica nas aberturas. Para Papst (1999)<sup>46</sup>, a inércia térmica pode ser combinada com o uso de isolamento térmico para auxiliar no desempenho térmico, desde que o isolamento seja posicionado do lado externo da edificação. Enquanto que o aquecimento artificial (zona A) conhecido como calor ativo é uma estratégia utilizada em locais extremamente frios, onde a estratégia de aquecimento solar passivo não é suficiente para produzir conforto ao ocupante.

A partir dos dados de clima coletados por Goulart et al (1997)<sup>47</sup>, é possível plotar os valores de temperatura e de umidade da cidade de Porto Alegre sobre a carta psicrométrica para se obter as estratégias de aquecimento e resfriamento. Segundo a NBR 15220-3<sup>48</sup> as diretrizes construtivas para a zona bioclimática 3 são: ventilação cruzada no verão e aquecimento solar da edificação e vedações internas pesadas (inércia térmica) no inverno. Cabe lembrar que a norma considera estratégias de condicionamento térmico para habitações unifamiliares de interesse social.

A figura 1.12 mostra os dados das normais climatológicas da cidade de Porto Alegre. Esses dados correspondem às médias mensais das temperaturas máximas e mínimas e médias mensais das umidades relativas do ar, durante os dozes meses do ano.

---

<sup>46</sup> PAPT, Ana L. **Uso de inércia térmica no clima subtropical, estudo de caso em Florianópolis – SC**. Dissertação de mestrado, Pós-graduação em Engenharia Civil. Florianópolis: UFSC, 1999.

<sup>47</sup> GOULART, Solano; LAMBERTS, Roberto; FIRMINO, Samanta. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades Brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1997.

<sup>48</sup> NBR 15220-3 – **Desempenho térmico de edificações** - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. ABNT, 2003.

Nota-se que as principais estratégias bioclimáticas de projeto para Porto Alegre são: aquecimento solar, massa térmica para aquecimento e resfriamento, ventilação e desumidificação. É importante lembrar que essas estratégias devem ser estabelecidas em projeto para que as construções possam responder as adversidades climáticas.

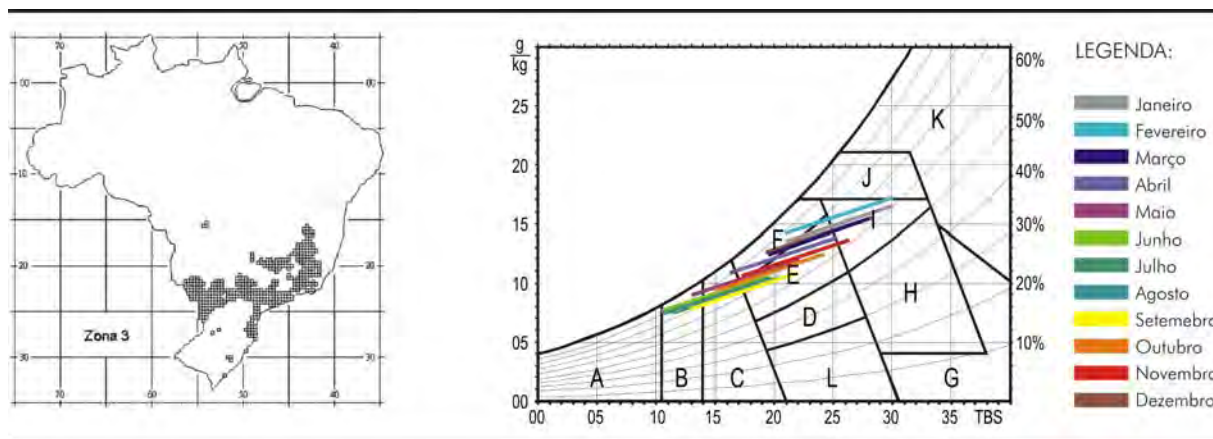


FIGURA 1.12 CARTA BIOCLIMÁTICA COM AS NORMAIS CLIMATOLÓGICAS DE PORTO ALEGRE

Fonte: Adaptação a partir da NBR 15220-3

Segundo Lamberts et al (2004)<sup>49</sup>, os dados do clima de Porto Alegre demonstram que 22,4% das horas do ano estão em conforto, enquanto 77,5% das horas do ano correspondem ao desconforto térmico, que se divide em 25,9% provocado pelo calor e 51,6% pelo frio. Se por um lado, os dados de clima demonstram que o desconforto em Porto Alegre é provocado na maior parte do tempo pelo frio, por outro lado, o consumo de energia mais elevado do ano ocorre em janeiro, normalmente o mês mais quente (Companhia Estadual de Energia Elétrica)<sup>50</sup>. Essa ponderação indica que as variáveis humanas (vestimenta e atividade) influenciam no conforto dos ambientes, e, normalmente as pessoas suportam a sensação de frio mais facilmente que o calor. Isto ocorre porque no período de inverno as pessoas compensam o frio com o uso de vestimentas pesadas, atividade física moderada e alguns hábitos simples como a ingestão de bebidas quentes. E no período de verão, mesmo com o uso de roupas leves, qualquer atividade física que a pessoa faça gera calor, tornando-se necessário, em alguns casos, o uso de sistemas mecânicos de resfriamento.

<sup>49</sup> LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: ProLivros, 2004.

<sup>50</sup> Documento DGCOM/2008-1255 Consumo faturado por classe. Divisão Comercial, Departamento de faturamento e arrecadação da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE).

Para aquecer os ambientes nos períodos frios em Porto Alegre são indicadas as seguintes estratégias bioclimáticas de projeto: (1) aquecimento solar passivo, (2) calor ativo e (3) massa térmica. Segundo Roaf (2006)<sup>51</sup>, o calor passivo pode ser conseguido através da radiação solar dependendo da orientação e tamanho da janela, do calor incidental das pessoas e equipamentos, e do isolamento das superfícies opacas e transparentes para retardar o calor, principalmente, a noite e nas primeiras horas da manhã. Existe uma ampla gama de calefação artificial, desde lareiras até aparelhos de ar condicionado, que servem para complementar o calor solar e incidental dos ambientes nos períodos frios. Cabe lembrar que no inverno os dias são mais curtos que no verão, e que durante o dia a radiação solar atravessa as superfícies transparentes aumentando as temperaturas internas, entretanto a noite se perde calor facilmente para o exterior por infiltração e estanqueidade das aberturas.

A massa térmica é outra estratégia encontrada na carta psicrométrica para as condições do clima de Porto Alegre, eficiente tanto para o frio quanto para o calor. Edifícios com alta massa térmica acumulam, durante o dia, calor nas paredes externas e durante a noite parte do calor acumulado re-irradia para o interior do ambiente e parte do fluxo do calor se perde para o exterior. A taxa de calor varia de uma partícula para outra, e a capacidade de armazenar o calor nas superfícies depende da quantidade da área exposta, da sua espessura, da densidade e do calor específico do material (BROWN et al, 2004)<sup>52</sup>. Isso significa, que quanto maior a massa térmica maior é a quantidade de calor que fica retido na superfície, e é transferida para o interior ou exterior da edificação quando a temperatura do ar for menor que da superfície.

Para resfriar os ambientes nos períodos de calor em Porto Alegre, são indicadas na carta psicrométrica estratégias bioclimáticas de projeto tais como: (1) ventilação, (2) massa térmica e (3) ar condicionado para resfriar e desumidificar. O calor representa as horas em que as temperaturas estão acima do aceitável para o conforto. Isso ocorre principalmente durante o dia quando as aberturas das edificações devem ser protegidas contra a radiação solar direta pelo uso de sombreamento. A massa térmica das paredes deve ser pesada para retardar o tempo que o calor atravessa as superfícies das paredes,

---

<sup>51</sup> ROAF, Susan. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. Manuel Fuentes, Steplanie Thomas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

<sup>52</sup> BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

desde que associada à ventilação noturna no verão. Assim, o controle da radiação solar e a ventilação através do dimensionamento das aberturas devem responder a soluções arquitetônicas adequadas ao clima.

A ventilação natural nos períodos quentes reduz o calor das pessoas e do edifício, enquanto nos períodos frios troca o ar saturado dos ambientes. Para Bittencourt et al (2006)<sup>53</sup>, o fluxo de ar no interior dos espaços é determinado por alguns fatores, como a geometria e localização das aberturas e a posição de alguns componentes arquitetônicos, tais como as divisórias internas, mobiliários e sistemas de controle solar das janelas. Desta forma, o estudo do *layout* e o dimensionamento das aberturas influenciam no desempenho térmico dos ambientes, quanto mais entradas e saídas de ar maiores são as trocas de ar entre o interior e o exterior dos ambientes.

O movimento do ar acontece por diferenças de pressão, assim é possível se obter resfriamento nos períodos quentes por correntes naturais de convecção e movimento por pressão (BOWEN, 1983)<sup>54</sup>. A figura abaixo mostra que o lado da edificação que recebe a força do vento – barlavento –, sofre uma pressão positiva, enquanto a área protegida dos ventos – sotavento –, recebe pressão negativa. Com isso, percebe-se que o fluxo do vento pode ser manipulado pela geometria das aberturas e a volumetria da edificação.

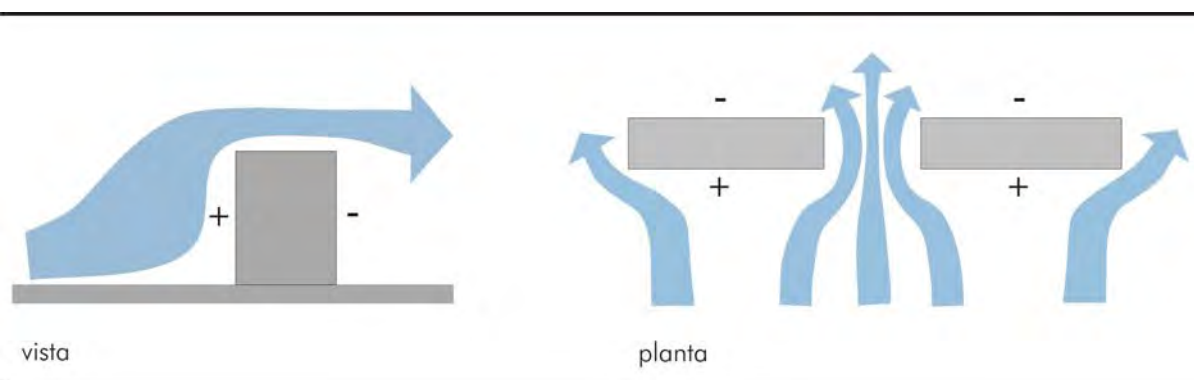


FIGURA 1.13 EFEITO DA PRESSÃO DO VENTO

<sup>53</sup> BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2006.

<sup>54</sup> BOWEN, A. **Design Guidelines on Lateral Airflow Through and Around Buildings**. Proceedings PLEA, Pergamon Press, 1983.

Nos períodos de calma, os diferentes sistemas de janelas como pivotante, basculante e outros, podem alterar as temperaturas internas através da movimentação de ar nos ambientes. Corbella et al (2003)<sup>55</sup> descreve que o movimento por diferença de temperatura acontece quando existem duas aberturas em diferentes alturas e se estabelece uma circulação de ar da abertura inferior para a superior, conhecido como efeito chaminé. Na figura 1.14 observa-se que as aberturas inferiores têm a função de captar o ar fresco do exterior, enquanto a abertura superior serve para retirar o calor do ambiente, tanto nas edificações térreas quanto nos edifícios em altura, com aberturas na parte superior da cobertura. É conveniente lembrar que o ar externo pode ser quente ou poluído, cabe ao arquiteto identificar os condicionantes do local para manipular essas variáveis.

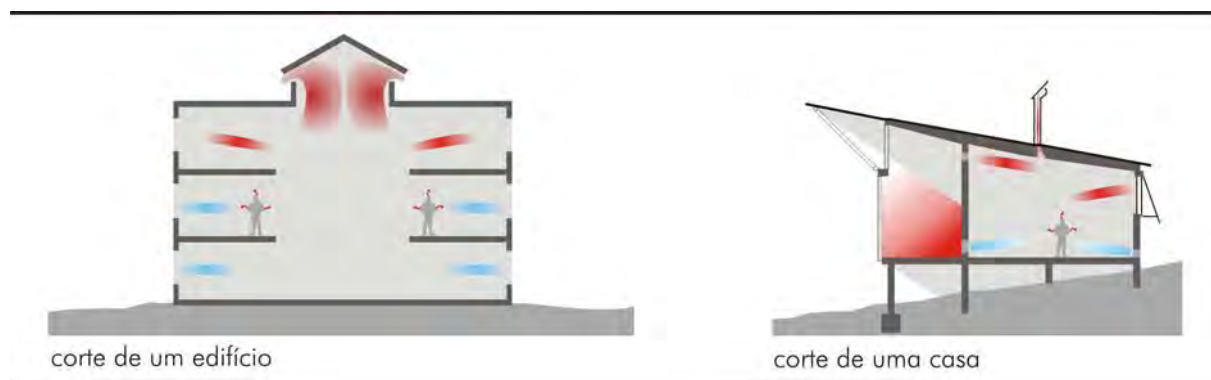


FIGURA 1.14 EFEITO CHAMINÉ

Outro recurso construtivo utilizado na ventilação passiva, quando há pouca diferença entre a temperatura interna e externa, é a ventilação dos ambientes pelo efeito do vento, chamado de ventilação cruzada (ENERGY RESEARCH GROUP, 1999)<sup>56</sup>. Esse mecanismo de ventilação natural, devido à diferença de pressão provocada pelo vento, ocorre quando o fluxo do ar atravessa transversalmente os ambientes. Caso haja apenas uma abertura a ventilação acontece unilateralmente. A figura 1.15 mostra o fluxo de ventilação natural, que remove o excesso de calor acumulado no interior da edificação produzido por pessoas, equipamentos e incidência solar.

<sup>55</sup> CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

<sup>56</sup> Energy Research Group. **A Green Vitruvius – Princípios e Práticas de Projeto para uma Arquitectura Sustentável**. Dublin, Irlanda: University College Dublin, 1999.



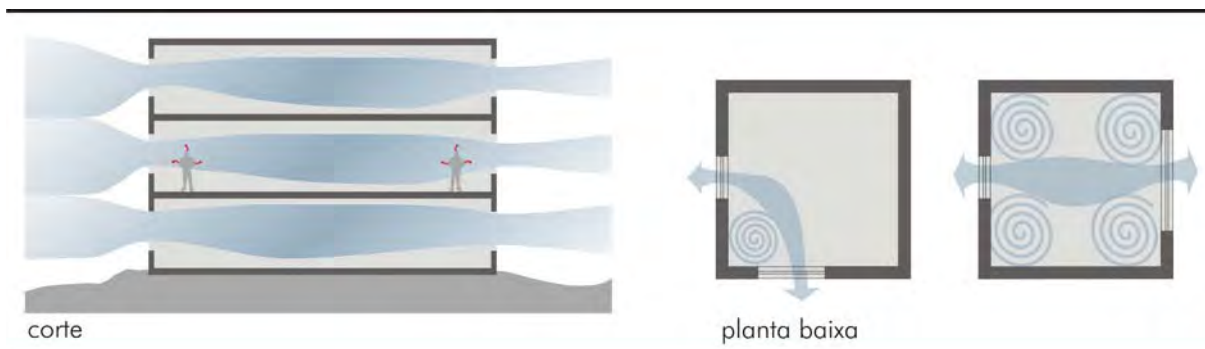


FIGURA 1.15 VENTILAÇÃO CRUZADA

A ventilação noturna é uma estratégia eficiente no período de calor, por trocar o ar quente e saturado do interior da edificação pelo ar fresco do exterior. Para Rivero (1985)<sup>57</sup>, quando o ambiente aproveita a fresca brisa noturna, em geral, o ocupante se sente confortável, pois o fluxo de ar sobre o corpo humano acelera as perdas de calor por convecção e evaporação do suor. A ventilação subterrânea, também é outro recurso construtivo que recolhe o ar fresco abaixo da terra para o interior dos ambientes, indicado, principalmente, em construções térreas em função da troca de calor nas tubulações e pressão do ar.

O controle da ventilação também pode ser obtido quando os ocupantes abrem e fecham às janelas e portas, isso influencia no número de trocas de ar por hora (ACH – *air changes per hour*) utilizado na avaliação do desempenho dos edifícios em estudo. Em alguns casos são necessárias estratégias de projeto por meio da desumidificação e do ar condicionado para resfriar. De acordo com Lamberts et al (2006)<sup>58</sup> a ventilação mecânica pode ser, basicamente de dois tipos, os exaustores e os ventiladores, o primeiro suga o ar quente e saturado, enquanto o segundo movimenta e “refresca” o ar sem alterar a temperatura do ambiente. O ar condicionado no clima de Porto Alegre é eficiente por reduzir a temperatura e o teor de umidade do ar. Em algumas edificações, como museus, cinemas e salas com computadores, são inevitáveis o uso desse equipamento, pois esses ambientes precisam controlar simultaneamente a temperatura e umidade do ar, independente das condições externas do clima.

<sup>57</sup> RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C.Luzzatto, UFRGS, 1985.

<sup>58</sup> LAMBERTS, Roberto; BATISTA, Juliana O. **Desempenho térmico de edificações**. Disciplina ECV 5161, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEEE. Florianópolis: UFSC, 2006.

As estratégias bioclimática de projeto, para a região climática de Porto Alegre, devem considerar a orientação solar e o tamanho das aberturas da edificação, tanto para atender as condições de frio quanto de calor. As aberturas das edificações influenciam no fluxo de calor dos ambientes, uma maneira de controlar o ganho de calor no verão é através do tamanho da área envidraçada e de sistemas de sombreamento, enquanto a perda de calor no inverno é controlada com o uso de vidros duplos e estanqueidade térmica para isolar o calor interno. Silva (2005)<sup>59</sup> desenvolveu um diagrama que auxilia no dimensionamento das janelas considerando a iluminação e a ventilação para o clima de Porto Alegre. A figura abaixo mostra dos dados de tamanho (pequeno, médio e grande), forma (horizontal, vertical e quadrada), sistema de controle solar (vertical e horizontal) e a orientação solar das janelas para o caso de Porto Alegre.

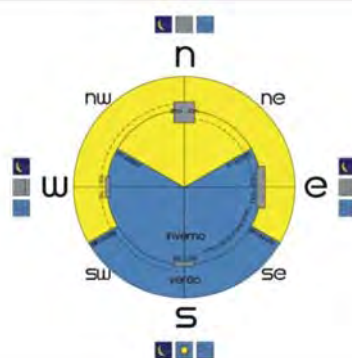


FIGURA 1.16 DIAGRAMA DO DESENHO DE JANELA

A figura 1.16 indica a orientação solar (rosa dos ventos) associada às 24 horas do dia, representada através de um relógio no sentido anti-horário. Assim, o círculo externo mostra que em Porto Alegre no período de verão o sol nasce às 5 horas e se põem às 19 horas, enquanto o círculo interno mostra que no inverno a aurora do sol é às 7 horas e o ocaso são às 17 horas. Em todas as orientações é recomendada a ventilação e o controle da radiação solar nas aberturas. Nas orientações leste e oeste a largura da janela determina o tamanho do sistema de sombreamento vertical em função do sol baixo e perpendicular a fachada, por outro lado, na orientação norte o sistema de controle solar é horizontal para proteger a janela do sol alto no verão e permitir a entrada do sol baixo no inverno.

<sup>59</sup> SILVA, Heitor C. **Recommendations for window design in Brazil subtropical climate**. Memórias Del IV Congreso Latinoamericano Confort y Eficiencia Energética en la Arquitectura, COTEDI. México: Universidad Autónoma Metropolitana, 2005.

Esse diagrama apresenta também o percentual de área de janela na parede inserida, através dos seguintes tamanhos: pequeno (5%-15%), médio (15%-25%) e grande (25%-40%). Na fachada sul a janela deve ser horizontal, alta e de tamanho pequeno, pois essa fachada recebe luz difusa, por isso não há a necessidade de sistema de sombreamento. Segundo o diagrama a fachada oeste deve ter tamanho pequeno com desenho vertical de janela, enquanto a fachada leste também deve ter desenho vertical, porém com tamanho médio de abertura, por considerar que a temperatura do ambiente é distinta nas primeiras horas do dia e no final da tarde. Na fachada norte, o desenho da janela pode ser variado com dimensões grandes durante todo período do ano.

Estudos desenvolvidos pelos irmãos Olgay (1957)<sup>60</sup> tratam das questões de sombreamento do ponto de vista do controle do calor no projeto arquitetônico, considerando os benefícios da energia térmica no inverno e a exclusão de calor excessivo no verão. Os autores identificaram diversas maneiras de controlar a entrada de sol através dos brises soleils, paredes cobogós, planos de coberturas, entre outros. A figura abaixo mostra exemplos de arquitetura que representam o domínio da orientação solar, do tamanho e posição das aberturas como parte da concepção formal, com o uso de controladores solares que evitam o superaquecimento nos períodos quentes, e em alguns casos, permite a entrada do sol nos períodos de inverno no interior dos ambientes.



FIGURA 1.17 EXEMPLOS DE SISTEMAS DE CONTROLE SOLAR

Fonte das imagens: Conjunto Residencial Pedregulho<sup>61</sup>, Edifício de Apartamentos<sup>62</sup>, Associação dos Moageiros<sup>63</sup>, Edifício FAM<sup>64</sup> e Pavilhão de Aulas<sup>65</sup>.

<sup>60</sup> OLGAY, Aladar; OLGAY, Victor. **Solar Control and Shading Devices**. New Jersey: Princeton University Press, 1957.

<sup>61</sup> Instituto Lina Bo e P. M. Bardí. **Afonso Eduardo Reidy**. Lisboa: Editorial Blau, 2000.

<sup>62</sup> Disponível em: < <http://www.mahfuz-alcantaragomes.org/inspiracoes/inspiracoes.html> > - Acesso 24/02/2008.

<sup>63</sup> BOESIGER, Willy. **Le Corbusier**. Bologna: Zanichelli, 1991.

As estratégias bioclimáticas de projeto visam à adequação da arquitetura ao clima local, em função disso o estudo das variáveis climáticas são dados que influenciam no conforto térmico dos ocupantes e no consumo de energia dos edifícios.

## CONCLUSÃO

Esse capítulo mostrou que através da carta psicrométrica e dos dados de temperatura e umidade se obtém diagnósticos do clima, do conforto e das estratégias bioclimáticas de projeto. O clima de Porto Alegre é classificado como temperado com condições climáticas não suficientemente extremas no verão e no inverno para que o desconforto não possa ser atendido nos edifícios. Os aspectos que afetam as condições do conforto térmico, variáveis ambientais e humanas, demonstraram que a zona de conforto varia de acordo com o uso ou atividade das pessoas nas edificações. Neste sentido, foi identificada uma faixa de temperatura de 16°C a 30°C para o conforto dos ocupantes nos edifícios residenciais. Na maior parte do ano o conforto pode ser atingido com estratégias bioclimáticas de projeto por meios passivos que permitem controlar o consumo de energia nas edificações.

O estudo bioclimático serve de base para a avaliação do desempenho térmico e energético dos edifícios residenciais. Ao se fazer um projeto de arquitetura a carta psicrométrica é utilizada em diferentes escalas do processo criativo. Os dados do clima delimitam uma série de variáveis arquitetônicas do local, o uso da edificação define as temperaturas de conforto em função da atividade desempenhada, e as estratégias bioclimáticas são as diretrizes de projeto utilizadas desde a implantação do edifício até a definição dos elementos arquitetônico como as aberturas.

Tendo compreendido as definições acima demonstradas, é apresentada, a seguir, a segunda parte do contexto referente à energia gasta para atingir o conforto e uma amostra dos edifícios residenciais construídos em Porto Alegre, para posterior submissão a metodologia proposta.

---

<sup>64</sup> MARQUES, Sergio M. **Filtro solar – fator paralelo 30: o FAM e a arquitetura moderna brasileira no sul**. In: Seminário Docomomo - A segunda idade do vidro: transparência e sombra na arquitetura moderna do cone sul americano 1930-70. Porto Alegre: PROPAPAR-UFRGS, 2006.

<sup>65</sup> Disponível em: < <http://www.mahfuz-alcantaragomes.org/inspiracoes/inspiracoes.html> > - Acesso 24/02/2008.

## 2. ENERGIA E HABITAÇÃO

---

Esse capítulo trata do contexto da investigação no que se refere ao consumo de energia e aos edifícios residenciais em Porto Alegre. É demonstrado o consumo energético faturado por classe no Brasil e a demanda no setor residencial. O estudo se baseia na relação das horas de conforto com o consumo energético gasto para manter os ambientes com temperaturas aceitáveis para o ocupante. Também são apresentados os edifícios residenciais em estudo e as influências das leis municipais nos aspectos do conforto e da energia no período em análise.

Para avaliar o desempenho térmico e energético nos edifícios residenciais, a discussão desse trabalho se baseia na quantificação do conforto por meio da avaliação da temperatura interna resultante da intermediação da envoltória edificada. Uma faixa de variação de temperatura é considerada aceita para o conforto. Acima ou abaixo dessa faixa sistemas artificiais são acionados e a energia consumida para recuperar a aceitação das temperaturas é quantificada.

A figura abaixo mostra a relação da temperatura (°C) com a energia (Wh) nas 24 horas do dia. Na avaliação dos edifícios residenciais, a energia despendida é nula quando as temperaturas internas aceitáveis para conforto variam entre 16°C a 30°C. Em situações com temperaturas acima de 30°C é necessário energia para resfriar, e temperaturas abaixo de 16°C o consumo de energia ocorre para aquecer o interior dos ambientes. As temperaturas aceitáveis para o conforto dos ocupantes e o consumo energético dos ambientes resultam, basicamente, de três fatores: variáveis climáticas, variáveis humanas e variáveis arquitetônicas.

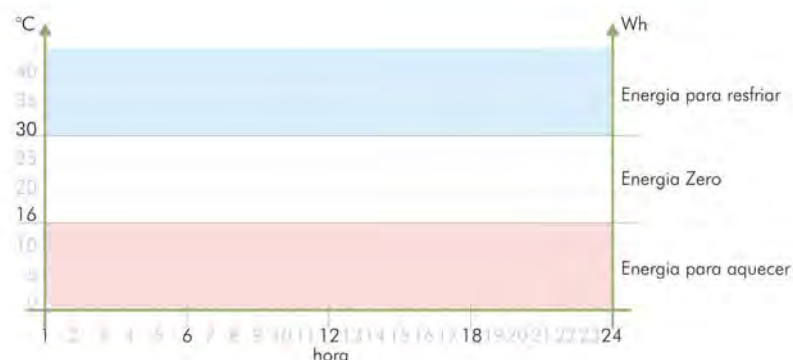


FIGURA 2.1 RELAÇÃO DA TEMPERATURA COM A ENERGIA NAS 24 HORAS

Os princípios da arquitetura bioclimática eram amplamente utilizados nas habitações até meados do século XX. A inexistência de tecnologias fazia com que os arquitetos considerassem as condições climáticas no projeto das edificações.

“Embora encontremos nesse período exemplos arquitetônicos notáveis nos quais se identifica a manutenção de princípios bioclimáticos históricos, os desenvolvimentos na área de sistemas estruturais, na produção do vidro e, posteriormente, no advento da luz elétrica contribuíram para retirar a função térmica do envoltório e passá-la aos sistemas mecânicos de aquecimento e refrigeração, e para substituir as aberturas na função de fontes de luz primária.”

(LAMBERTS et al, 2004)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: ProLivros, 2004.

## 2.1 CONSUMO ENERGÉTICO

Esse texto inicia com um apanhado geral a respeito dos recursos energéticos no Brasil, no que se refere ao consumo final faturado por classe, e a energia elétrica gasta no setor residencial da cidade em estudo.

A crise mundial do petróleo, na década de 70, levou ao aumento do preço da energia e despertou a consciência do consumo na sociedade brasileira (KNIJNIK, 1994)<sup>2</sup>. Em dezembro de 1985, o Governo Federal, por intermédio do Ministério de Minas e Energia, implementou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), cuja Secretaria Executiva é exercida pela Eletrobrás<sup>3</sup>. O PROCEL tem o objetivo de definir estratégias de redução e racionamento do uso da energia elétrica, assim como a eficiência energética dos aparelhos elétricos, através de certificações, combatendo seu desperdício.

Os recursos energéticos são fluxos de energia disponíveis na natureza, classificados basicamente, como recursos fósseis e renováveis, que podem ser usados para as necessidades do ser humano (ELETROBRÁS / PROCEL EDUCAÇÃO, 2006)<sup>4</sup>. Estudos mostram que as reservas de energia fóssil não são abundantes, além de ser um recurso finito. Os combustíveis fósseis, como fonte de energia, trazem inevitáveis conseqüências ao meio ambiente seja na sua exploração ou no seu consumo. Uma das soluções para atenuar e manter em limites aceitáveis esse problema é a utilização racional das fontes primárias de energia e, em geral, a eficiência energética em todas as etapas do uso da energia.

Países em desenvolvimento como o Brasil, têm um desperdício considerável na transmissão de energia, que é transportada por gasodutos, rodovias, ferrovias e outros meios. A energia fóssil, como o petróleo, acarreta perdas de energia no deslocamento de materiais construtivos, que poderiam ser evitadas com o uso de materiais construtivos locais. Toda energia extraída da natureza não se encontra na forma adequada para os usos finais, na maioria dos casos, é necessário o processo em centros de transformação,

---

<sup>2</sup> KNIJNIK, Roberto. **Energia e meio ambiente em Porto Alegre: bases para o desenvolvimento**. Porto Alegre: DMAE, 1994.

<sup>3</sup> Disponível em: < <http://www.eletrabras.gov.br> >- Acesso 18/07/2007.

<sup>4</sup> ELETROBRÁS/PROCEL EDUCAÇÃO. **Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações**. Itajubá, MG: FUPAI, 2006.

tais como refinarias, usinas hidrelétricas e carvoarias<sup>5</sup>. São as usinas hidrelétricas que aproveitam a energia mecânica da água para produção de energia elétrica. A energia elétrica também pode ser gerada através da energia eólica e cinética contida nas massas de ar em movimento (vento) por meio de turbinas eólicas. De qualquer forma, todos esses processos de transformação acarretam perdas de energia.

Dados do Balanço Energético Nacional (BNN)<sup>6</sup>, ano base de 2006, demonstram que o consumo de energia elétrica tem apresentado altas taxas de crescimento no Brasil. A figura 2.2 mostra que o setor industrial consome 47% do total, seguido do uso residencial, com 22% do consumo com energia elétrica. Observa-se uma queda nos anos de 2001 e 2002 decorrente das restrições impostas pelo racionamento de energia elétrica, que atingiu todas as classes consumidoras.

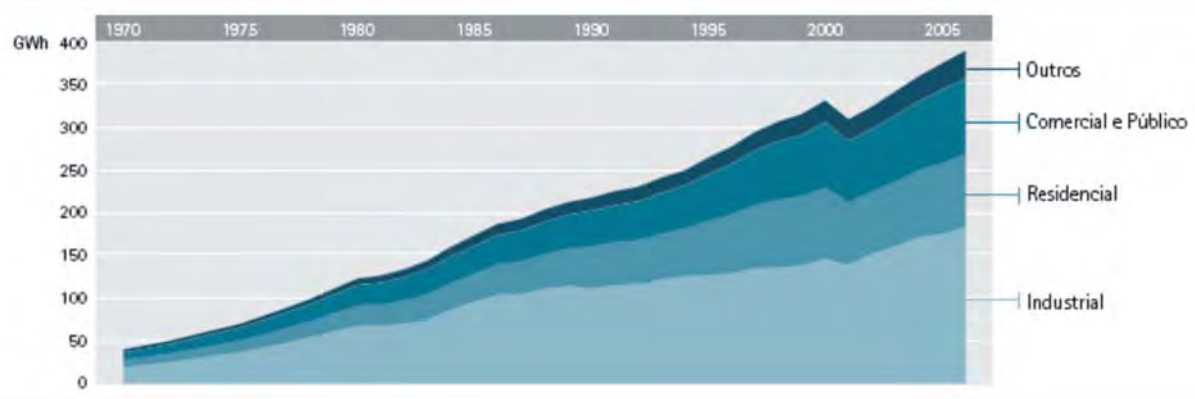


FIGURA 2.2 CONSUMO FINAL DE ENERGIA ELÉTRICA, BRASIL 1970 A 2006

Segundo Koenigsberger et al (1973)<sup>7</sup>, o clima interno de um ambiente precisamente controlado só pode ser obtido por meios ativos, que deve ter um dimensionado adequado dos equipamentos mecânicos, associado ao projeto arquitetônico de forma racional e sistemática, compatível com o *layout* dos ambientes para se obter o controle da energia consumida. Os sistemas de ar condicionado são inerentes em alguns ambientes como salas de espetáculos, laboratórios de informática entre outros. Cabe ao arquiteto, avaliar o uso da edificação, que combine de forma

<sup>5</sup> Disponível em: < <http://www.mme.gov.br> >- Acesso 26/10/2008.

<sup>6</sup> MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional 2007**. Brasília, DF, Brasil, 2006.

<sup>7</sup> KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, Alan; SZOKOLAY, S. V. **Manual of tropical housing and building. Part one: Climatic design**. London: Longman Group Limited, 1973.



adequada as estratégias bioclimáticas de projeto por meios passivos e ativos, para prover conforto térmico aos ocupantes.

As estratégias bioclimáticas de projeto por meios ativos indicadas na carta psicrométrica de Givoni têm a função de resfriar e aquecer os ambientes, necessário quando as temperaturas estão fora da faixa de conforto. Lamberts et al (2004)<sup>8</sup> descreve que o arquiteto pode racionalizar o uso de energia nos edifícios se conseguir reduzir o consumo para iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água. Os edifícios residenciais são ideais para o uso de sistemas naturais de condicionamento ambiental, visto que os ambientes são compartimentados e os dormitórios são utilizados, normalmente, no período da noite.

Para Achão (2003)<sup>9</sup>, a energia elétrica no setor residencial é utilizada por equipamentos domésticos e para o condicionamento ambiental, como o ar condicionado. A figura 2.3 apresenta o consumo de lenha, gás liquefeito de petróleo (GLP), eletricidade e outros consumos no setor residencial. Nota-se que de 1970 até 2006 o consumo com lenha vem diminuindo, enquanto o consumo com eletricidade vem aumentando. A autora destaca ainda que são os equipamentos de ar condicionado e ventilador, usados para refrigerar os ambientes, os responsáveis pelo alto consumo de energia na região Centro-Sul do Brasil.

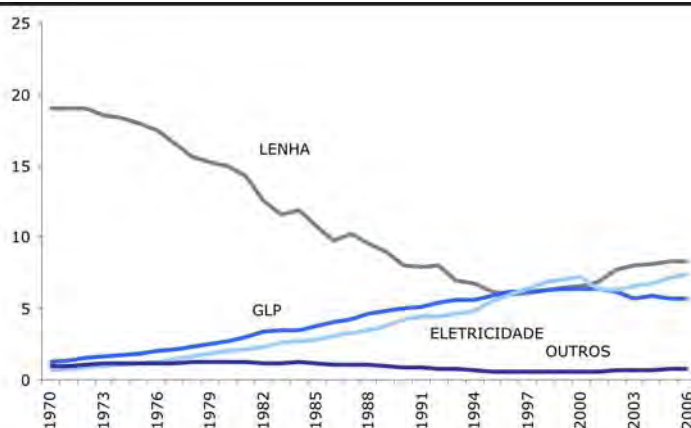


FIGURA 2.3 CONSUMO FINAL NO SETOR RESIDENCIAL

<sup>8</sup> LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: ProLivros, 2004.

<sup>9</sup> ACHÃO, Carla da C. L. **Análise da Estrutura de Consumo de Energia pelo Setor Residencial Brasileiro**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação de Engenharia em Ciência do Planejamento Energético – COPPE. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

Segundo informações da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE)<sup>10</sup>, na cidade de Porto Alegre em 2007, o gasto com energia elétrica no setor residencial foi responsável por 38% do consumo total na cidade. A figura 2.4 mostra que 40% equivalem ao comércio, serviço e outras atividades, 10% a indústria, 6% ao poder público e 3% a iluminação pública e setor público. Os edifícios residenciais em Porto Alegre têm se tornado “energizados” com a utilização de áreas envidraçadas, como as sacadas fechadas com vidro, cujo ambiente interno é manipulado pelo uso de ar condicionado, principalmente no verão.

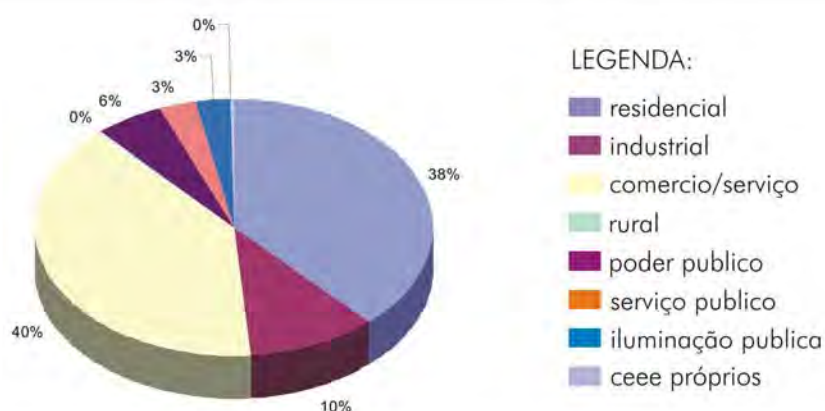


FIGURA 2.4 CONSUMO DE ENERGIA FATURADA POR CLASSE EM PORTO ALEGRE

A partir dos dados faturados por classe a CEEE registra a quantidade de unidades consumidoras por setor e seu respectivo consumo de energia mensal. Verifica-se na figura 2.5 que os três meses com consumo elétrico mais elevado do ano de 2007 ocorreu em janeiro, abril e agosto. O mês de janeiro tem uma quantidade de unidades consumidoras de 459.000 e consome 107.000.000kWh, esse consumo foi o mais elevado em 2007. O mês de janeiro é um período de férias com menos pessoas para consumir energia. Dessa forma, o alto gasto com energia no mês de janeiro, normalmente o mês mais quente, pode corresponder ao elevado número de consumo energético, gasto com ar condicionado, produzido por horas de desconforto das pessoas.

<sup>10</sup> Documento DGCOM/2008-1255 Consumo faturado por classe. Divisão Comercial, Departamento de faturamento e arrecadação da Companhia Estadual de Energia Elétrica (CEEE).

Mês / 2007	Instalações	Consumo (KWh)
janeiro	459.022	107.484.513
fevereiro	458.949	93.985.087
março	459.051	97.835.901
abril	460.176	105.864.030
maio	460.801	99.285.983
junho	461.159	100.924.876
julho	461.485	101.797.027
agosto	462.114	107.309.672
setembro	462.636	97.466.036
outubro	463.176	92.386.686
novembro	463.688	92.058.994
dezembro	463.825	89.375.585

FIGURA 2.5 CONSUMO DE ENERGIA NO SETOR RESIDENCIAL EM PORTO ALEGRE

Essa quantificação da energia, figura 2.5, gasta pelos ocupantes, pode ser reduzida a partir de hábitos pessoais e medidas administrativas simples como desligar a iluminação, controlar o funcionamento de aparelhos de ar condicionado, utilizar luminárias e lâmpadas mais eficientes para reduzir o desperdício e o uso irracional de energia (ELETROBRAS/PROCEL, 2002)<sup>11</sup>. As diretrizes construtivas devem considerar a qualidade arquitetônica associada ao conforto e a conservação de energia, procurando obter o máximo de benefício das condições naturais por meios passivos, utilizando-se dos recursos mecânicos ou elétricos apenas nas condições adversas do clima.

A necessidade de uma normalização sobre desempenho térmico e energético de edificações, adaptada a realidade brasileira, foi discutida no I Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, realizado em Gramado/RS, no ano de 1990 (GHISI et al, 2003)<sup>12</sup>. Neste sentido, realizou-se em 1991 o I Encontro Nacional de Normalização Ligada ao Uso Racional de Energia e ao Conforto Ambiental em edificação na cidade de Florianópolis. De acordo com Ghisi et al (2003) nesse encontro foram elaborado textos delimitando as diretrizes básicas para o desenvolvimento da normalização brasileira.

Em março de 1993 os textos foram apresentados ao Comitê Brasileiro de Construção Civil (COBRACOM), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Em outubro do mesmo ano, Barbosa e Lamberts publicaram uma comunicação técnica

<sup>11</sup> ELETROBRÁS/PROCEL. **Manual de prédios eficientes em energia elétrica**. Rio de Janeiro: IBAM - ELETROBRÁS/PROCEL, 2002.

<sup>12</sup> GHISI, Enedir; LAMBERTS, Roberto; ROZIR, Maurício, PEREIRA, Fernando O. R.; SOUZA, Mauricy C. R. **Normalização em conforto ambiental: desempenho térmico, lumínico e acústico de edificações**. Porto Alegre: Coletânea Habitare, 2003.

no Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído contendo sete textos base para serem considerados no desenvolvimento de normas brasileiras de desempenho térmico e energético de edificações. Os textos foram debatidos por meio das listas de discussões e reuniões com os profissionais e pesquisadores da área durante 1996, 1997 e 1998 (GHISI et al, 2003). Em janeiro de 2003 foi aprovada pela Comissão de Estudo o volume conclusivo das cinco partes referentes à térmica, são elas: (1) Definição, símbolos e unidades; (2) Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações; (3) Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social; (4) Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida; e (5) Medição da resistência térmica e da condutividade térmica em regime estacionário pelo método fluximétrico<sup>13</sup>.

Em julho de 2009 a Eletrobrás, por meio do Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) lançaram, em São Paulo, a Etiqueta de Eficiência Energética para edifícios comerciais, de serviços e públicos.

“Para receber a etiqueta, as edificações são avaliadas em três níveis de eficiência: envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. O objetivo é diminuir o ganho de calor pela envoltória do edifício e, ao mesmo tempo, aproveitar melhor a iluminação e a ventilação natural, levando a um consumo menor de energia elétrica, além de incentivar o uso racional de água e de energia solar<sup>14</sup>.”

A invenção do sistema de ar condicionado esta vinculada por muitos como uma liberação do arquiteto das limitações climáticas (MARSH, 1997)<sup>15</sup>. É lamentável que os sistemas de climatização não sejam contemplados no projeto arquitetônico ficando a cargo do projeto complementar específico. Afinal, em tempo de necessária conservação de energia, o conforto térmico pode e deve ser planejado como parte do projeto arquitetônico, pensado de modo a evitar o desperdício de energia na construção.

Cabe destacar, que o consumo de energia medido nas avaliações dos edifícios residência em Porto Alegre se refere ao consumo gasto com aparelho de ar condicionado obtido em *watts*/hora, associado a um termostato com temperaturas de 16°C a 30°C.

<sup>13</sup> Disponível em: < <http://www.labee.ufsc.br/conforto/index.html> >- Acesso 26/10/2008.

<sup>14</sup> Disponível em: < <http://www.eletobras.com> >- Acesso 13/07/2009.

<sup>15</sup> MARSH, Andrew J. **Performance analysis and conceptual design**. Tese de doutorado, School of Architecture and Fine Arts. Australia: The University of Western Australia, 1997.

## 2.2 EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Essa parte do texto apresenta os edifícios residenciais em estudo e a influência das leis municipais, do período de 1970 a 2000, referente aos aspectos de conforto e de conservação de energia nas habitações.

Desde os tempos primitivos o homem e os animais procuram abrigos para proteção e moradia. Florensa et al (1995)<sup>16</sup> descreve que em etapas sucessivas o homem aprende a proteger-se do clima e dos animais, construindo os primeiros refúgios elementares como as cabanas ou utilizando cavernas naturais. A figura abaixo mostra que a habitação é uma tipologia que vem se modificando numa constante exigência relacionada ao conforto e ao bem estar dos seus ocupantes, com suas particularidades conforme o clima local e a cultura de cada povo.



FIGURA 2.6 EXEMPLO DE HABITAÇÕES PRIMITIVAS

Fonte: Adaptação a partir de Behling et al (2002)<sup>17</sup>

Nos últimos trinta ou quarenta anos, os planos diretores e os códigos de edificações de Porto Alegre tratam do conforto ao determinar o acesso de ar fresco e a iluminação nos recintos. Todavia, essas leis apontam diretrizes para as edificações independentes das variáveis do microclima local. Tanto para determinar o tamanho de uma janela quanto o dimensionamento da volumetria de um edifício, por exemplo, os regulamentos construtivos não consideram a orientação solar em função do acesso de radiação solar e do fluxo dos ventos nos edifícios residenciais.

“No passado, procurava-se esquivar da corrente do ar, evitando o temeroso miasma, e a ventilação seria a forma de controlar a insalubridade... depois, renovar o ar se tornou a palavra de ordem, e ventilar uma maneira de proporcionar alívio. Antes, buscava-se a máxima insolação para tirar proveito da assepsia promovida pelos raios solares; depois, o problema se tornou o excesso de sol nos aposentos.”

(SEGAWA, 2003)<sup>18</sup>

<sup>16</sup> FLORENSA, Rafael S; ROURA, Helena C. **Arquitectura y energía natural**. Barcelona: Edicions UPC, 1995.

<sup>17</sup> BEHLING, Sophia; BEHLING Stefan. **Sol power: La evolución de la arquitectura sostenible**. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

Ao longo das décadas de 70, 80 e 90, Porto Alegre teve três Planos Diretores (PD): o PD de 1961, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de 1979 e o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) de 1999 (ABREU, 2006)<sup>19</sup>. Os aspectos construtivos dos Planos Diretores referentes às condições de ventilação e insolação nos edifícios são: (1) altura e recuos do edifício no lote e (2) áreas não-adensáveis de terraços, balcões e sacadas. Esses aspectos das legislações urbanísticas influenciam nas melhorias das condições ambientais das habitações.

O PD, Lei 2330 de 1961<sup>20</sup>, determinava que a divisão dos lotes deveria ser feita de forma a evitar o poço de iluminação e ventilação, com recuos laterais mínimos de três metros o que equivale a 1/3 (cerca de 33%) da altura da edificação. Já no PDDUA, Lei 434 de 1999<sup>21</sup>, o regime volumétrico estabelece que os recuos laterais e de fundo, devem ter, no mínimo, 18% da altura da edificação ou um mínimo de três metros. Essa relação dos recuos com a altura da edificação demonstra que o PDDUA de 1999 reduziu a permeabilidade entre os lotes e permitiu a verticalização do regime volumétrico na cidade.

No PDDU, Lei 43 de 1979<sup>22</sup>, as áreas de terraço, balcão e sacada eram áreas não-adensáveis desde que fossem abertas. Isso foi modificado pelo artigo 107 do PDDUA, que permitiu o fechamento envidraçado dessas áreas, até o limite de 2,50m de profundidade em relação à face externa do peitoril e projetada sobre os recuos laterais, mantendo-as como áreas não-adensáveis. O que ocorre é que os projetos arquitetônicos são aprovados considerando a sacada como área não-adensável e, em geral, após o habite-se as sacadas dos edifícios são literalmente fechadas com vidros, o que interfere nas questões de permeabilidade, ventilação, iluminação, densidade e geometria dos ambientes.

Neste mesmo período de 70 a 2000, três códigos de edificações vigoraram em Porto Alegre: o Código de Obras de 1959, de 1973 e o Código de Edificações de 1992.

---

<sup>18</sup> SEGAWA, Hugo. **Clave do Sol: notas sobre a história do conforto ambiental**. In: ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre, Brasil, 2003.

<sup>19</sup> ABREU, Silvio B. de. **Porto Alegre como cidade ideal: planos e projetos urbanos para Porto Alegre**. Tese de doutorado, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura – PROPAR. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

<sup>20</sup> **Plano Diretor de Porto Alegre – Lei 2330 de 1961**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1961.

<sup>21</sup> **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre – Lei Complementar 434 de 1999**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1999.

<sup>22</sup> **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Porto Alegre – Lei Complementar 43 de 1979**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1979.

As alterações legais desses códigos, que interferem na análise dessa investigação, se referem aos “tipos edifícios e atividade” dos edifícios residenciais, no que diz respeito aos compartimentos e aos vãos de iluminação e ventilação natural, que não consideram a trajetória do sol nem o fluxo dos ventos de Porto Alegre.

O Código de Obras, Lei 2047 de 1959<sup>23</sup>, exigia áreas mínimas nos compartimentos dos edifícios residenciais. Os compartimentos de permanência prolongada diurna (salas de jantar, estar, cozinhas e etc) deveriam ter áreas mínimas de 12m<sup>2</sup>, assim como o primeiro compartimento de permanência prolongada noturna (dormitório). Para os demais dormitórios o tamanho mínimo era de 9m<sup>2</sup>, de tal forma, que no seu piso pudesse ser traçado um círculo com diâmetro de 2,50m. O pé-direito determinado era de 2,80m em todos os compartimentos, que passou para 2,60m nos códigos seguintes.

Quando entrou em vigor o Código de Edificações, Lei 284 de 1992<sup>24</sup>, o artigo 116 passou a não exigir áreas mínimas nos compartimentos, o que em geral, reduziu as áreas totais dos apartamentos. Isso influencia nos aspectos qualitativos dos ambientes, visto que os empreendedores aumentam o número de unidades por pavimento, o que, em alguns casos, prejudica nas questões de geometria de planta principalmente quando os apartamentos se restringem a uma única orientação solar.

Os vãos de iluminação e ventilação do Código de Obras, Lei 3615 de 1973<sup>25</sup>, mantiveram as mesmas exigências do código de 1959, que estabelecia tamanhos mínimos de abertura para dormitórios (1/5) e sala (1/7), baseados na área de piso do compartimento. O Código de Edificações de 1992 estabelece vãos de tamanhos diferentes para iluminar e ventilar, que correspondem a 1/6 para iluminação e 1/12 para ventilação natural. Esse mesmo código descreve que os vãos de iluminação e ventilação devem ter proteção térmica<sup>26</sup> quando a área de abertura for superior a 40% da parede nos dormitórios. Cabe destacar que o código de 1979 considera as variáveis de ocupação do dormitório e da sala para determinar o tamanho da abertura, enquanto o código de 1992 considera as variáveis ambientais como a radiação solar e a ventilação.

---

<sup>23</sup> **Lei, Decreto e Atos de julho a dezembro de 1959: Código de Obras de Porto Alegre.** Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1959.

<sup>24</sup> **Lei complementar n. 284 de 27 de outubro de 1992: Código de Edificações de Porto Alegre.** Porto Alegre: CORAG, 1992.

<sup>25</sup> **Lei n. 3615 de 1973: Código de Obras de Porto Alegre.** Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1973.

<sup>26</sup> Para efeito do artigo 99 consideram-se como proteção térmica e luminosa as gelsias, venezianas, sacadas, quebra-sóis, toldos, marquises, beirais e assemelhados (Código de Edificações, 1992).

Os três códigos abordados não consideram a trajetória do sol nem o fluxo dos ventos de Porto Alegre, ou seja, ao estabelecerem os tamanhos das janelas dos cômodos não é feito o exame da qualidade e quantidade de iluminação e ventilação natural. É lamentável que os códigos de edificações não assegurem horas de conforto e a eficiência energética dos ambientes, assim como a qualidade espacial das habitações.

Os edifícios selecionados para a avaliação do desempenho térmico e energético são de apartamentos com dois e três dormitórios, típicos da produção corrente na cidade de Porto Alegre. Trata-se de edifícios de 1970 a 2000 divulgados em folhetos publicitários de diferentes fontes. Dessa forma, se tem um panorama qualitativo e quantitativo das construções residenciais multifamiliares em Porto Alegre.



FIGURA 2.7 MAPA DE PORTO ALEGRE COM A LOCALIZAÇÃO DOS EDIFÍCIOS EM ESTUDO

A figura acima mostra a localização dos seis edifícios residenciais em estudo. Nota-se que cada edifício se localiza em uma condição distinta da cidade, influenciada pelo microclima particular de cada região. Outra característica que deve ser observada é que essa técnica de amostragem é não-probabilística, e, classificada segundo Malhotra (2006)<sup>27</sup> como uma “amostra por julgamento”. Isso significa que a escolha dos edifícios foi feita com base no julgamento do pesquisado, visto que os considera representativos e apropriados para a investigação.

<sup>27</sup> MALHOTRA, Naresh. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Brookman, 2006.



Para Maciel (2004)<sup>28</sup>, o problema ocorre quando os condicionantes do local são considerados pouco relevantes frente a importância da resolução funcional. Em consequência, pode-se encontrar na cidade soluções arquitetônicas exatamente iguais em circunstâncias completamente distintas. É importante notar, ainda, que a cidade de Porto Alegre apresenta diferentes microclimas influenciados pela massa de água no limite Oeste do Lago Guaíba e pelas massas verdes dos parques, ruas e praças espalhados na cidade.

A figura 2.8 mostra os edifícios listados para este estudo e os dados referentes ao ano de aprovação, a área útil dos apartamentos e os números de dormitórios, de pavimentos, de apartamentos. Esses edifícios serão submetidos à avaliação do desempenho térmico e energético conforme a metodologia abordada no próximo capítulo. Nota-se na figura abaixo que o número de pavimentos que corresponde à altura das edificações aumentou no período de trinta anos.

Nome do Edifício	Ano de aprovação	Número de dormitórios	Número de pavimentos	Número de apartamentos	Área útil (m <sup>2</sup> )
San Antônio	1978	dois	três	nove	77,32
Monte Arabelo	1974	três	quatro	dezesesseis	118,80
Vila Real	1986	dois	três	nove	67,10
Trevo	1983	três	quatro	oito	93,67
L'Adresse	1997	dois	seis	doze	53,51
Conde de Aviantes	1997	três	sete	sete	158,02

FIGURA 2.8 DADOS DOS EDIFÍCIOS ANALISADOS

A organização básica dos apartamentos é dividida em cômodos - quarto, sala, cozinha e banheiro - organizados em zona social, íntima e de serviço. O setor social do apartamento é concebido, normalmente, como um espaço de lazer para receber as pessoas, assistir televisão, escutar música e fazer refeições. Dependendo da geometria e do tamanho do ambiente, alguns apartamentos têm vinculado ao espaço da sala o lavabo e a sacada. Os compartimentos do setor íntimo são os dormitórios, os banheiros e, eventualmente, um gabinete ou estar íntimo. As atividades desses compartimentos são

<sup>28</sup> MACIEL, Ângela Becker. **Variações programáticas e aspectos distributivos: uma análise de apartamentos em Porto Alegre.** Dissertação de mestrado, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura – PROPAR. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

relacionadas a dormir, fazer higiene e outras. Enquanto no setor de serviço a atividade básica esta relacionada com o trabalho doméstico, como preparar as refeições, estocar os alimentos, lavar e passar roupas, etc. Nesse setor encontram-se a cozinha, a lavanderia e, eventualmente, o sanitário e dormitório de empregada. As diferenças da composição tripartida – íntimo, social e serviço - ocorrem nas dimensões e no número de compartimentos em função do poder aquisitivo do usuário (TRAMONTANO, 1998)<sup>29</sup>.

As figuras 2.9 e 2.10 mostram a metragem das áreas do setor íntimo, social e serviço dos apartamentos selecionados. Para a montagem dessas figuras foram consideradas as áreas dos dormitórios, sala e serviço. Cabe destacar que a amostra se limita aos seis edifícios em estudo, que representam parte dos apartamentos do mercado mobiliário de cada década. Desta forma, fez-se uma generalização com o objetivo de estender os resultados da observação de alguns casos possíveis, sendo uma proposição de caráter geral, conforme mostra as figura 2.9 e 2.10.

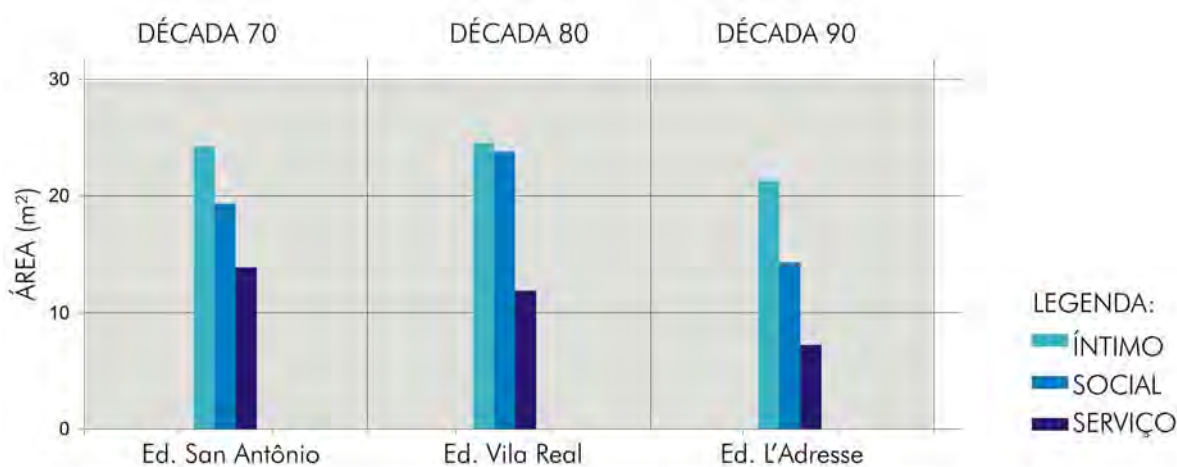


FIGURA 2.9 ÁREAS POR SETORES DOS APARTAMENTOS DE DOIS DORMITÓRIOS

A figura 2.9 demonstra que houve uma redução na área social e de serviço no período entre 70 a 90 dos apartamentos de dois dormitórios. No setor de serviço essa redução pode ter ocorrido porque os apartamentos da década de 70 tinham sanitários e dormitórios de empregada, visto que na década de 80 tinham apenas o sanitário de serviço, enquanto na década de 90 esse setor é composto apenas pela cozinha e a lavanderia. Quanto à área social, os apartamentos da década de 70 e 80 têm áreas

<sup>29</sup> TRAMONTANO, Marcelo. **Habitações, metrópoles e modos de vida: por uma reflexão sobre a habitação contemporânea.** Secretaria de Estado da Cultura. São Paulo: Instituto dos Arquitetos do Brasil, 1998.

mais generosas comparativamente com os apartamentos da década de 90, porém nesse período houve uma proliferação de sacadas com churrasqueira permitindo a expansão da sala. É importante lembrar que na década de 90 o plano diretor permitiu a expansão do estar com o uso do fechamento envidraçado nas sacadas, sem considerar a influência do desempenho térmico e energético nos ambientes. As áreas do setor íntimo se mantiveram praticamente com os mesmos tamanhos nas três décadas, com uma redução do tamanho na década de 90, em função da não exigência de áreas mínimas no código de edificações de 1992.

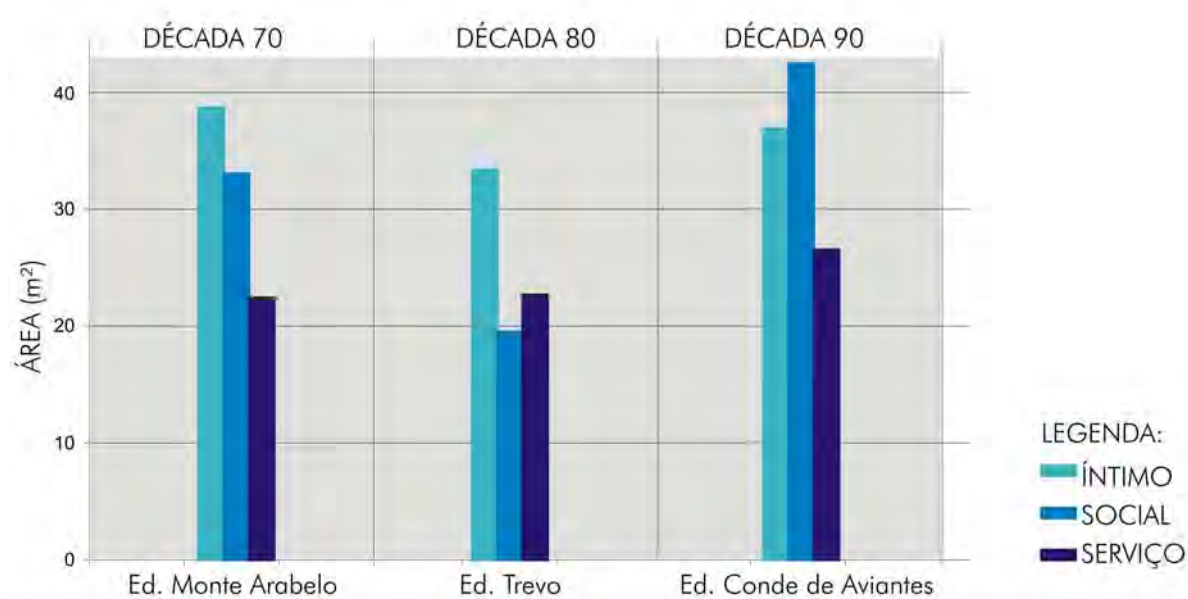


FIGURA 2.10 ÁREAS POR SETORES DOS APARTAMENTOS DE TRÊS DORMITÓRIOS

A figura 2.10, referente aos apartamentos de três dormitórios, mostra que houve uma redução nas áreas dos apartamentos das décadas de 70 a 90, com exceção do edifício Conde de Aviantes, que tem áreas elevadas por ter um apartamento por pavimento, diferente dos demais. A redução no setor íntimo da década de 80 pode ser justificada com a inserção do sanitário nos dormitórios, que agrega valor no imóvel, mesmo em detrimento da redução do dormitório. Quanto ao setor social, o apartamento da década de 70 e 90 tem áreas maiores que o apartamento da década de 80, visto que a sacada do apartamento de 90 ao integrar-se com a sala amplia o ambiente. O setor de serviço se manteve praticamente com a mesma área, ou seja, até o final dos anos 90 os apartamentos de três dormitórios mantiveram o sanitário e dormitório de empregada.

Conforme demonstra as figuras 2.9 e 2.10 os tamanhos dos compartimentos nas décadas de 70, 80 e 90 se modificaram, ou seja, o fim da exigência de áreas mínimas nos compartimentos do código de edificações de 1992 repercutiu nos tamanhos dos ambientes. Outra alteração nos códigos de edificações desse período foi o tamanho das aberturas. Ao determinar os tamanhos mínimos para os vãos de iluminação e ventilação os códigos de edificações devem considerar que as janelas e as portas são responsáveis pelo maior fluxo de calor entre o exterior e interior dos ambientes. Cabe destacar que os compartimentos em análise, na avaliação do desempenho térmico e energético, são os dormitórios e a sala por demandarem sistemas artificiais de climatização.

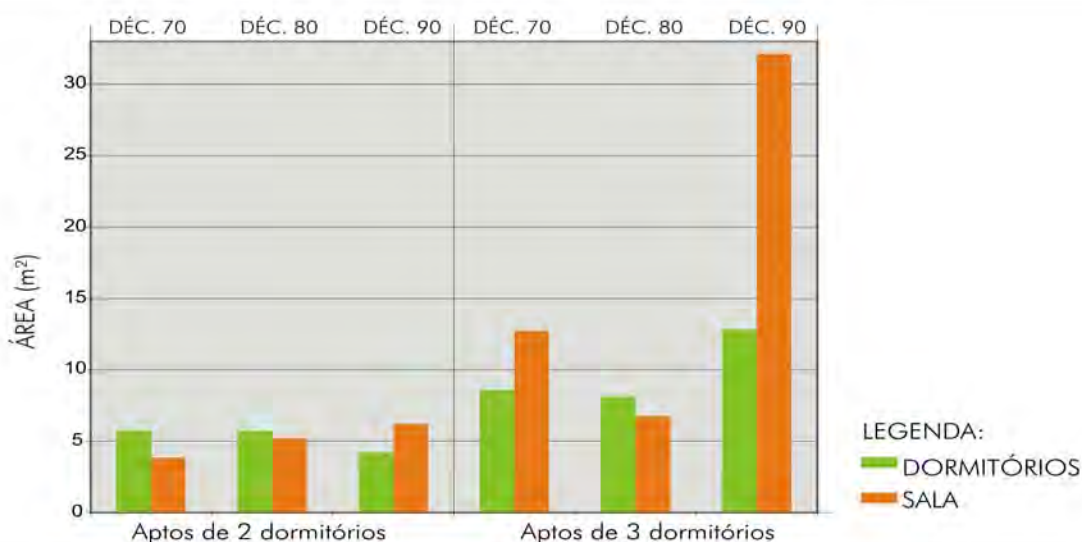


FIGURA 2.11 ÁREAS DAS ABERTURAS DOS APARTAMENTOS

A figura acima mostra os tamanhos em metro quadrado das aberturas dos dormitórios e das salas dos edifícios residenciais em estudo. Tem-se, portanto, uma generalização do dimensionamento das aberturas como exemplos utilizados nas três décadas em análise. Observa-se na figura 2.11 que nos apartamentos de dois dormitórios as aberturas da sala aumentaram de tamanho ao longo das décadas, enquanto as aberturas dos dormitórios se mantiveram praticamente com a mesma dimensão nas décadas de 70 e 80 com uma redução no tamanho na década de 90. Nos apartamentos de três dormitórios as aberturas dos dormitórios e salas reduziram da década de 70 a 80, com exceção da década de 90 que tem áreas de sacadas envidraçadas. É importante lembrar que essa amostra dos edifícios em estudo representa uma pequena parcela das unidades de habitação coletiva.

A habitação é um espaço para morar capaz de abrigar a rotina de uma família e deve prover conforto adequado aos seus ocupantes. Para quantificar as horas de conforto e o gasto energético nos edifícios residenciais, é necessário estabelecer, entre outros aspectos, as variáveis humanas de ocupação, como a atividade e o número de pessoas que ocupam determinados ambientes. Para isso, foi considerada a rotina típica de uma família com duas pessoas nos dormitórios e quatro pessoas na sala. Essas variáveis humanas associadas às variáveis climáticas e arquitetônicas da envoltória dos edifícios residenciais, na região climática de Porto Alegre, são submetidas à metodologia de avaliação na próxima parte do estudo.

## CONCLUSÃO

Esse capítulo identificou que o consumo energético no setor residencial representa um percentual considerável na cidade de Porto Alegre, sendo que o mês de janeiro tem o maior consumo que pode ser atribuído ao desconforto dos ocupantes nas residências. O estudo apontou que os edifícios residenciais em Porto Alegre, nos últimos 30 ou 40 anos, passaram por mudanças legais (Planos Diretores e Códigos de Edificações), que marcaram alterações construtivas nos compartimentos e na volumetria das edificações. Ao mesmo tempo, essas leis municipais apontam diretrizes para as edificações, independentes das variáveis do microclima local. Conclui-se também que para contabilizar as horas com temperatura de conforto e o consumo de energia é necessário estabelecer, nos edifícios selecionados, a rotina de uma família típica, que considere as variáveis de ocupação (carga térmica das pessoas), nos compartimentos que demandam sistemas de condicionamento artificial, dormitórios e sala.

Pode-se concluir ao final do contexto desse estudo que para se analisar as horas com temperatura de conforto e o consumo energético nas edificações são necessários avaliar o clima do local e identificar a zona de conforto, assim como examinar as estratégias bioclimáticas de projeto para determinar as diretrizes construtivas. Assim, a qualificação do desempenho térmico e energético considera a análise das variáveis ambientais sob as variáveis humanas e as variáveis de arquitetura, desde a implantação até as características dos elementos construtivos.

A partir do conteúdo apresentado no contexto dessa investigação, segue, na seqüência desse trabalho, a proposta metodológica para a avaliação do conforto e da energia nos edifícios residenciais em Porto Alegre.

### 3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

---

O capítulo três apresenta a metodologia para avaliar o conforto e a energia em edifícios residenciais, no contexto dessa pesquisa. A avaliação do desempenho térmico e energético é baseada no zoneamento bioclimático para a região de Porto Alegre. É utilizada uma ficha que identifica variáveis quantitativas e qualitativas para uma edificação e a combinação dessas variáveis possibilita verificar os resultados de horas de conforto e do consumo energético, para posterior classificação de conforto e energia do edifício. Estabelecida a metodologia, um caso é examinado como experimentação.

O conteúdo desse capítulo está organizado em três partes: (1) ficha de avaliação dos edifícios residenciais, (2) conceitos e definições dos tópicos de análise e (3) exemplo da aplicação da metodologia de avaliação. A metodologia adotada considera os efeitos da radiação solar e da ventilação nas edificações. Esses efeitos são o conforto dos usuários no ambiente construído e o consumo energético para atingir conforto.

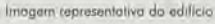
A estrutura metodológica utilizada para o desenvolvimento da ficha de avaliação considerou que os documentos do projeto arquitetônico e os estudos bioclimáticos do local são os dados preliminares para avaliação de desempenho. Por meio de simulação computacional foi calculado o número de **horas com temperatura aceitável para o conforto** (HTC) e o **consumo energético** (CE) com o objetivo de se obter uma matriz com os resultados da combinação dos parâmetros adotados. Os resultados das HTC e do CE são baseados na combinação dos quatro parâmetros de análise da variável abertura: tamanho, orientação solar, sombreamento e ventilação.

A partir dessa estrutura metodológica foi desenvolvida uma ficha de avaliação do desempenho térmico e energético para edifícios residenciais. A metodologia considera as HTC e o CE obtidos por simulações computacionais para uma combinação dos parâmetros quantitativos e qualitativos. Os resultados do apêndice A e B são válidos somente para dois ambientes, dormitório e sala, considerando as variações dimensionais e dados de ocupação estabelecidos no método adotado, conforme mostra página 56.

O método adotado para avaliar o desempenho térmico e energético permite também uma análise paramétrica onde alguns dados servem de base para a discussão do trabalho. Os dados climáticos da cidade de Porto Alegre, assim como as estratégias bioclimáticas de projeto para atingir o conforto térmico, são considerados constantes nas análises. A avaliação é restrita aos edifícios residenciais, e os parâmetros adotados referem-se aos compartimentos destinados a dormitórios e a salas, visto que são ambientes que demandam uma eficiência no condicionamento térmico e energético.

A figura 3.1 mostra a ficha de avaliação. Na primeira parte se tem a imagem e os dados gerais do edifício. A ficha está organizada em quatro itens: (1) identificação dos parâmetros quantitativos e qualitativos, (2) resultados das HTC, (3) resultados do CE e (4) classificação do desempenho térmico e energético. Ao final há uma observação de complementação da avaliação, referente à implantação e ao entorno particular de cada local, que não faz parte da nota do edifício no método adotado.

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM PORTO ALEGRE



Nome do edifício: \_\_\_\_\_ Endereço: \_\_\_\_\_  
 Ano de aprovação: \_\_\_\_\_ Área útil do apartamento: \_\_\_\_\_ N° de pavimento: \_\_\_\_\_ N° de apartamento: \_\_\_\_\_ N° de dormitório: \_\_\_\_\_

### 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

### 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do compartimento das temperaturas nas 24 horas do dia.

#### 2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

Gráfico das temperaturas no verão:

#### 2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

Gráfico das temperaturas no inverno:

### 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m².ano

#### 3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

#### 3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO

FÓRMULA CE <sub>APT</sub> (Wh/m².ano)	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
$CE_{APT} = \left( \frac{CE_{S1}}{12} + \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{D3}}{24} \right)$				

FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m².ano)	EDIFÍCIO
$CE_{EDIF} = (CE_{APT1} + CE_{APT2} + \dots + CE_{APN})$	

### 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

#### 4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA VERÃO			NOTA INVERNO		
		APTO 1	APTO 2	APTO n	APTO 1	APTO 2	APTO n
100% — 67%	A						
66% — 34%	B						
33% — 0%	C						

#### 4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 — 0,10	$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{VERÃO}}{n_{VERÃO}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{INVERNO}}{n_{INVERNO}} \right] \cdot FC$	
0,11 — 0,21		
0,22 — 1		

$FC = \frac{1}{90363,81}$

### DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

FIGURA 3.1 FICHA DE AVALIAÇÃO



Cada tópico da ficha de avaliação contém informações do conteúdo abordado, que servem como procedimento para submissão de cada edifício. Os quatro itens da ficha de avaliação têm as seguintes funções:

- Item 1: identificar um código de cada parâmetro (tamanho, orientação solar, sombreamento e ventilação da abertura) correspondente ao edifício analisado. A combinação desses quatro códigos permite ao examinador consultar na matriz (ver Apêndices A e B) os resultados das HTC e do CE de cada compartimento;
- Item 2: visualizar nos gráficos o comportamento das temperaturas e o percentual das HTC dos compartimentos no verão e no inverno;
- Item 3: visualizar os resultados do CE dos compartimentos e calcular através de fórmulas matemáticas o consumo anual do apartamento e da edificação;
- Item 4: classificar o desempenho térmico de cada compartimento e a eficiência energética da edificação.

A metodologia adotada estabelece resultados de HTC e CE na escala dos compartimentos analisados, dormitório e sala. As HTC são avaliadas em dois períodos do ano, verão e inverno, durante as 24 horas do dia conforme o horário de ocupação do compartimento (ver item 2 da ficha). Por outro lado, o CE é avaliado durante o ano nos horários de ocupação do dormitório e da sala. Equações matemáticas foram utilizadas para obter o CE na escala do apartamento e da edificação, conforme mostra o item 3 da ficha.

A ficha de avaliação serve como um instrumento para que o arquiteto ou o engenheiro tenha uma visão preliminar da influência da variável abertura no condicionamento térmico e energético. Com isso, podem-se presumir critérios de projeto que provavelmente levarão a alguma melhoria de desempenho, como identificar possíveis causas para o superaquecimento de um ambiente, por exemplo. Dessa maneira, a idéia é avaliar a envoltória da edificação através das aberturas, onde ocorre o maior fluxo de calor entre o interior e exterior dos ambientes, considerando os dados climáticos, a faixa de conforto e os materiais construtivos como constantes na avaliação.

Para realizar as simulações computacionais foi utilizado o *software* Ecotect. O Ecotect é um programa computacional que avalia o comportamento térmico de edificações. O programa utiliza uma modelagem simplificada, com interface interativa e ferramentas de desenho. A partir de um modelo matemático e um arquivo climático, o programa oferece uma variedade de funções analíticas: elementos de controle solar, cargas térmicas de aquecimento e resfriamento, níveis de iluminação natural e artificial, reflexões acústicas e tempos de reverberação, custos dos materiais construtivos e consumo energético (CRAWLEY et al, 2005)<sup>1</sup>. Assim, o Ecotect é apropriado para testes expeditos e para comparação de várias alternativas de desenho.

No Ecotect, as análises de desempenho térmico são baseadas no método de admitância da *Chartered Institute of Building Services Engineers* (CIBSE), usado para determinar as temperaturas internas e cargas de calor. Segundo Marsh (1997)<sup>2</sup> esse método de admitância engloba, basicamente, cinco itens: (1) os efeitos de fluxo térmico entre os materiais construtivos, ventilação e infiltração através das aberturas, (2) os ganhos solares diretos advindos das superfícies transparentes, (3) os ganhos solares indiretos provenientes das superfícies opacas, (4) os ganhos internos oriundos das pessoas, equipamentos e da iluminação artificial, e (5) os efeitos do fluxo de calor entre zonas adjacentes. As limitações no método de admitância são: o método não considera a radiação solar nas superfícies individuais uma vez que esta entrou na zona<sup>3</sup>, e a ventilação natural é determinada a partir das aberturas, ou seja, os algoritmos são usados para calcular as taxas de fluxo transversais quando as aberturas se localizam em lados opostos ou adjacentes de uma zona.

O Ecotect apresenta a vantagem de reunir as três áreas do conforto ambiental (térmica, acústica e iluminação) em um único *software*, possibilitando análises integradas. A figura 3.2 mostra as vantagens e desvantagens do uso da simulação térmica no *software* Ecotect.

---

<sup>1</sup> CRAWLEY, Drury B.; HAND, Jon W.; KUMMERT, Michaël; GRIFFITH, Brent T. **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**. US Department of Energy, July 2005.

<sup>2</sup> MARSH, Andrew J. **Performance analysis and conceptual design**. Tese de doutorado, School of Architecture and Fine Arts. Australia: The University of Western Australia, 1997.

<sup>3</sup> Para ilustrar a definição da zona, pode-se pensar em um prisma fechado com água, se não vazar água por nenhuma parte, a zona está pronta, ou seja, a zona é um volume de ar que permite diagnosticar o fluxo de calor.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• calcula as temperaturas internas horárias.</li> <li>• calcula o gasto de energia para aquecer ou resfriar uma zona térmica em desconforto a partir do termostato, durante um dia, um mês ou um ano.</li> <li>• permite análises de geometria solar.</li> <li>• gerencia as zonas térmicas, através dos atributos de condicionamento do ar e as fontes internas de calor.</li> <li>• edita e cria propriedades termofísicas dos materiais construtivos.</li> <li>• possibilita definir 12 calendários de programação horária, durante os 365 dias do ano.</li> <li>• sem restrições no número de zonas térmicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• não tem arquivos climáticos disponíveis do Brasil.</li> <li>• não modela as máquinas e potências do ar condicionado (HVAC).</li> <li>• idioma do programa apenas em inglês.</li> <li>• os cálculos do índices de conforto humano, como o PMV (voto médio predito) e o PPD (percentual de pessoas insatisfeitas) não são confiáveis.</li> <li>• programa não validado, está sendo submetido aos programas de validação da IEA SHC Task 12 Impirical e Envelope BESTEST, além da CIBSE TM33 e ISO 13791.</li> <li>• não tem cursos e treinamentos do programa no Brasil.</li> </ul>
<p>○ ECOTECT permite aplicar a metodologia, uma vez que resolve as questões que envolvem o cálculo de horas de conforto e a quantificação de energia quando em desconforto.</p>	

FIGURA 3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO ECOTECT

Foram modelados no Ecotect dois ambientes térmicos que representam o dormitório e a sala. Esses ambientes são objeto de análise por representarem os compartimentos de permanência prolongada da residência, demandando uma eficiência no condicionamento térmico e energético. Foi estabelecido que o período de uso desses ambientes ocorresse nos sete dias da semana. O que diferencia estes dois ambientes é o tamanho da zona térmica e os dados de ocupação, conforme descrição abaixo:

- Dormitório: duas pessoas dormindo no horário das 21 horas às 7 horas. O tamanho da zona corresponde a 12m<sup>2</sup>. Esse tamanho equivale ao tamanho mínimo do primeiro dormitório exigido no Código de Edificações de 1973<sup>4</sup>, com dimensões de 4m de comprimento por 3m de largura e 2,60m de pé-direito;
- Sala: quatro pessoas em atividade sedentária das 6 horas até as 22 horas. O tamanho da zona corresponde a 24m<sup>2</sup>. Esse tamanho é adotado a partir da amostra dos edifícios da década de 70 a 90, com dimensões de 6m de comprimento por 4m de largura e 2,60m de pé-direito.

Os modelos térmicos são simulados como compartimentos que se situam em qualquer andar exceto aqueles localizados nas extremidades verticais do edifício, como o térreo e a coberturas, ou seja, que representam qualquer apartamento do pavimento-tipo.

<sup>4</sup> Lei n. 3615 de 1973: Código de Obras de Porto Alegre. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1973.

Existem algumas informações na modelagem da zona térmica que foram definidas como dados constantes nas simulações, como o arquivo climático, a especificação dos materiais construtivos e o intervalo de temperaturas aceitáveis para o conforto. Essas informações foram especificadas conforme descrição abaixo:

- O arquivo climático, com os dados da cidade de Porto Alegre, é do formato WEA (*weather date file*)<sup>5</sup>.
- A especificação das propriedades termofísicas dos elementos construtivos (paredes, piso, teto e esquadrias), foram definidas pela NBR 15220-2<sup>6</sup> e pelo banco de dados do Ecotect (Figura 3.3).

MATERIAL	Espessura	Densidade $\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	Condutividade $\lambda$ (W/m.K)	Calor específico $c$ (J/kg.K)
<b>PAREDE</b>				
tijolo maciço	22cm	2000	1,050	920
reboco interno	1cm	1200	0,500	840
reboco externo	2cm	1200	0,500	840
Transmitância térmica (u)= 2,230 W/m <sup>2</sup> .K				
<b>PISO</b>				
laje de concreto	10cm	2300	1,750	100
solo (terra)	1,5m	1300	0,837	1046
Transmitância térmica (u)= 0,490 W/m <sup>2</sup> .K				
<b>TETO</b>				
impermeabilização (betume asfáltico)	1cm	1000	0,170	1460
camada de ar	10cm	1,3	5,560	1004
isolante (poliestireno expandido moldado)	5cm	25	0,040	1420
laje de concreto	10cm	2300	1,750	100
camada de ar	10cm	1,3	5,560	1004
gesso	1cm	1200	0,52	840
Transmitância térmica (u)= 0,520 W/m <sup>2</sup> .K				
<b>ESQUADRIA</b>				
vidro comum	6mm	2500	1,00	840
Transmitância térmica (u)= 5,430 W/m <sup>2</sup> .K				

FIGURA 3.3 PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS DOS MATERIAIS USADOS NA ENVOLTÓRIA

- A faixa de temperaturas aceitáveis para o conforto varia entre 16°C a 30°C. Estas temperaturas são utilizadas como parâmetros para o termostato, que controla o funcionamento dos sistemas de condicionamento de ar.

<sup>5</sup> SquareOne < <http://ecotect.com/support> >.

<sup>6</sup> NBR 15220-2 – **Desempenho térmico de edificações** - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. ABNT, 2005.

### 3.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Essa parte do texto apresenta o conteúdo abordado nas análises paramétricas e os requisitos utilizados para avaliar os resultados do desempenho térmico e energético. A ideia é demonstrar como foram aplicados os conceitos e definições do capítulo 1 e 2 na avaliação do desempenho. Assim, é feita uma explanação do conteúdo abordado em cada tópico analisado.

- PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

A variável é um atributo mensurável que pode ser observado, medido ou contado (BUSSAB, 1987)<sup>7</sup>. Ao se fazer uma avaliação de desempenho térmico e energético, em arquitetura, é necessário distinguir os tipos de parâmetros adotados. Podem-se classificar os quatro parâmetros da variável abertura como: (1) quantitativo (a orientação solar e a ventilação da abertura) e (2) qualitativo (o tamanho e o sombreamento da abertura). Cabe destacar que orientação solar neste trabalho foi classificada como quantitativa visto que a orientação interfere na entrada da radiação solar dos ambientes. No apêndice D desse trabalho há uma “cartela de referência da ficha de avaliação” que serve de consulta do conteúdo abordado na avaliação do desempenho.

- o TAMANHO DA ABERTURA

A abertura é um elemento construtivo da edificação que contém diversas funções, tais como: permitir o acesso da iluminação e da ventilação natural; conceder a interação visual do interior com o exterior; e definir o caráter arquitetônico da edificação. Nesse sentido, o tamanho da abertura deve ser dimensionado de maneira integral como solução de condicionamento espacial para uma série de alternativas de projeto.

No que diz respeito ao conforto e à conservação de energia, o acesso da radiação solar e dos ventos através da abertura promove aquecimento ou resfriamento no interior dos ambientes. Isso se deve ao tamanho da abertura e as propriedades termofísicas dos materiais translúcidos ou transparentes. Dessa maneira, quanto menos contato houver entre a abertura e o meio externo menor é o fluxo de calor entre o interior e o exterior dos ambientes.

---

<sup>7</sup> BUSSAB, Wilton O.; MORETTIN, Pedro A. **Estatística básica**. São Paulo: Atual, 1987.

A abertura do ponto de vista da interação visual representa o olhar, como intermediadora dos possíveis diálogos entre o espaço interior ou exterior, que oferece a imagem para contemplar a cidade (CHAUÍ, 1989)<sup>8</sup>. Essa interação visual é um fator subjetivo, psicológico e, na maioria das vezes, desejável. Não obstante, o dormitório e a sala são ambientes onde o tamanho da abertura depende da condição visual do exterior e de uma condição favorável de privacidade e segurança.

Quanto ao caráter arquitetônico das fachadas pode-se dizer que tamanho da abertura faz parte da composição formal da edificação. Para Jorge (1995)<sup>9</sup> o desenho da abertura conduz os significados intrínsecos da arquitetura, muitas vezes, determinado pelo ritmo, pela proporção, pela repetição e pela luz que revela a construção espacial do ambiente. A reflexão a respeito do dimensionamento da abertura demonstra que esse parâmetro de análise relaciona o conforto com a arquitetura.

Na avaliação do desempenho térmico e energético é considerada abertura as áreas da envoltória do edifício que possuem materiais translúcidos ou transparentes, como janelas e portas de vidro. Os fechamentos envidraçados das áreas de sacadas, varandas e balcões, idealizados pelo PDDUA na década de 90, também são considerados como áreas de aberturas, por permitirem a passagem da radiação solar e da ventilação nos dormitórios e nas salas.

Ao longo das décadas de 70, 80 e 90, os padrões de aberturas se modificaram por diversas razões, entre elas, custo de fabricação e produção. Percebe-se que houve uma redução nos tamanhos das aberturas dos dormitórios e um aumento das aberturas das salas em função dos fechamentos envidraçados das sacadas, pela sua expressão, utilidade e tecnologia. Cabe destacar que o Código de Edificações<sup>10</sup> vigente na cidade de Porto Alegre estabelece que dormitórios com aberturas superiores a 40% da área da parede devem ter proteção térmica, como venezianas.

Ao avaliar o desempenho dos edifícios residências a presente dissertação considerou a relação de proporção da área da abertura na envoltória edificada com a área da parede que a contém. Para determinar os tamanhos das aberturas, optou-se por classificar em três intervalos: pequeno (P), médio (M) e grande (G). Considerou-se que os

---

<sup>8</sup> CHAUÍ, Marilena S. **Janela da alma, espelho do mundo**. In: O olhar. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

<sup>9</sup> JORGE, Luís A. **O desenho da janela**. São Paulo: Annablume, 1995.

<sup>10</sup> **Lei complementar n. 284 de 27 de outubro de 1992: Código de Edificações de Porto Alegre**. Porto Alegre: CORAG, 1992.

intervalos do percentual da área da parede variam de 0% a 100% por se tratar de edifícios habitacionais de classe média. Esses intervalos de tamanho equivalem a valores percentuais da menor parede do dormitório e da sala dos edifícios residenciais em Porto Alegre.

Abertura	Parede
P (pequeno)	0% a 33% da área da parede
M (médio)	34% a 66% da área da parede
G (grande)	67% a 100% da área da parede

FIGURA 3.4 TAMANHO DAS ABERTURAS

A figura acima mostra as três variações de tamanho utilizadas no parâmetro tamanho da abertura. Cada tamanho corresponde a um código de identificação (P/M/G) que, combinado aos outros parâmetros, permite consultar os resultados das HTC e do CE. Cabe lembrar que esses tamanhos estão expostos de forma fragmentada como estudo paramétrico, e só servem para demonstrar as diversas possibilidades a serem consideradas na medida em que se inserem novos parâmetros.

Quando o ambiente em análise tem mais de uma abertura é determinado um fator de correção<sup>11</sup>. O procedimento adotado para determinar o tamanho da abertura considera a soma das áreas das paredes que a contém mais a área das respectivas aberturas para se obter um valor médio do tamanho da abertura no ambiente. Vale destacar que existe um fator de correção para os demais parâmetros adotados, conforme seqüência do texto.

#### o ORIENTAÇÃO SOLAR DA ABERTURA

Os ganhos solares através da abertura variam com a radiação disponível para a orientação solar da abertura. Goulding (1992)<sup>12</sup> descreve que superfícies voltadas para norte (hemisfério sul) recebem mais radiação solar no inverno e menos no verão, em comparação às demais orientações. Por outro lado, no verão, aberturas voltadas para oeste podem superaquecer o ambiente se não estiverem protegidas dos raios solares com baixo ângulo de incidência.

<sup>11</sup> O fator de correção é entendido como um valor usado para corrigir a solução reduzindo a margem de erro dos resultados. Disponível em < <http://www.eleetrobras.com> > - Acesso 13/07/2009.

<sup>12</sup> GOULDING, John R.; LEWIS, J. Owen; STEEMERS, Theo C. **Energy conscious design - A Primer for Architects**. London: B. T. Batsford Limited, 1992.

A orientação solar da abertura influencia na avaliação do desempenho térmico e energético. Dessa forma, é estabelecida a definição das quatro principais orientações dentro de quadrantes, conforme mostra a figura abaixo. Cabe destacar que não foram adotadas as demais orientações possíveis (NE, NO, SE e SO) para minimizar a combinação das variáveis com os demais parâmetros. Sendo assim, a figura 3.5 mostra que a orientação do norte (N) geográfico corresponde ao ângulo de 0 a 45° e de 315° a 360°; a orientação leste (L) corresponde ao ângulo de 45° a 135°; a orientação sul (S) corresponde ao ângulo de 135° a 225° e; a orientação oeste (O) corresponde ao ângulo de 225° a 315°. Cada orientação solar da abertura tem um código de identificação (N/S/L/O), que associado aos outros parâmetros, permite consultar os resultados das HTC e do CE nos compartimentos.

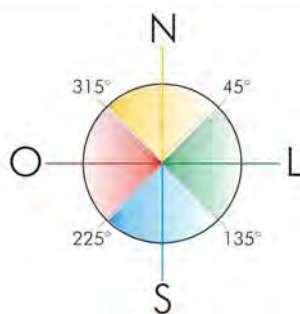


FIGURA 3.5 QUADRANTES PARA DEFINIÇÃO DA ORIENTAÇÃO DA ABERTURA

Na região climática de Porto Alegre, latitude 30°S, o período do dia em que o sol tem acesso por aberturas nos dormitórios e na sala, é, basicamente, pela manhã na orientação leste, pela tarde na orientação oeste e no final da manhã e no início da tarde na orientação norte. Nas orientações leste e oeste a inclinação do sol é baixa e perpendicular às aberturas, enquanto na orientação norte o sol tem alto ângulo de altura. Cabe lembrar que no verão a altura do sol é maior que no inverno.

Para Evans (1980)<sup>13</sup> a orientação solar e a disposição do prédio e espaços externos podem mudar para receber maior ou menor radiação e permitir ventilação no interior dos ambientes. A orientação solar da abertura é um dos requisitos iniciais utilizados por arquitetos na fase da concepção arquitetônica. Para cada orientação solar existe um potencial que deve ser considerado na composição formal do edifício influenciado pelo conjunto de parâmetros que envolvem a abertura.

<sup>13</sup> EVANS, Martin. **Housing, climate and comfort**. London: The Architectural Press Limited, 1980.



Quando o ambiente em análise tem mais de uma abertura é determinado um fator de correção. O procedimento adotado para determinar a escolha da orientação solar da abertura, em ambientes com mais de uma abertura, corresponde ao resultado que obtiver o maior CE (Wh) do ambiente. Desta forma, tendo o tamanho médio da abertura do ambiente cabe consultar os resultados do CE já simulados (Apêndice B), e verificar o resultado que obtiver o maior CE (Wh) dentre as orientações encontradas no ambiente em análise, associado aos demais parâmetros.

#### o SOMBREAMENTO DA ABERTURA

O sombreamento da abertura é um dos parâmetros utilizados na avaliação do desempenho térmico e energético e é responsável pelo controle do acesso da radiação solar nos ambientes. A idéia é demonstrar que o sombreamento da abertura deve ser avaliado do ponto de vista do controle do calor na concepção do projeto arquitetônico, considerando os benefícios da energia térmica no inverno e a exclusão de calor excessivo no verão (OLGYAY, 1957)<sup>14</sup>.

Os dispositivos de sombreamento da abertura devem ser dimensionados de acordo com a trajetória solar do local durante o ano. Para Corbella (2003)<sup>15</sup> os elementos de controle solar devem ser preferivelmente horizontais quando voltados para a orientação norte, para interceptar o movimento quase horizontal do Sol. Por outro lado, na orientação leste e oeste recomenda-se a utilização de controladores solares verticais para interceptar o baixo ângulo de altura do sol com incidência perpendicular a abertura.

Existem inúmero recursos construtivos para sombrear a abertura nos períodos quentes. A entrada do sol pode ser controlada por *brise-soleil*, *cobogó*, vegetação, planos de cobertura, beirais, entre outros. Estes sistemas de controle solar podem ser classificados como móveis ou fixos. Os primeiros permitem uma graduação que se adapte ao controle de radiação solar em cada instante, enquanto o sistema fixo dispensa o manuseio do ocupante, porém deve ser posicionado e dimensionado adequadamente.

Na avaliação do desempenho térmico e energético dos edifícios residenciais em Porto Alegre são considerados como sombreamento das aberturas: beirais, marquises,

---

<sup>14</sup> OLGAY, Aladar; OLGAY, Victor. **Solar Control and Shading Devices**. New Jersey: Princeton University Press, 1957.

<sup>15</sup> CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

sacadas externas no alinhamento do edifício, venezianas e persianas externas e *brises-soleils*. Para analisar o efeito do sombreamento na abertura é estabelecido cinco códigos de identificação do sombreamento, quais sejam: sem plano de sombreamento (S), sombreamento horizontal (H), sombreamento vertical (V), sombreamento misto (M) e sombreamento frontal (F). Cada código, combinado com os outros três parâmetros da avaliação, resulta em valores de HTC e de CE.

O exame dos parâmetros do sombreamento da abertura considera os aspectos arquitetônicos da edificação. Dessa forma, são considerados sombreamentos horizontais (H), qualquer elemento construtivo sobre a abertura, com dimensão máxima igual à altura da abertura. Assim, o ângulo máximo equivale a  $45^\circ$  medido em corte, e ocorre entre o plano da folha de vidro e o plano horizontal perpendicular a abertura<sup>16</sup>. A figura 3.6 mostra que o elemento horizontal sobre a abertura, na orientação norte, protege a área envidraçada da radiação solar no verão, evitando o superaquecimento no ambiente, e permite a entrada do sol no solstício de inverno.

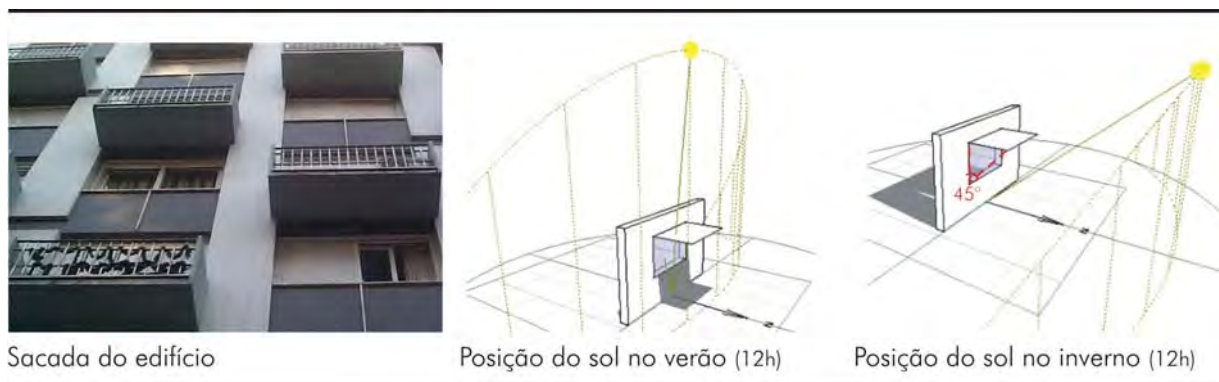


FIGURA 3.6 SOMBREAMENTO HORIZONTAL

A ficha de avaliação considera que o sombreamento vertical da abertura deve ter ângulo máximo de  $18^\circ$  entre o plano da folha de vidro e o plano vertical a abertura<sup>17</sup>. Esse ângulo é medido em planta e deve ser considerado nos dois lados da abertura. Isto equivale a uma veneziana externa totalmente aberta, como mostra a figura 3.7. Olgyay (1998)<sup>18</sup> diz que as proteções verticais são adequadas orientadas para leste e oeste, sendo possível encontrar diversas soluções tecnicamente corretas para cada situação.

<sup>16</sup> Procel Edifica. **Manual para aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C**. Disponível em < <http://www.eletronbras.com> > - Acesso 13/07/2009.

<sup>17</sup> Procel Edifica. op. cit.

<sup>18</sup> OLGAY, Víctor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.



FIGURA 3.7 SOMBREAMENTO VERTICAL

Na avaliação do desempenho, o sombreamento misto (M) corresponde à combinação do sombreamento horizontal com o vertical. Isso pode ser exemplificado em edifícios com sacadas abertas (sombreamento horizontal), associadas às venezianas ou a uma parede que forma um plano vertical, por exemplo.

Outro recurso construtivo utilizado nos edifícios residenciais de Porto Alegre para efeito do sombreamento nas aberturas é a persiana. Aqui, esse elemento de fechamento externo é considerado um sombreamento frontal (F). A figura 3.8 mostra que a persiana de enrolar, quando projetada para fora da abertura, com ângulo de aproximadamente 30° de abertura, protege a área da janela ao mesmo tempo em que permite a iluminação difusa e a ventilação natural. Esse sombreamento tem um desenho eficiente no controle do acesso da radiação, pois permite uma flexibilidade no uso do dispositivo a partir da necessidade do ocupante, além de se adaptar as diferentes posições solares.



FIGURA 3.8 SOMBREAMENTO FRONTAL

O sombreamento da abertura deve ser dimensionado de acordo com os ângulos de incidência do sol, visando o controle de calor no interior dos ambientes durante os períodos quentes e frios. Cabe mencionar que o elemento de controle solar deve ser dimensionado de maneira a não prejudicar a penetração da luz natural difusa nos

ambientes internos. Assim, o parâmetro do sombreamento da abertura serve de reflexão ao arquiteto da importância do sol como provedor de energia, considerando também, que a luz se transforma em calor.

Quando o ambiente em análise tem mais de uma abertura é determinado um fator de correção. O procedimento adotado para determinar a escolha do sistema de sombreamento, em ambientes com mais de uma abertura, corresponde ao resultado que obtiver o maior CE (Wh) do ambiente. Desta forma, tendo o tamanho da abertura e a orientação determinada pelo maior CE do ambiente, cabe consultar os resultados do CE já simulados no Apêndice B, para verificar o resultado que obtiver o maior CE (Wh) dentre os sistemas de sombreamento encontrados no ambiente em análise, associado aos demais parâmetros.

#### o VENTILAÇÃO DA ABERTURA

Na avaliação do desempenho térmico e energético, a ventilação da abertura pode ser entendida como a movimentação do ar no ambiente. Para Koenigsberger (1973)<sup>19</sup>, um certo nível de controle do fluxo do ar no ambiente pode ser obtido quando o ocupante abre e fecha as aberturas e, por isso, o desenho da abertura deve permitir acionamentos para tal propósito. A ventilação através da abertura tem, basicamente, as seguintes funções: (1) trocar o ar saturado dos ambientes em períodos frios, (2) dissipar o calor da estrutura da edificação nos períodos quentes e (3) dissipar o calor das pessoas.

Estudos desenvolvidos por Marquardt (1969)<sup>20</sup> descrevem a frequência relativa dos ventos na cidade de Porto Alegre. Entretanto, esses dados de ventilação são registrados em estações meteorológicas, onde não há interferências urbanas, como vegetação e edifícios, por exemplo. Com o intuito de avaliar o efeito da ventilação nas edificações, utilizou-se o conceito do número de trocas de ar por hora (ACH – *air changes per hour*), que pode ser especificado no *software* de simulação Ecotect.

---

<sup>19</sup> KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, Alan; SZOKOLAY, S. V. **Manual of tropical housing and building. Part one: Climatic design.** London: Longman Group Limited, 1973.

<sup>20</sup> MARQUARDT, Henrique E. **Determinantes climatológicos para a arquitetura em Porto Alegre e R. G. do Sul.** Porto Alegre: UFRGS, 1969.

Silva (1996)<sup>21</sup> aponta intervalos do número de trocas de ar por hora (ACH) para atingir o conforto, que variam entre: 0.5 a 2ac/h para a renovação do ar saturado, 2 a 20ac/h para resfriar a estrutura do envelope do ambiente e 20 a 100ac/h para dissipar o calor por evaporação e condução para as pessoas. A renovação do ar saturado, no inverno, depende da fonte poluidora, enquanto no verão o resfriamento da estrutura depende da direção e da temperatura externa do ar. Para dissipar o calor da superfície da pele da pessoa recomenda-se que a velocidade do vento varie entre 0,5m/s a 1,5m/s para afetar o conforto em atividades normais nas habitações.

A avaliação do desempenho térmico e energético dos edifícios residências em Porto Alegre define que a ventilação da abertura considera a relação do número de troca de ar por hora com a quantidade de aberturas. Segundo Bittencourt (2006)<sup>22</sup>, um ambiente com aberturas distribuídas em diferentes fachadas aumentará o potencial para se obter uma adequada ventilação natural pelo fato de produzir significativos gradientes de pressão em vários pontos da mesma. Assim, é estabelecido que, quanto mais aberturas têm a fachada, maiores são as trocas de ar no interior do ambiente.

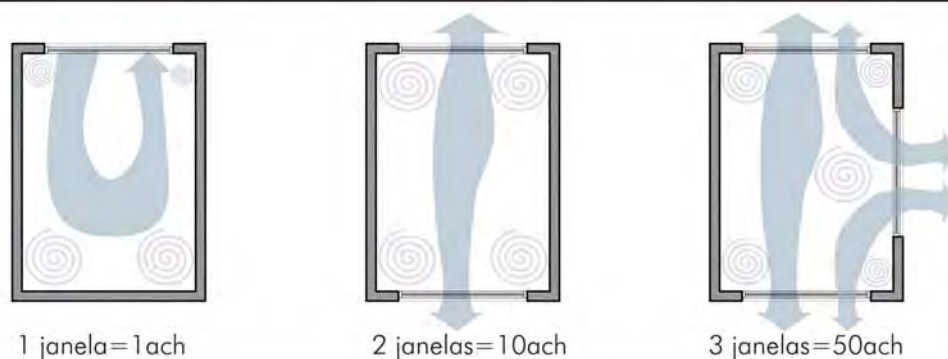


FIGURA 3.9 PLANTA BAIXA COM VARIAÇÕES DE ABERTURAS

A figura acima mostra as três variações de ACH utilizadas no parâmetro ventilação da abertura. A figura 3.9 tem como objetivo demonstrar a relação do número de aberturas com o número de trocas de ar, independente da posição das aberturas no ambiente. Dessa forma, é possível identificar valores numéricos de ventilação na edificação em exame, que servem como indicativos de análise.

<sup>21</sup> SILVA, Heitor C. **Window Design for thermal comfort in domestic buildings in southern Brazil**. Tese de doutorado, Architectural Association, School of Architecture, Environment and Energy Programme. London UK, 1996.

<sup>22</sup> BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2006.

O método adotado estabelece que ambientes com uma unidade de abertura tem 1ac/h, ambientes com duas unidades de abertura tem 10ac/h e ambientes com três unidades de abertura tem 50ac/h. Esses valores do número de trocas de ar por hora (ACH) corresponde ao valor médio dos intervalos apontados por Silva (1996)<sup>23</sup>. Assim, determinou-se que o código adotado no parâmetro ventilação da abertura equivale a 1, 10 ou 50, que associado aos demais parâmetros da avaliação permite consultar os resultados das HTC e do CE.

Considerando os conceitos de conforto acima demonstrados, foi adotado nas simulações do Ecotect que no inverno ocorre 1ac/h durante o dia apenas para remover do ar interno; e no verão ocorre tanto 10ac/h quanto 50ac/h durante a noite para dissipar o calor das pessoas e da estrutura da edificação. Cabe ressaltar que o horário acionado para trocar o ar no ambiente durante o dia, no inverno, equivale das 7 h até as 17 h e; durante a noite, no verão, equivale das 20 h até as 4 h. Esses horários de acionamentos do ACH ocorrem independentes do horário da ocupação dos ambientes, visto que é baseado nos horários da aurora e do ocaso do sol, no verão e inverno, para o clima de Porto Alegre.

- RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS ACEITÁVEIS PARA O CONFORTO

As temperaturas aceitáveis para o conforto do ocupante são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise. Os resultados das HTC correspondem à combinação dos parâmetros quantitativos e qualitativos. A partir da identificação do código adotado nos quatro parâmetros de análise, se consulta nas tabelas do apêndice A, as temperaturas externas e internas dos compartimentos.

Os resultados das HTC são apresentados em tabela e gráfico. A figura 3.10 apresenta um exemplo dos resultados das HTC para uma sala com abertura de tamanho grande, orientada para norte, no período de verão. Nota-se que há na tabela temperaturas externas e internas nas 24 horas do dia, resultantes da combinação das variações de sombreamento com a ventilação da abertura. Cabe mencionar que consta na tabela o percentual das HTC nos horários de ocupação.

---

<sup>23</sup> SILVA, Heitor C. **Window Design for thermal comfort in domestic buildings in southern Brazil**. Tese de doutorado, Architectural Association, School of Architecture, Environment and Energy Programme. London UK, 1996.

TAMANHO DA ABERTURA: GRANDE - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: VERÃO																
HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	28.7	27.0	23.6	29.0	27.2	23.8	28.8	27.0	23.7	29.0	27.2	23.8	29.1	27.3	23.8
1	23.5	28.3	26.2	21.9	28.6	26.4	22.0	28.4	26.2	21.9	28.6	26.4	22.0	28.8	26.5	22.1
2	23.3	28.2	25.9	21.5	28.5	26.2	21.6	28.3	26.0	21.6	28.5	26.2	21.7	28.6	26.3	21.7
3	23.3	28.0	25.8	21.4	28.3	26.0	21.5	28.1	25.9	21.5	28.3	26.0	21.6	28.4	26.1	21.6
4	23.0	27.9	25.5	20.9	28.1	25.8	21.1	27.9	25.6	21.0	28.1	25.8	21.1	28.3	25.9	21.2
5	22.7	28.0	27.7	27.5	28.3	27.9	27.6	28.1	27.7	27.5	28.3	27.9	27.6	28.4	28.0	27.7
6	22.7	28.8	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	28.9	28.4	27.9	29.0	28.5	28.0	29.2	28.6	28.1
7	23.6	29.3	28.8	28.2	29.4	28.8	28.2	29.4	28.8	28.2	29.4	28.8	28.2	29.4	28.8	28.2
8	24.0	29.9	29.2	28.4	29.7	29.1	28.4	29.8	29.2	28.4	29.8	29.1	28.4	29.7	29.1	28.3
9	28.0	30.6	29.9	28.8	30.4	29.7	28.7	30.6	29.8	28.8	30.4	29.7	28.7	30.2	29.5	28.6
10	30.3	31.3	30.4	29.2	30.9	30.1	29.0	31.2	30.4	29.1	30.9	30.1	29.0	30.7	29.9	28.9
11	31.2	31.7	30.8	29.4	31.3	30.4	29.2	31.6	30.7	29.3	31.3	30.5	29.2	31.0	30.2	29.0
12	32.7	32.2	31.2	29.6	31.7	30.8	29.4	32.1	31.1	29.5	31.7	30.8	29.4	31.4	30.6	29.2
13	35.5	32.6	31.6	29.8	32.2	31.2	29.6	32.5	31.5	29.8	32.2	31.2	29.6	31.9	30.9	29.5
14	36.0	32.4	31.4	29.7	31.9	31.0	29.5	32.3	31.3	29.7	32.0	31.0	29.5	31.7	30.8	29.4
15	36.5	32.1	31.1	29.6	31.7	30.8	29.4	32.0	31.0	29.5	31.7	30.8	29.4	31.5	30.6	29.3
16	36.5	31.9	30.9	29.5	31.6	30.7	29.3	31.8	30.9	29.4	31.6	30.7	29.3	31.4	30.6	29.2
17	36.0	31.8	30.9	29.4	31.7	30.8	29.4	31.8	30.9	29.4	31.7	30.8	29.4	31.6	30.7	29.3
18	36.4	31.7	30.8	29.4	31.8	30.8	29.4	31.7	30.8	29.4	31.8	30.8	29.4	31.8	30.9	29.4
19	34.5	31.0	30.2	29.0	31.2	30.4	29.1	31.0	30.2	29.0	31.2	30.4	29.1	31.4	30.5	29.2
20	34.5	31.4	33.2	37.9	31.7	33.5	38.1	31.5	33.3	37.9	31.7	33.5	38.0	31.8	33.6	38.1
21	31.0	31.0	31.5	33.1	31.3	31.7	33.3	31.1	31.6	33.1	31.3	31.7	33.2	31.5	31.9	33.3
22	29.2	30.8	30.6	30.6	31.1	30.8	30.8	30.9	30.6	30.7	31.1	30.8	30.8	31.3	30.9	30.8
23	29.0	30.1	29.9	30.0	30.4	30.1	30.1	30.1	29.9	30.0	30.3	30.1	30.1	30.5	30.2	30.2
PERCENTUAL DE HTC		18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	29%	82%

FIGURA 3.10 RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO PARA UMA SALA

A figura abaixo demonstra em gráfico os resultados das HTC de uma sala nas 24 horas do dia no período de verão. Observa-se no gráfico o comportamento das temperaturas em ambientes com abertura grande, orientados para norte e sem sombreamento. O que diferencia os resultados das temperaturas internas é o parâmetro da ventilação, conforme mostra legenda da figura 3.11. Não obstante, é utilizada como recurso didático a marcação do horário de ocupação do compartimento, tanto na tabela quanto no gráfico.

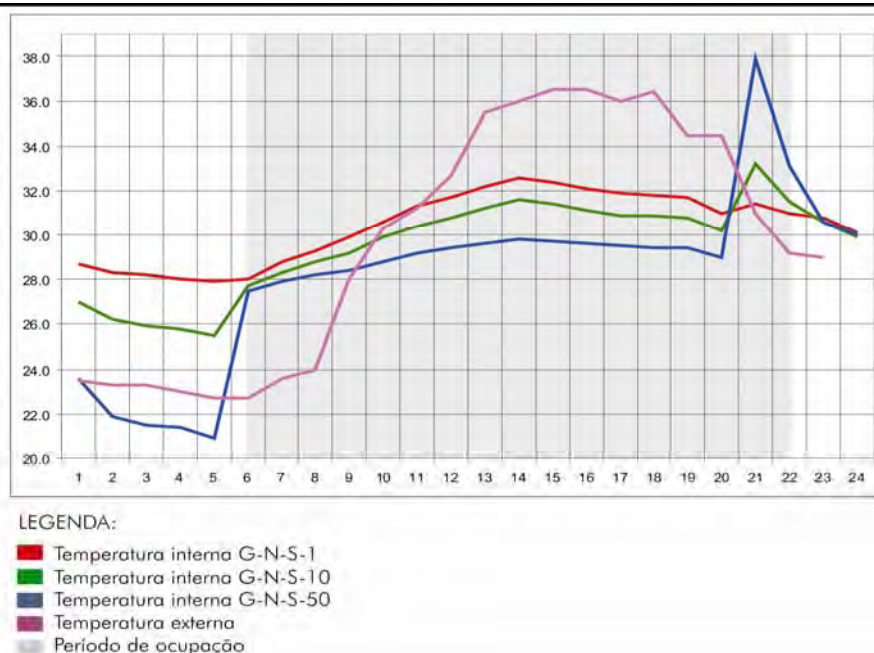


FIGURA 3.11 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS

O percentual de HTC é contabilizado nos horários de ocupação dos compartimentos. Adotou-se que o horário de ocupação dos dormitórios é das 21 horas às 7 horas e da sala é das 6 horas às 22 horas, totalizando 10 horas e 16 horas de ocupação, respectivamente. Cabe lembrar que os dormitórios e a sala têm dados de ocupação distintos, além disso, as temperaturas externas de noite e de dia influenciam nos resultados do desempenho térmico no interior dos ambientes. Os sistemas artificiais de ar são acionados nos horário de desconforto, somente quando houver ocupação nos compartimentos, e as janelas estarão fechadas.

A figura 3.12 mostra a relação das temperaturas com as 24 horas do dia. Nota-se que temperaturas acima de 30°C e abaixo de 16°C estão em desconforto, sendo necessário o acionamento do ar condicionado para resfriar ou aquecer o interior do ambiente. São estabelecidos dois períodos do ano para avaliar o comportamento dessas temperaturas, um dia de verão, 24 de janeiro e um dia de inverno, 20 de maio, que corresponde ao dia mais quente e mais frio do ano segundo o arquivo climático.

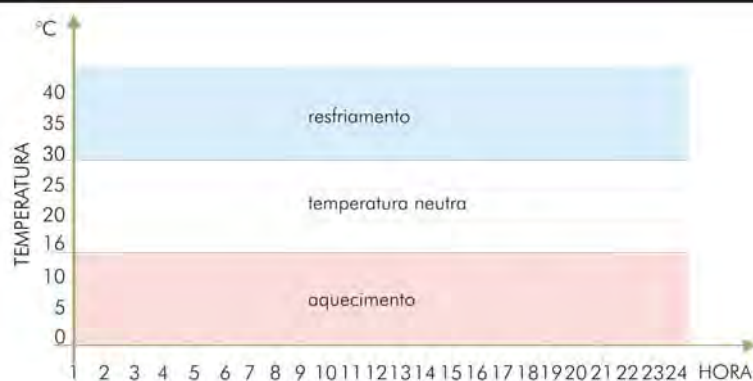


FIGURA 3.12 TEMPERATURAS NAS 24 HORAS DO DIA

Os resultados das HTC da ficha de avaliação permitem que o examinador de um determinado edifício identifique os dados de conforto na escala do compartimento. É comum encontrar edifícios onde o único parâmetro que diferencia um apartamento de outro no mesmo pavimento é a orientação solar das aberturas. Neste caso, podem-se identificar os resultados das HTC nos dormitórios e na sala de apartamento de frente e de fundo. Esta análise é determinante na escolha do imóvel, na medida em que a orientação solar afeta o desempenho térmico e energético destes ambientes.



- RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

Os resultados do CE são verificados nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Assim como as HTC, os resultados do CE correspondem à combinação dos quatro parâmetros analisados – tamanho, orientação, sombreamento e ventilação das aberturas – dos dormitórios e da sala. Os valores do CE dos compartimentos são demonstrados nas tabelas do apêndice B.

### RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO (Wh/ano) - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: GRANDE					
ORIENTAÇÃO: NORTE					
VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	231035	172450	209387	171971	144273
10	101805	82942	93473	81976	72951
50	85137	78782	82981	78019	77456
ORIENTAÇÃO: SUL					
VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	182523	147383	167722	146514	141209
10	87355	76978	85241	76980	71544
50	77684	77906	76033	77054	82031
ORIENTAÇÃO: LESTE					
VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	208161	165357	193172	165861	146018
10	108876	84528	104078	83616	74640
50	81960	79548	79718	78826	78027
ORIENTAÇÃO: OESTE					
VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	240524	198207	227375	196397	181952
10	120839	98108	115161	97003	86420
50	87158	84194	83177	83324	86900

FIGURA 3.13 RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO PARA UMA SALA

A figura 3.13 mostra a tabela dos resultados do CE durante um ano. Nota-se, na parte superior da figura, a identificação do compartimento e do tamanho da abertura e, na seqüência, quatro quadros que relacionam o sombreamento com a ventilação da abertura, nas quatro orientações solares. É estabelecido que o CE ocorre quando as temperaturas internas estão fora da faixa de conforto, acima de 30°C e abaixo de 16°C, nos horários de ocupação do compartimento com janelas fechadas.

A partir dos dados do CE dos compartimentos em estudo, utiliza-se fórmulas matemáticas para determinar o CE dos apartamentos e da edificação na unidade de Wh/m<sup>2</sup>.ano. O CE do apartamento equivale à soma da energia gasta nos dormitórios e na sala dividida pela sua área, de 12m<sup>2</sup> e 24m<sup>2</sup> respectivamente. Assim, a fórmula abaixo possibilita verificar o CE de apartamentos de dois e três dormitórios. Para isso é estabelecido que, em apartamentos de dois dormitórios, soma-se o CE dos dois dormitórios e da sala, enquanto que em apartamentos de três dormitórios, soma-se o CE dos três dormitórios e a sala, considerando a área de piso em metro quadrado.

O CE do apartamento é calculado através da equação:

$$CE_{AP} = \left( \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{D3}}{12} + \frac{CE_S}{24} \right) \text{Wh/m}^2.\text{ano} \quad (1)$$

Onde:

$CE_{AP}$  = consumo energético do apartamento

$CE_{D1}$  = consumo energético do dormitório 1

$CE_{D2}$  = consumo energético do dormitório 2

$CE_{D3}$  = consumo energético do dormitório 3

$CE_S$  = consumo energético do sala

O CE do edifício ( $CE_{EDIF}$ ) equivale à soma do CE dos apartamentos da edificação. Optou-se por avaliar apartamentos que se localizam no pavimento-tipo, por considerar que o desempenho térmico energético de qualquer andar intermediário é distinto do térreo e da cobertura. Assim, se obtém valores do CE referente ao maior número de apartamentos do edifício, visto que apartamentos da cobertura e do térreo têm influência da radiação solar e dos ventos de maneira pontual.

O CE do edifício é calculado através da equação:

$$CE_{EDIF} = \left( CE_{AP1} + CE_{AP2} + \dots + CE_{APn} \right) \text{ Wh/m}^2.\text{ano} \quad (2)$$

Onde:

$CE_{EDIF}$  = consumo energético do edifício

$CE_{AP1}$  = consumo energético do apartamento 1

$CE_{AP2}$  = consumo energético do apartamento 2

$CE_{APn}$  = consumo energético do enésimo apartamento

Os resultados do CE consideram as diferenças das temperaturas em desconforto. Por conseguinte, a energia é um subproduto do número de horas com temperaturas em conforto. Assim, enquanto as temperaturas internas do ambiente permitem quantificar o número de HTC, o CE quantifica a energia gasta para aquecer ou resfriar o ambiente, ou seja, para o cálculo das HTC não importa se a temperatura de um determinado ambiente atingiu 31°C ou 50°C.

- CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

O quarto item da ficha de avaliação tem como objetivo classificar o desempenho térmico e energético dos edifícios residenciais em Porto Alegre. Esta classificação permite comparar as HTC entre os compartimentos e o CE entre diferentes edifícios residenciais, considerando as variações paramétricas adotadas no item 1 da ficha. Para isso, são estabelecidos intervalos numéricos que determinam a nota conceitual dos compartimentos e da edificação.

São definidos três intervalos A, B e C que representam a nota de avaliação. No item 4.1 da ficha, a classe de eficiência é determinada pelas HTC dos dormitórios e da sala, no verão e no inverno. Como mostra a figura 3.14, a nota A equivale ao intervalo de 100% a 67% de horas com temperatura de conforto; a nota B varia de 66% a 34% e; a nota C corresponde à ambientes com até 33% de temperaturas internas em conforto. Os resultados do percentual das HTC são retirados do item 2 da ficha de avaliação, a partir da consulta no apêndice A desse trabalho.

Intervalos			
100%	—	67%	corresponde ao conceito A
66%	—	34%	corresponde ao conceito B
33%	—	0%	corresponde ao conceito C

FIGURA 3.14 NOTA DOS COMPARTIMENTOS PARA HTC

As temperaturas internas aceitáveis para o conforto do ocupante foi transformada em percentuais de HTC por considerar que o número de horas de ocupação é distinto entre o dormitório e a sala. Cabe lembrar que são estabelecidas 10 horas de ocupação nos dormitórios e 16 horas de ocupação na sala, dessa forma não são contabilizadas às 24 horas do dia e sim o período de ocupação. Os valores em percentuais permitem estabelecer um único intervalo (percentual) para um número de horas diferentes nos dormitórios e na sala.

Outra característica que pode ser observada é que a nota do desempenho térmico (HTC) é dada para os compartimentos e não para o apartamento. Isso ocorre, porque diferente o desempenho energético (CE), as horas de temperaturas aceitáveis para o conforto nos compartimento não podem ser transformadas em média para se obter uma nota do apartamento. Enquanto que o consumo de energia pode e considera o valor de Wh por m<sup>2</sup> do ambiente, o que permite a uma classificação final do edifício.

O item 4.2 da ficha de avaliação é definido a partir dos resultados do CE. Com os resultados do CE dos apartamentos (CE<sub>AP</sub>), calculados no item 3 da ficha, e os dados do número de apartamentos do edifício, é estabelecido o índice de classificação de eficiência do edifício para posterior nota.

O índice de classificação do edifício é calculado através da equação:

$$IC_{fEDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{AP\ 2D}}{n_{2D}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{AP\ 3D}}{n_{3D}} \right] F_C \quad (3)$$

Sendo que o fator de classificação corresponde ao seguinte valor:

$$F_C = \frac{1}{90363,81}$$

Onde:

$IC_{FEDIF}$  = índice de classificação da eficiência energética do edifício

$CE_{AP2D}$  = consumo energético do apartamento de dois dormitórios

$n_{2D}$  = número de apartamentos de dois dormitórios

$CE_{AP32D}$  = consumo energético do apartamento de três dormitórios

$n_{3D}$  = número de apartamentos de três dormitórios

$F_c$  = fator de classificação dos apartamentos

O índice de classificação da eficiência energética ( $IC_{FEDIF}$ ) serve para classificar edifícios com apartamentos de dois e três dormitórios. Para isso é determinado o fator de classificação ( $F_c$ ), que transforma os resultados numéricos obtidos nas simulações do CE em uma escala que varia de 0 a 1, sendo uma grandeza adimensional. Esse fator de classificação corresponde ao valor máximo do CE do dormitório e da sala somados, consultados nas tabelas do apêndice B. Dessa maneira, o fator de classificação dos apartamentos considera o valor mais elevado do CE do dormitório multiplicado pelo número de dormitórios e somado ao CE máximo da sala. Assim, o fator de classificação estabelece o índice para classificar o edifício.

A figura 3.15 mostra que a classe de eficiência energética é dividida por intervalos. Os intervalos variam de 0 a 1, onde 0 corresponde ao valor mínimo e 1 o valor máximo do índice de classificação. A nota A corresponde ao baixo consumo energético; a nota B se refere ao consumo médio de energia e; a nota C equivale ao alto consumo energético. Portanto, a nota do edifício permite classificar o desempenho energético de diferentes edificações.

Intervalos			
0	–	0,10	corresponde ao conceito A
0,11	–	0,21	corresponde ao conceito B
0,22	–	1	corresponde ao conceito C

FIGURA 3.15 NOTA DA EDIFICAÇÃO PARA CE

Para determinar os intervalos de 0 a 1 foram elaboradas duas escalas, uma para os apartamentos de 2 dormitórios e outra para os apartamentos de 3 dormitórios. Para cada uma dessas escalas, foram estabelecidos intervalos de classificação a partir dos resultados de consumo energético de cada compartimento, somando-se o consumo

energético de 2 ou 3 dormitórios (dependendo do tipo de apartamento) mais o consumo energético da sala. Assim, por exemplo, o valor de 7369,1Wh foi constituído a partir do somatório dos dois melhores resultados para dormitório mais o melhor resultado para sala.

Como a proposição era criar uma escala para edifícios independentemente do número de dormitórios de cada apartamento, foi necessário compatibilizar essas escalas para apartamentos de 2 e 3 dormitórios, de forma estabelecer um critério único de classificação, dentro de uma única faixa de intervalos. Assim, o valor mínimo da “escala universal para 2 e 3 dormitórios” é 7369,1, já que esse é o menor valor possível para qualquer análise de desempenho proposto nesse trabalho. O valor máximo dessa nova escala foi obtido pela interpolação dos valores máximos para classificação A para apartamentos de 2 e de 3 dormitórios, originando, assim, o valor máximo para classificação A em qualquer apartamento analisado no estudo. O mesmo critério foi adotado para o valor limite de B e, para o valor final da escala, foi adotado o valor de 90363,81, já que este é o maior consumo possível, que pode ocorrer somente em apartamentos de 3 dormitórios.

Definidos os intervalos de cada faixa de classificação, estabeleceu-se o Fator de Classificação, de forma a facilitar a leitura e compreensão da escala proposta. Assim, ficaram estabelecidos os valores de 0 – 0,10 para conceito A, de 0,11 – 0,21 para conceito B e de 0,22 a 1 para conceito C – correspondentes aos valores de consumo energético da escala para 2 e 3 apartamentos.

Como já visto nesse capítulo, é demonstrada, ao final da ficha de avaliação, uma complementação de dados empíricos que tem como objetivo verificar a influência do conforto e da energia do entorno da edificação. Essa observação de complementação é requerida em função das variáveis particulares de cada local, e por isso, não faz parte da nota da avaliação do desempenho térmico e energético. Entretanto, existe um espaço na ficha de avaliação destinado às análises bioclimáticas de projeto, mensuráveis através de documentos do projeto arquitetônico.

Esta avaliação do desempenho térmico e energético deve ser precedida de uma preocupação totalizadora da qualidade espacial da edificação. A tarefa da ficha de avaliação se limita aos parâmetros da abertura. No entanto, esse elemento construtivo é responsável pelo condicionamento térmico e energético dos ambientes.

### 3.2 EXEMPLO APLICADO

Nessa parte do trabalho é demonstrado um exemplo da aplicação da ficha de avaliação. Para ilustrar a metodologia foi selecionado o Edifício Guadalupe, com apartamentos de dois dormitórios, construído na década de 70. Para iniciar a avaliação do desempenho térmico e energético são necessários identificar os parâmetros quantitativos e qualitativos do item 1 da ficha. Esses dados podem ser fornecidos em visita ao local, em documentos escritos ou em documentos do projeto arquitetônico, como desenhos de plantas e imagens da edificação.

A figura abaixo mostra a planta do pavimento-tipo e uma vista do Edifício Guadalupe. Nota-se que há quatro apartamentos no pavimento-tipo e os compartimentos de avaliação estão hachurados na cor cinza. As informações da figura 3.16 permitem o preenchimento do item 1 da ficha de avaliação, a partir dos seguintes dados: (1) tamanho da abertura, através das dimensões escritas na planta; (2) orientação solar, através da identificação do norte em planta; (3) sombreamento da abertura, através da vista do edifício e; (4) ventilação da abertura, através do número de aberturas identificada em planta.

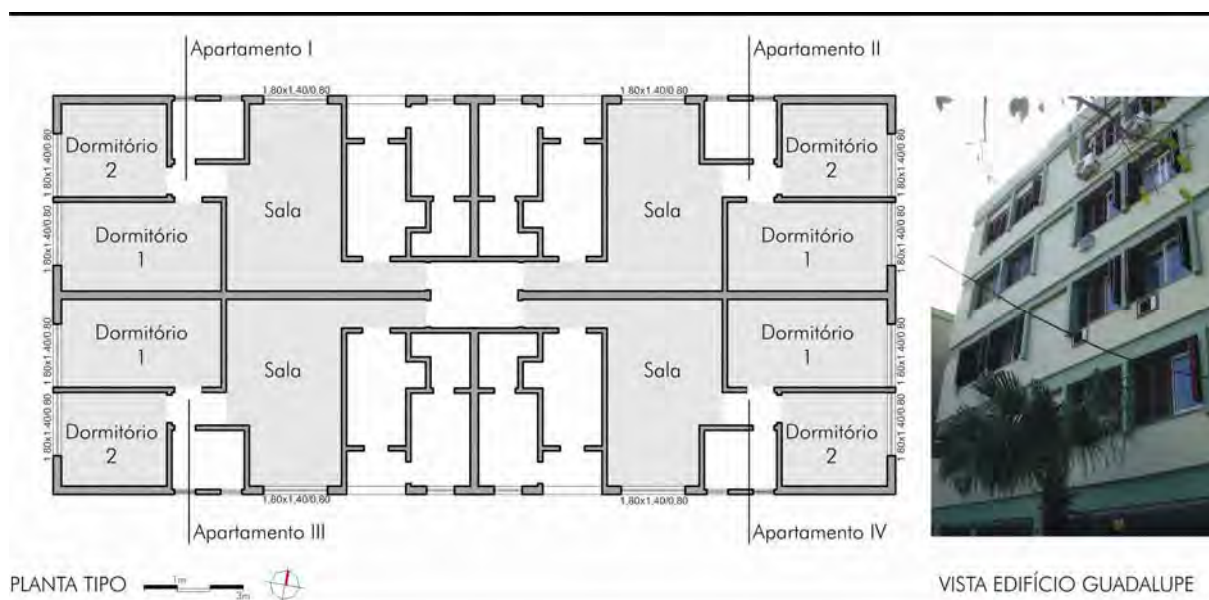


FIGURA 3.16 DADOS DO EDIFÍCIO EM ANÁLISE

Com a intenção de esclarecer pontos de possível dificuldade de compreensão é demonstrado passo a passo a identificação do código do item 1 da ficha para um dos compartimentos. Para isso foi selecionado o dormitório 1 do apartamento da frente da edificação (Apartamento I), conforme mostra os tópicos abaixo:

- Tamanho da abertura

O dormitório 1 possui uma abertura do tipo janela. A área da parede na qual é inserida a abertura tem dimensões de 2,70 metros de largura por 2,60 metros de altura e a área da abertura tem dimensões de 1,80 metros de largura por 1,40 metros de altura. A figura abaixo mostra que a área a abertura ocupa 36% da área da parede que a contém. Assim, o valor percentual corresponde ao tamanho médio representado pelo código M.



FIGURA 3.17 RELAÇÃO DO TAMANHO DA PAREDE COM O TAMANHO DA ABERTURA

- Orientação solar da abertura

A abertura do dormitório orientado para frente do edifício esta voltada para o quadrante oeste, que abrange os ângulos de 225,10° a 315,0°. Assim, o código desse item é O.

- Sombreamento da abertura

A abertura do dormitório 1 possui um sombreamento vertical em função das venezianas externas abertas. Assim, o código utilizado é V.

- Ventilação da abertura


Nota-se na planta do apartamento que o dormitório 1 tem uma unidade de abertura, portanto o código adotado para o número de troca de ar é 1.

A combinação dos quatro parâmetros do dormitório 1 resulta no código M-O-V-1. Essa identificação do código que envolve as variáveis da abertura é feita para cada compartimento em análise e preenchida no item 1 da ficha de avaliação. Os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE) dos dormitórios e da sala são consultados no apêndice A e B desse trabalho. A seguir é apresentada a ficha preenchida do Edifício Guadalupe.



## DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

**EDIFÍCIO GUADALUPE**  
Rua José de Alencar, 186 - Bairro Menino Deus; 1976; 64,50m<sup>2</sup>; 4 pavimentos; 16 apartamentos; 2 dormitórios



---

### 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	APTO 3	APTO 4
Sala	M - N - V - 1	M - S - V - 1	M - N - V - 1	M - S - V - 1
Dormitório 1	M - O - V - 1	M - O - V - 1	M - L - V - 1	M - L - V - 1
Dormitório 2	P - O - V - 1	P - O - V - 1	P - L - V - 1	P - L - V - 1

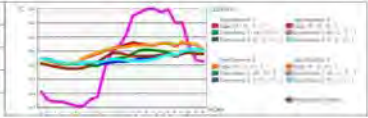
---

### 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do comportamento das temperaturas nas 24 horas do dia.

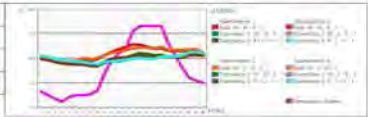
**2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS**

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	APTO 3	APTO 4
Sala	12%	12%	12%	12%
Dormitório 1	73%	73%	73%	73%
Dormitório 2	73%	73%	73%	73%



**2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS**

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	APTO 3	APTO 4
Sala	0%	0%	0%	0%
Dormitório 1	0%	0%	0%	0%
Dormitório 2	0%	0%	0%	0%



---

### 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m<sup>2</sup>.ano

**3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS**

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	APTO 3	APTO 4
Sala	126140Wh	122660Wh	126140Wh	122660Wh
Dormitório 1	65957Wh	65957Wh	65761Wh	65761Wh
Dormitório 2	36556Wh	36556Wh	36470Wh	36470Wh

**3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO**

FÓRMULA CE <sub>AP</sub> (Wh/m <sup>2</sup> .ano)	APTO 1	APTO 2	APTO 3	APTO 4
$CE_{AP} = \left( \frac{CE_{S1}}{12} + \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{S2}}{24} \right)$	13798,6 Wh/m <sup>2</sup> .ano	13653,6 Wh/m <sup>2</sup> .ano	13775,1 Wh/m <sup>2</sup> .ano	13630,1 Wh/m <sup>2</sup> .ano
	* 4 APTO	* 4 APTO	* 4 APTO	* 4 APTO

FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m <sup>2</sup> .ano)	EDIFÍCIO
$CE_{EDIF} = (CE_{AP1} + CE_{AP2} + \dots + CE_{APn})$	219429,6 Wh/m <sup>2</sup> .ano ou 219,42 Kwh/m <sup>2</sup> .ano

---

### 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

**4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS**

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA VERÃO				NOTA INVERNO			
		APTO 1	APTO 2	APTO 3	APTO 4	APTO 1	APTO 2	APTO 3	APTO 4
100% — 67%	Sala	C	C	C	C	C	C	C	C
66% — 34%	Dormitório 1	A	A	A	A	C	C	C	C
33% — 0%	Dormitório 2	A	A	A	A	C	C	C	C

**4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO**

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 — 0,10	$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{VERÃO}}{n_{VERÃO}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{INVERNO}}{n_{INVERNO}} \right] \cdot FC$ $FC = \frac{1}{90363,81}$	<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; margin: 0;">B</div> valor = 0,15
0,11 — 0,21		
0,22 — 1		

---

### DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

Análise complementar no verso da ficha de avaliação

FIGURA 3.18 FICHA DE AVALIAÇÃO DO EDIFÍCIO GUADALUPE

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético do Edifício Guadalupe apresentou nota B quanto à eficiência energética e notas de conforto térmico A e C nos compartimentos. Cabe agora discutir os resultados apresentados nos itens 2 e 3 da ficha de avaliação, e a submissão da nota obtida na classificação do desempenho térmico e energético do item 4 da ficha.

Os resultados das HTC no verão mostram que as salas têm 12% do tempo com temperaturas aceitáveis para conforto enquanto os dormitórios têm 73%. Cabe comentar que os horários de ocupação dos compartimentos influenciaram nessa diferença do percentual de HTC. A ocupação da sala (6h-22h) ocorre no período em que as temperaturas externas têm valores elevados, como mostra a figura abaixo e, por outro lado, as temperaturas externas são baixas nos horários de ocupação dos dormitórios (21h-7h). Os apartamentos abaixo apresentam 1ach por terem uma unidade de abertura nos dormitórios e salas. Vale ressaltar que no período da noite (20h-4h), no verão, ocorrem 50ach para dissipar o calor das pessoas e da estrutura da edificação visto que a noite as temperaturas externas são mais baixas que as internas, conforme pode ser observado nas temperaturas do gráfico abaixo.

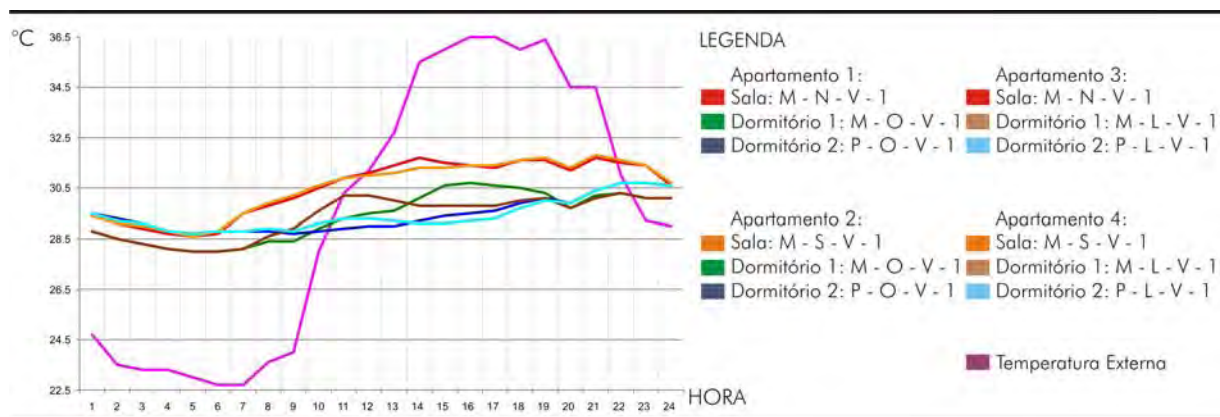


FIGURA 3.19 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO VERÃO

Os valores dos percentuais das HTC são abrangentes na medida em que quantificam o número de horas com temperaturas acima de 30°C no verão. Assim, é através da figura 3.19 que se pode observar o comportamento das temperaturas em cada compartimento. As temperaturas externas oscilam mais que as internas, variando entre 22,5°C e 36,5°C. Observa-se que todos os dormitórios apresentam temperaturas elevadas no horário da manhã quando orientados para leste e temperaturas elevadas no horário da tarde na orientação oeste.

As temperaturas internas da sala orientada para norte (código M-N-V-1) atingem 32.0°C às 14 horas, e quando orientada para sul (código M-S-V-1) atinge temperaturas de 31.0°C no mesmo horário. A sala voltada para norte atinge temperatura mais elevada que a sala orientada para sul porque, no verão, a orientação sul tem poucas horas de incidência solar comparado com a orientação norte. Deve-se atentar para o fato de que, as salas orientadas tanto para norte quanto para sul com 12% de HC, tem 15 horas com temperaturas em desconforto no horário de ocupação (6h-22h), enquanto os dormitórios têm 3 horas de desconforto no horário de ocupação (21h-7h), que equivale a 73% de HTC. Essas elevadas temperaturas das salas se devem ao calor adquirido ao longo do dia quando as temperaturas externas estão elevadas.

Nota-se na figura 3.19 que no verão os dormitórios com aberturas de tamanho médio têm temperaturas mais elevadas que os dormitórios com aberturas de tamanho pequeno de mesma orientação. Os dormitórios voltados para oeste atingem temperaturas mais elevadas que os dormitórios orientados para leste. Isso ocorre porque até o horário do meio dia os ambientes aquecem em função das temperaturas externas, porém à tarde os dormitórios orientados para oeste recebem a incidência solar no ambiente já aquecido. Os ocupantes de uma residência suportam mais o frio que o calor, visto que no verão mesmo com o uso de roupas leves, qualquer atividade física que a pessoa faça gera calor, principalmente em ambientes com temperaturas acima de 30°C.

O parâmetro que diferencia os quatro apartamentos do pavimento-tipo do Edifício Guadalupe é a orientação solar. Os resultados das temperaturas internas, no verão, mostram que tanto as salas quanto os dormitórios apresentam diferenças de temperatura quando a orientação solar é diferente. As salas orientadas para norte apresentaram temperaturas mais elevadas que as salas orientadas para sul. Os dormitórios orientados para oeste apresentaram temperaturas mais elevadas que os dormitórios para leste. No entanto, o número de horas acima de 30°C é o mesmo em orientações distintas. Por conseguinte, o percentual das HTC resultou em valores iguais entre as salas e entre os dormitórios.

No período de inverno não houve acréscimo de HTC nos compartimentos do edifício, ou seja, nenhum dormitório ou sala atingiu temperaturas de conforto que variam entre 16°C a 30°C. O comportamento das temperaturas durante as 24 horas do dia no

inverno é semelhante ao período de verão, na medida em que as temperaturas se elevam no período da tarde e reduzem durante a noite. Os apartamentos abaixo apresentam 1ach por terem uma unidade de abertura nos dormitórios e salas. Vale ressaltar que no período do dia (7h-17h), no inverno, ocorrem 1ach para renovação do ar interno, conforme pode ser observado nas temperaturas do gráfico abaixo.

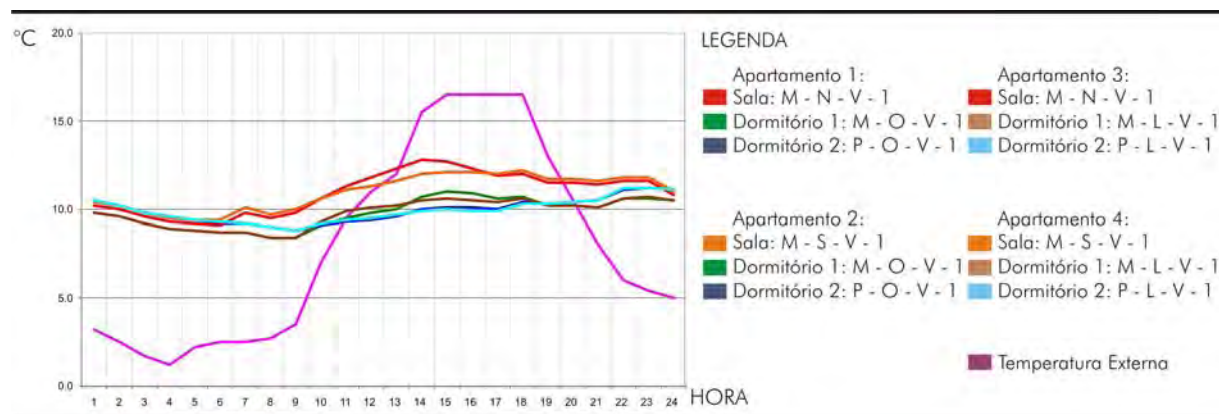


FIGURA 3.20 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO INVERNO

A figura 3.20 apresenta o comportamento das temperaturas no dia 20 de maio, que representa o dia com as temperaturas externas mais baixas do ano, segundo o arquivo climático. A temperatura externa varia de 1°C às 3 horas até 17°C das 14 horas às 17 horas. Nota-se que no inverno as diferenças entre as temperaturas internas no horário da manhã e da tarde são menores que no verão. Isso ocorre porque no inverno o dia é mais curto e o sol está mais distante da terra que no verão.

O compartimento que atinge temperaturas mais elevadas no inverno é a sala (código M-N-V-1), com abertura média orientada para norte, essa temperatura equivale a 12,8°C às 14 horas. Nota-se que as salas, com orientação para norte e sul, em comparação com os dormitórios, têm temperaturas mais elevadas durante o dia e mais baixas à noite. Isso significa que a sala, por ter calor incidental (ocupação) durante o dia e aberturas com tamanho médio, atinge temperaturas mais elevadas que os dormitórios durante o dia e perde mais calor à noite. Essa perda de calor pode ser controlada através do uso de fechamentos externos e vidros duplos que garantem a estanqueidade térmica isolando o calor interno à noite e nas primeiras horas da manhã.

Observa-se na figura 3.20 que durante o dia, das 10 horas às 18 horas, os dormitórios com abertura de tamanho médio têm temperaturas mais elevadas que os

dormitórios com tamanho pequeno de abertura. Cabe lembrar que todos os dormitórios do Edifício Guadalupe têm sombreamento vertical em função das venezianas, e esse sombreamento bloqueia os raios solares quando fechado durante o dia. Isso significa que no inverno o ocupante deve abrir as venezianas durante o dia, principalmente nos horários do meio dia quando as temperaturas externas estão mais elevadas que as internas para armazenar o calor no ambiente. Outras medidas para controlar o conforto no ambiente são atitudes que depende do ocupante como o uso de vestimentas adequadas e o consumo de bebidas quentes para amenizar as baixas temperaturas do inverno.

Os resultados do CE, item 3 da ficha de avaliação, mostram que as salas dos apartamentos em análise consomem cerca do dobro de energia que os dormitórios. O item 3.1, referente aos resultados consultados no apêndice B, demonstram esses dados anuais. É importante lembrar que essa diferença do CE entre a sala e o dormitório é significativa quando transformada em valor financeiro que o proprietário gasta para manter o conforto nos ambientes.

As salas (código M-N-V-1) voltadas para lateral norte do edifício, consome 126140Wh, enquanto as salas (código M-S-V-1) da lateral sul, consome 122660Wh por ano. Esses resultados demonstram que a diferença do consumo entre as orientações norte e sul é relativamente pequena. Considerando que o horário de ocupação da sala é das 6 horas às 22 horas, ou seja, ocorre no período do dia em que as temperaturas externas estão mais elevadas, pode-se dizer que parte desse consumo anual, na orientação norte, se deve ao período de verão, para resfriar o ambiente.

Os valores do CE consultados no apêndice B apresentam diferenças significativas entre os dormitórios, visto que, esses compartimentos, com abertura de tamanho médio, têm praticamente o dobro do consumo quando comparados aos dormitórios com abertura pequena. Isso acontece porque as aberturas de tamanho médio têm maior fluxo de calor entre o exterior e interior dos ambientes comparativamente com aberturas pequenas.

Observa-se que os dormitórios com abertura de tamanho pequeno e médio, com mesmo sombreamento e ventilação, apresentam pouca diferença de CE em orientações diferentes. Os dormitórios com tamanho médio de abertura orientados para oeste

consomem 65957Wh, e quando orientados para leste consomem 65761Wh. Já os dormitórios com tamanho pequeno de abertura orientados para oeste consomem 36556Wh, e quando orientados para leste consomem 36470Wh. A partir desses resultados, pode-se dizer que o tamanho da abertura é o parâmetro da ficha de avaliação que mais influencia no desempenho térmico e energético do ambiente.

Os resultados calculados através das fórmulas matemáticas, do item 3.2 da ficha, mostram que o CE dos apartamentos ( $CE_{AP}$ ) com salas voltadas para lateral sul do edifício é menor que o CE dos apartamentos voltado para lateral norte. Esses resultados são reflexos do parâmetro da orientação sul. Deve-se atentar para o fato de que o tamanho a abertura exerceu a maior influência no desempenho energético dos apartamentos.

O valor do CE do edifício ( $CE_{EDIF}$ ), 219,42KWh/m<sup>2</sup>.ano, representa o consumo total dos dezesseis apartamentos da edificação. Deve-se destacar que o  $CE_{EDIF}$  considera apenas a energia para aquecer e resfriar os ambientes. Sabe-se que o valor gasto com energia elétrica do edifício é maior que a energia estuda aqui, na medida em que outros compartimentos (cozinha, área de serviço, sanitários e etc) e equipamentos eletrônicos (como televisão, computador, chuveiro e utensílios doméstico, por exemplo) são computados no valor da conta mensal do apartamento.

A classificação do desempenho térmico e energético, item 4 da ficha de avaliação, mostra que o Edifício Guadalupe obteve nota B no consumo de energia e nas horas de conforto no verão obteve nota A para os dormitórios e C para as salas, além de nota C para os compartimentos no período de inverno.

A nota dos compartimentos é uma aplicação direta do percentual de HTC, o que remete a discussão feita anteriormente. Pode-se acrescentar que no período de inverno nenhum compartimento atingiu temperaturas de 16°C em função das baixas temperaturas externas resultando na nota C. Também se observa que no período de verão os dormitórios atingiram temperaturas acima de 30°C das 18 horas às 23 horas, no entanto a nota A reflete o percentual de HTC apenas no horário de ocupação do dormitório, das 21 horas às 7 horas. Não obstante, a nota C das salas dos apartamentos demonstra que a abertura com tamanho médio reflete as altas temperaturas do verão e as perdas de calor do inverno.

A classe de eficiência energética do edifício recebeu nota B por obter um índice de classificação ( $IC_{EDIF}$ ) igual a 0,15. Pode-se destacar que a fórmula criada para obter a nota do edifício definiu alguns aspectos pertinentes, tais como: (1) definição de intervalos de 0 a 1 para evitar qualquer interpretação de valores em Wh; (2) média do CE da edificação no todo edificado e; (3) fator de classificação dos apartamentos. Os resultados do  $IC_{EDIF}$  são precisos na medida em que combinam a média do CE do edifício com o fator de classificação, para edifícios com apartamentos de dois e/ou três dormitórios.

## CONCLUSÃO

A metodologia adotada para o estudo permite analisar, confrontar e criticar os edifícios residenciais existentes assim como ser um instrumento de reflexão para o projeto de novos edifícios. O próximo capítulo apresenta os resultados encontrados com o uso dessa metodologia, em forma de estudo de caso, para seis edifícios residenciais na região climática de Porto Alegre.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

Nesse capítulo são apresentados os resultados da avaliação do desempenho térmico e energético para seis edifícios residenciais em Porto Alegre. Para isso, é aplicada a ficha de avaliação apresentada na metodologia. A classificação do desempenho térmico dos compartimentos e da eficiência energética da edificação permite comparar diferentes edifícios na região climática de Porto Alegre. Os resultados são analisados e discutidos para demonstrar a influência da variável abertura no condicionamento térmico e energético da envoltória edificada.



Para demonstrar os resultados e a discussão desse capítulo foi preenchida a ficha de avaliação que relaciona os parâmetros da abertura para cada uma das edificações em estudo. A combinação desses parâmetros possibilitou verificar os resultados de **horas com temperatura de conforto** (HTC) e de **consumo energético** (CE) nos compartimentos. Por fim, considerando esses resultados, os compartimentos e os edifícios foram classificados.

As fichas de avaliação dos edifícios encontram-se no apêndice C deste trabalho. Os resultados apresentados no tópico 4.1 estão organizados por edificação. O segundo tópico deste capítulo apresenta a discussão desses resultados, onde é abordada a influência da variável **abertura** no desempenho térmico-energético dos compartimentos e na eficiência energética de diferentes edificações.

#### 4.1 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Os resultados apresentados nesse tópico são decorrentes da metodologia descrita no capítulo 3. São apresentados os resultados da avaliação do desempenho térmico e energético para seis edifícios residenciais – apartamentos de dois e três dormitórios – das décadas de 70, 80 e 90. É importante notar, ainda, que a organização desses resultados é descrita na mesma ordem da experimentação do capítulo anterior.

- EDIFÍCIO SAN ANTÔNIO

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético do Edifício San Antônio apresentou nota B quanto à eficiência energética e notas de conforto térmico A, B e C nos compartimentos. Os resultados das HTC e do CE dos compartimentos e do CE do apartamento e da edificação (itens 2 e 3 da ficha) são mostrados a seguir, assim como a classificação do desempenho do item 4 da ficha.

Os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) no verão mostram que as salas têm 53% do tempo com temperaturas aceitáveis para conforto, enquanto os dormitórios têm 73%. Essa diferença nos valores percentuais se deve aos horários de ocupação dos compartimentos associados aos parâmetros da abertura. Deve-se atentar para o fato de que as salas atingem oito horas com temperaturas em desconforto no horário de ocupação (6h-22h), enquanto os dormitórios atingem apenas três horas (21h-7h).

A figura 4.1 mostra o comportamento dessas temperaturas no período de verão. As temperaturas externas oscilam mais que as internas, variando entre 22,7°C e 36,5°C. A figura ainda demonstra que existem diferenças significativas no comportamento das temperaturas internas entre as salas e os dormitórios nas 24 horas do dia. No horário da 1 hora às 6 horas as temperaturas internas mais elevadas são observadas no dormitório 2, com abertura de tamanho pequeno (cores rosa e azul). No horário das 6 horas às 19 horas, as temperaturas internas mais elevadas ocorrem nas salas com abertura pequena orientadas para oeste (cor vermelha) e no dormitório (cor verde) com abertura média orientada para norte. Nesse mesmo período, as temperaturas internas mais baixas acontecem nos dormitórios com aberturas pequenas orientadas para norte e sul. No turno da noite, aproximadamente das 19 horas às 24 horas, os dormitórios com abertura de tamanho médio (cores amarela e verde) têm as temperaturas mais baixas. Nota-se no gráfico que a partir das 21 horas as temperaturas das salas reduzem na medida em que as temperaturas externas diminuem e não há ocupação desses ambientes.

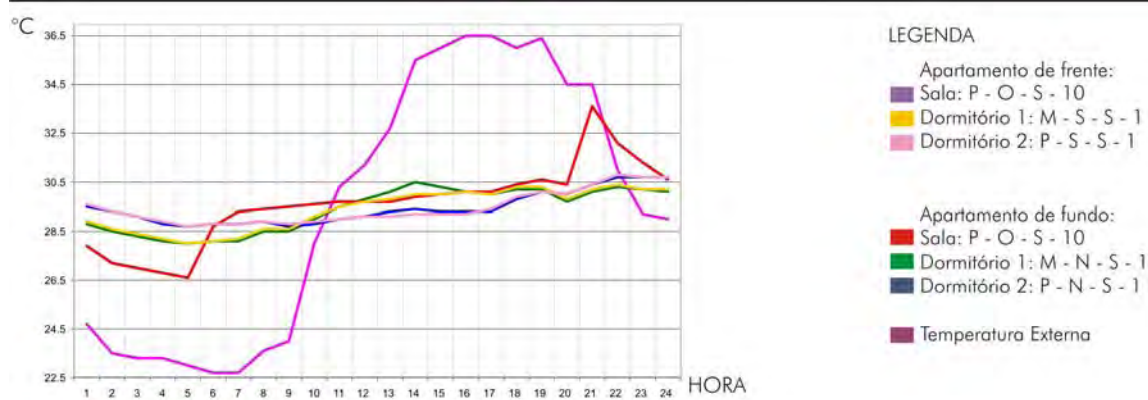


FIGURA 4.1 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO VERÃO – EDIFÍCIO SAN ANTÔNIO

No pavimento-tipo do Edifício San Antônio, as salas dos dois apartamentos têm as mesmas características de tamanho, orientação, sombreamento e ventilação da abertura. Por esse motivo, o comportamento das temperaturas internas é igual nos dois apartamentos. A figura 4.1 mostra que as salas (código P-O-S-10), têm temperatura interna acima de 30°C das 15 horas às 24 horas, quando as temperaturas externas variam entre 29°C e 36,5°C.

Na figura 4.1 percebe-se que as temperaturas internas dos dormitórios que têm aberturas de tamanho pequeno são mais baixas durante o dia quando comparadas com os que têm tamanho médio de abertura. O dormitório 1 (cor verde), com abertura de

tamanho médio e orientado para norte (código M-N-S-1), apresenta temperaturas mais elevadas no horário das 12 horas às 16 horas comparativamente com o dormitório 1, orientado para sul (código M-S-S-1). Os resultados demonstram que a incidência solar na orientação norte, no verão, é responsável por essa diferença de temperatura.

No período de inverno, os compartimentos estudados do Edifício San Antônio não atingem HTC, ou seja, nenhum dormitório ou sala resultou em temperaturas compreendidas entre 16°C e 30°C. A figura 4.2 mostra o comportamento das temperaturas no dia 20 de maio, que representa o dia com as temperaturas externas mais baixas do ano, segundo o arquivo climático. Nota-se que as temperaturas internas variam entre 8.2°C e 12.6°C, enquanto as temperaturas externas variam entre 3°C e 17°C.

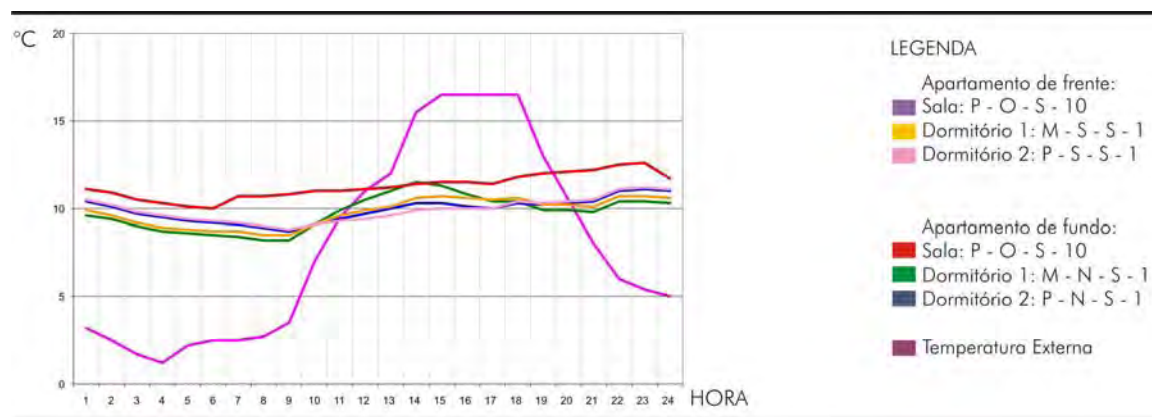


FIGURA 4.2 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO INVERNO – EDIFÍCIO SAN ANTÔNIO

Através da figura acima, percebe-se que as salas (cor vermelha) atingem temperaturas mais elevadas que os dormitórios nas 24 horas do dia. Essa diferença é maior no inverno do que no verão. Os resultados também demonstram que o comportamento das temperaturas nos dormitórios é semelhante, sendo que os dormitórios com tamanho de abertura pequeno (cores rosa e azul) têm temperaturas mais altas que os dormitórios com tamanho médio de abertura no horário das 20 horas às 10 horas. Cabe destacar, ainda, que o dormitório orientado para norte (cor verde) atinge temperaturas mais elevadas que os demais dormitórios no horário das 10 horas às 17 horas.

Os resultados do consumo energético (CE) dos compartimentos mostram que o dormitório com abertura de tamanho médio consome, praticamente, o dobro de energia dos dormitórios e salas com tamanho pequeno de abertura. As tabelas do apêndice B mostram que o CE dos dormitórios 1, com abertura de tamanho médio e orientados para

norte e sul, resultam em 67891Wh e 67857Wh, respectivamente. Já o consumo dos dormitórios 2, com abertura de tamanho pequeno e orientados para norte e sul, resulta em 36414Wh e 36715Wh, respectivamente. Através desses resultados é possível perceber que a orientação solar pouco impacta sobre o CE. O contrário se afirma com relação ao tamanho da abertura. Os resultados mostram que um mesmo ambiente com abertura média consome duas vezes mais energia para se obter conforto do que um ambiente com abertura pequena.

A ficha de avaliação do Edifício San Antônio (ver apêndice C) mostra que o CE calculado para os apartamentos equivale a 10203,2Wh/m<sup>2</sup>.ano e 10225,5Wh/m<sup>2</sup>.ano. Esses resultados demonstram que a diferença de orientação solar pouco impacta no CE dos dois apartamentos. No item 3.2 da ficha observa-se também que o consumo de energia do edifício corresponde a 61,28KWh/m<sup>2</sup>.ano, valor gasto para obter conforto térmico nos dormitórios e salas.

A classificação do desempenho térmico dos compartimentos, item 4 da ficha, mostra que as salas obtiveram nota B no verão e C no inverno, enquanto os dormitórios obtiveram nota A no verão e nota C no inverno. A nota do desempenho energético anual do edifício equivale ao conceito B, com índice de classificação no valor de 0,11.

- EDIFÍCIO MONTE ARABELO

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético do Edifício Monte Arabelo apresentou nota C quanto à eficiência energética e notas de conforto térmico A e C nos compartimentos. Os resultados das HC e do CE dos compartimentos e do CE do apartamento e da edificação (itens 2 e 3 da ficha) são mostrados a seguir, assim como a classificação do desempenho do item 4 da ficha.

Os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) no verão mostram que as salas têm 18% do tempo com temperaturas aceitáveis para conforto, enquanto os dormitórios têm 73%. A diferença nos valores percentuais entre sala e dormitórios se deve aos horários de ocupação dos compartimentos associados aos parâmetros da abertura. Deve-se atentar para o fato de que as salas atingem quatorze horas com temperaturas em desconforto no horário de ocupação (6h-22h), enquanto os dormitórios atingem apenas três horas (21h-7h).

A figura 4.3 mostra o comportamento dessas temperaturas no período de verão. As temperaturas externas oscilam mais que as internas, variando entre 22,7°C e 36,5°C. Nota-se na legenda que as temperaturas equivalem as de um apartamento. Isso ocorre porque nesse edifício os quatro apartamentos do pavimento-tipo estão lado a lado, ou seja, todos têm o mesmo tamanho de abertura, orientação solar, sombreamento e ventilação, conforme dados complementares da ficha (apêndice C).

O comportamento das temperaturas durante as 24 horas do dia (Figura 4.3) mostra que existe diferença significativa entre as temperaturas das salas e dos dormitórios. No horário da 1 hora até as 7 horas as temperaturas internas mais elevadas ocorrem no dormitório 1, com abertura de tamanho pequeno e orientação para oeste (cor verde). No horário das 7 horas às 23 horas, as temperaturas internas mais elevadas ocorrem na sala com abertura de tamanho grande orientada para oeste (cor vermelha). Nesse mesmo período, as temperaturas internas mais baixas acontecem no dormitório com abertura pequena, orientada para oeste (cor verde). Nota-se, no gráfico, que as temperaturas dos dormitórios com abertura de tamanho médio (cores amarela e azul) são mais elevadas que as temperaturas do dormitório com abertura pequena.

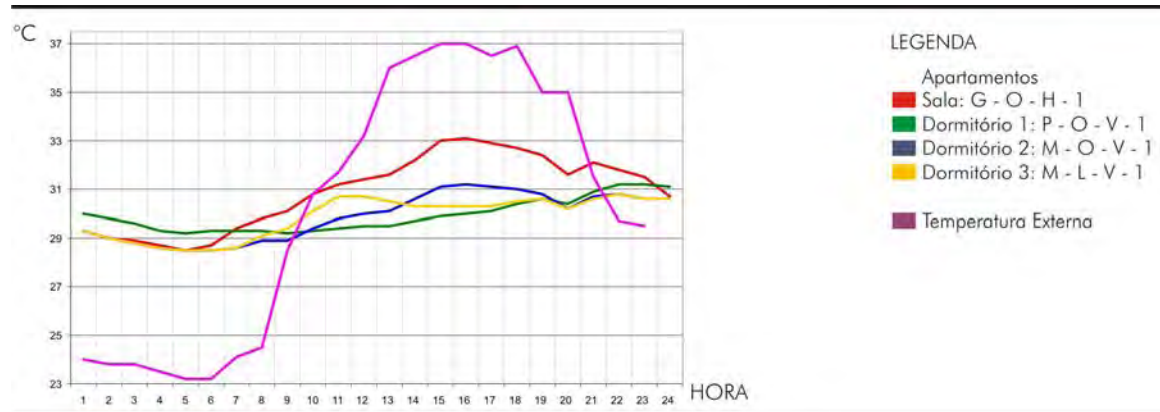


FIGURA 4.3 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO VERÃO – EDIFÍCIO MONTE ARABELO

Os baixos valores percentuais das horas com temperatura de conforto (HTC) na sala (18%) se devem às altas temperaturas ao longo do dia, visto que a abertura da mesma tem tamanho grande e é orientada para oeste. Os dados complementares da ficha de avaliação (ver apêndice C) mostram que todos os apartamentos do Edifício Monte Arabelo têm a mesma orientação. Isso significa que todas as salas do edifício (código G-O-H-1) têm duas horas de temperatura em conforto, das 16 horas de uso.

Na figura 4.3 percebe-se que as temperaturas internas dos dormitórios são mais baixas durante o dia quando o tamanho da abertura é pequeno, comparativamente com a de tamanho médio de abertura. Deve-se atentar ao fato que o dormitório 2 (cor azul), com abertura de tamanho médio e voltada para oeste (código M-O-V-1), tem temperaturas mais elevadas no horário da tarde, enquanto o dormitório 3 (cor amarela), também com tamanho médio de abertura, mas orientada para leste (código M-L-V-1), tem temperaturas mais elevadas no horário da manhã.

No período de inverno, os compartimentos estudados do Edifício Monte Arabela não atingem HTC. A figura 4.4 mostra o comportamento das temperaturas no dia 20 de maio, que representa o dia com as temperaturas externas mais baixas do ano, segundo o arquivo climático. Nota-se que as temperaturas internas variam entre 8,8°C e 12,9°C, enquanto as temperaturas externas variam entre 3°C e 17°C.

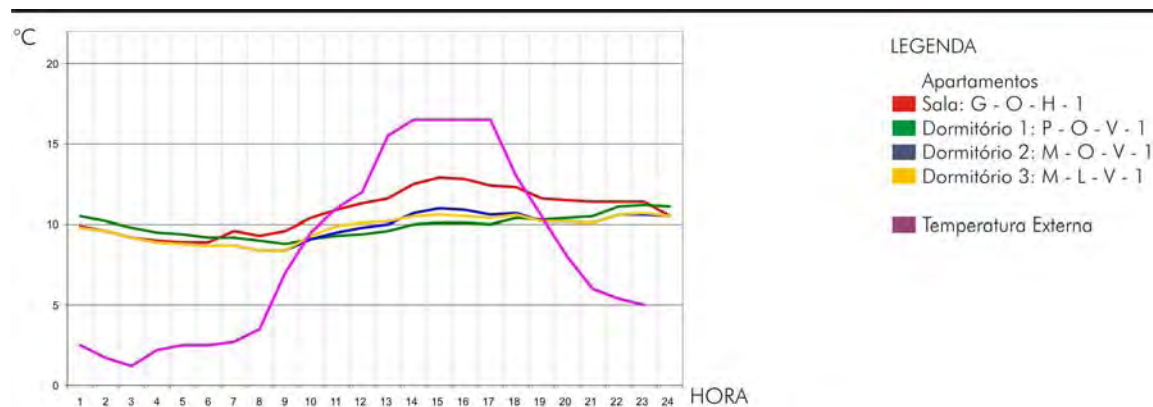


FIGURA 4.4 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO INVERNO – EDIFÍCIO MONTE ARABELO

Através da figura acima, percebe-se que as salas atingem temperaturas mais elevadas que os dormitórios durante o dia. Essa diferença é maior no horário das 8 horas às 22 horas. Os resultados também demonstram que o comportamento das temperaturas dos dormitórios é semelhante, sendo que o dormitório com abertura de tamanho pequeno (cor verde) tem temperaturas mais altas que os dormitórios com abertura de tamanho médio no período das 20 horas às 10 horas. Cabe destacar, ainda, que o dormitório orientado para oeste (código M-O-V-1) tem temperaturas mais elevadas (11,2°C às 22 horas) que os dormitórios orientados para leste, no período da tarde.

Os resultados do consumo energético (CE) dos compartimentos mostram que os dois dormitórios com tamanho de abertura de tamanho médio consomem praticamente o

dobro de energia do dormitório com abertura pequena. A sala com abertura de tamanho grande e orientada para oeste consome 198207Wh por ano. As tabelas do apêndice B mostram que o CE dos dormitórios 2 e 3, com abertura de tamanho médio e orientados para leste e oeste, equivalem a 65761Wh e 65957Wh, respectivamente. Já o dormitório 1, com abertura de tamanho pequeno e orientado para oeste, consome 36556Wh. Esses resultados mostram que ambientes com aberturas de tamanhos maiores consomem mais energia para atingir o conforto durante o ano.

A ficha de avaliação do Edifício Monte Arabela (ver apêndice C) mostra que o CE calculado para os apartamentos equivale a 22281,4Wh/m<sup>2</sup>.ano. Esse resultado reflete o consumo dos dezesseis apartamentos do edifício, visto que os apartamentos estão organizados em faixa longitudinal de tal forma que todos os apartamentos possuem a mesma orientação solar. No item 3.2 da ficha observa-se também que o valor calculado do consumo de energia do edifício corresponde a 356,50KWh/m<sup>2</sup>.ano para o condicionamento dos dormitórios e das salas.

A classificação do desempenho térmico dos compartimentos, item 4 da ficha, mostra que a sala obteve nota C no verão e no inverno, enquanto os dormitórios obtiveram nota A no verão e nota C no inverno. A nota do desempenho energético anual do edifício equivale a C, com índice de classificação no valor de 0,25.

- EDIFÍCIO VILA REAL

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético do Edifício Vila Real apresentou nota A quanto à eficiência energética e notas de conforto térmico A, B e C nos compartimentos. Os resultados das HTC e do CE dos compartimentos e do CE do apartamento e da edificação (itens 2 e 3 da ficha) são mostrados a seguir, assim como a classificação do desempenho do item 4 da ficha.

Os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) no verão mostram que as salas têm 41% do tempo com temperaturas aceitáveis para conforto, enquanto os dormitórios têm 73%. Essa diferença nos valores percentuais se deve aos horários de ocupação dos compartimentos associados aos parâmetros da abertura. Deve-se atentar para o fato de que as salas atingem seis horas com temperaturas em desconforto no horário de ocupação (6h-22h), enquanto os dormitórios atingem apenas três horas (21h-7h).

A figura 4.5 mostra o comportamento dessas temperaturas no período de verão. As temperaturas externas oscilam mais que as internas, variando entre 22,7°C e 36,5°C. O comportamento das temperaturas durante as 24 horas do dia mostra que existe diferença significativa entre as temperaturas das salas e dos dormitórios. No horário da 1 hora às 6 horas as temperaturas internas mais elevadas ocorrem nos dormitórios com tamanho pequeno de abertura (cor amarela). No horário das 6 horas às 20 horas, as temperaturas internas mais elevadas ocorrem nas salas com abertura pequena orientada para sul (cores vermelha e lilás). Os dormitórios orientados para leste (cor verde) apresentam temperaturas mais elevadas no período da manhã, enquanto os dormitórios orientados para oeste (cor amarela) apresentam temperaturas mais elevadas no período da tarde. No turno da noite, das 20 horas às 24 horas, os dormitórios apresentam as mesmas temperaturas. No mesmo período as temperaturas das salas reduzem de 33,7°C para 30,7°C.

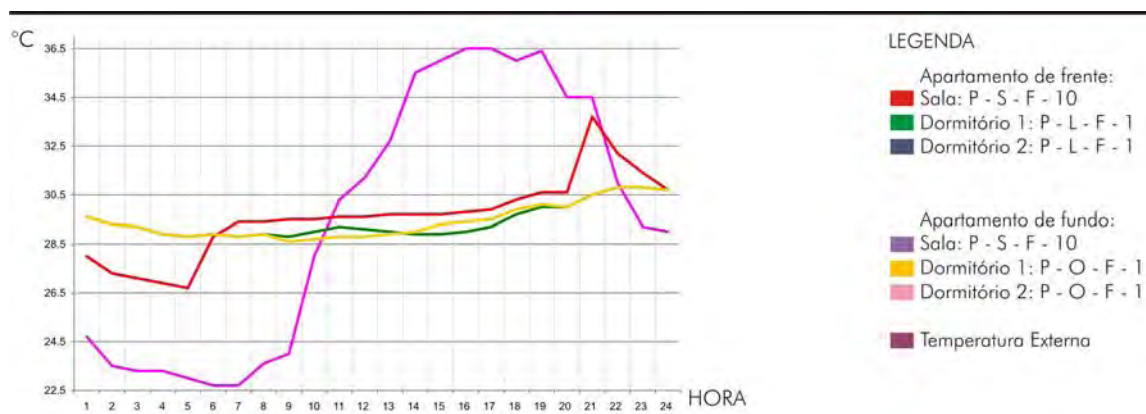


FIGURA 4.5 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO VERÃO – EDIFÍCIO VILA REAL

No pavimento-tipo do Edifício Vila Real a sala dos dois apartamentos tem as mesmas características de tamanho, orientação, sombreamento e ventilação. Por esse motivo, o comportamento das temperaturas internas é igual nos dois apartamentos. A figura 4.5 mostra que as salas (código P-S-F-10) têm temperaturas internas acima de 30°C das 17 horas às 22 horas, quando as temperaturas externas variam entre 29°C e 36,5°C.

Na figura 4.5 percebe-se que o comportamento das temperaturas internas dos dormitórios, com aberturas de mesmo tamanho, se diferencia em função da orientação solar, leste e oeste. Os dormitórios (cores verde e azul) orientados para leste apresentam temperaturas mais elevadas no período das 8 horas às 12 horas, enquanto os dormitórios



(cores amarela e rosa) orientados para oeste apresentam temperaturas mais elevadas no turno da tarde. Esses resultados novamente demonstram que a orientação solar é um parâmetro da abertura que interfere nos resultados do desempenho térmico dos ambientes.

No período de inverno, os compartimentos estudados do Edifício Vila Real não atingem HTC. A figura 4.6 mostra o comportamento das temperaturas no dia 20 de maio, que representa o dia com as temperaturas externas mais baixas do ano, segundo o arquivo climático. Nota-se que as temperaturas internas variam entre 8,8°C e 12,6°C, enquanto as temperaturas externas variam entre 3°C e 17°C.

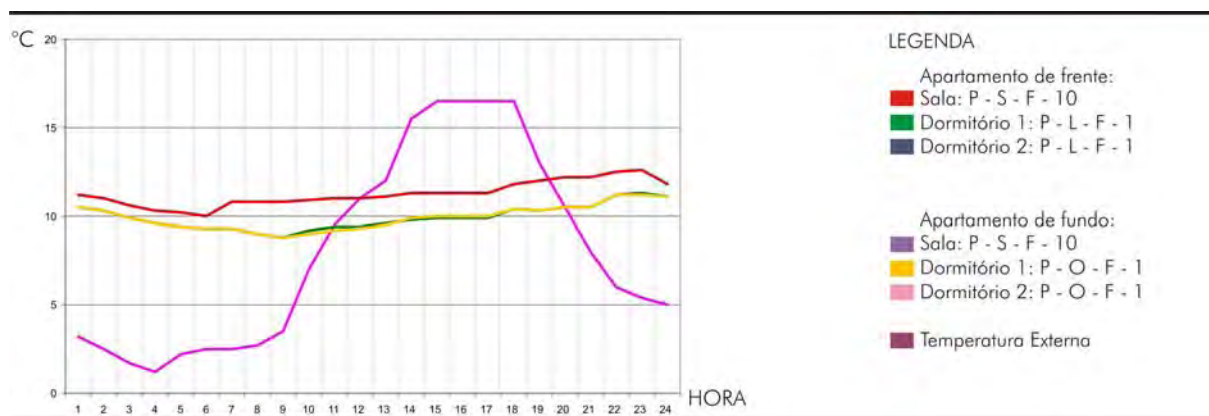


FIGURA 4.6 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO INVERNO – EDIFÍCIO VILA REAL

Através da figura acima, percebe-se que as salas (cores vermelha e lilás) atingem temperaturas mais elevadas que os dormitórios nas 24 horas do dia. Essa diferença é maior no inverno do que no verão. Os resultados também demonstram que as temperaturas dos dormitórios têm o mesmo comportamento ao longo do dia, mesmo com orientação solar diferente (leste e oeste). Isso significa que no inverno essas orientações interferem pouco nas temperaturas internas.

Os resultados do consumo energético (CE) dos compartimentos mostram que os dormitórios consomem a mesma energia, enquanto as salas gastam mais energia que os dormitórios. As salas com abertura de tamanho pequeno, orientadas para sul, com sombreamento frontal e 10ac/h, consomem 49951Wh por ano. As tabelas do apêndice B mostram que o consumo de energia dos dormitórios orientados para leste é de 37183Wh, enquanto os dormitórios orientados para oeste consomem 37180Wh. É interessante perceber que todos os compartimentos desse edifício têm tamanho pequeno

de abertura. Assim sendo, a orientação solar é responsável pela diferença do consumo de energia entre os dormitórios.

A ficha de avaliação do Edifício Vila Real (ver apêndice C) mostra que o CE calculado para os apartamentos equivale a 8278,4Wh/m<sup>2</sup>.ano e 8277,9Wh/m<sup>2</sup>.ano. Esses resultados demonstram uma diferença de consumo pequena entre os apartamentos de frente (orientação leste) e de fundos (orientação oeste). No item 3.2 da ficha observa-se também o valor calculado do CE do edifício que, neste caso, corresponde a 49,66KWh/m<sup>2</sup>.ano, valor esse gasto para obter conforto térmico nos dormitórios e salas.

A classificação do desempenho térmico dos compartimentos, item 4 da ficha, mostra que as salas obtiveram nota B no verão e C no inverno, enquanto os dormitórios obtiveram nota A no verão e nota C no inverno. A nota do desempenho energético anual do edifício equivale ao conceito A, com índice de classificação no valor de 0,09. Esse valor de 0,09 significa que o edifício gasta 9% do valor de referência, sendo este um valor baixo o que justifica a nota A no que diz respeito ao desempenho energético anual.

- EDIFÍCIO TREVO

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético do Edifício Trevo apresentou nota B quanto à eficiência energética e notas de conforto térmico A e C nos compartimentos. Os resultados das HC e do CE dos compartimentos e do CE do apartamento e da edificação (item 2 e 3 da ficha) são mostrados a seguir, assim como a classificação do desempenho do item 4 da ficha.

Os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) no verão mostram que as salas têm 18% do tempo com temperaturas aceitáveis para conforto, enquanto os dormitórios têm 73%. Essa diferença nos valores percentuais se deve aos horários de ocupação dos compartimentos associados aos parâmetros da abertura. Deve-se atentar para o fato de que as salas atingem quatorze horas com temperaturas em desconforto no horário de ocupação (6h-22h), enquanto os dormitórios atingem apenas três horas (21h-7h).

A figura 4.7 mostra o comportamento dessas temperaturas no período de verão. As temperaturas externas oscilam mais que as internas, variando entre 22,7°C e 36,5°C. O comportamento das temperaturas durante as 24 horas do dia mostra que existe

diferença significativa entre as temperaturas das salas e entre as temperaturas dos dormitórios com aberturas de tamanhos médio e pequeno. No horário da 1 hora às 7 horas as temperaturas internas mais elevadas são observadas nos dormitórios 3 com abertura de tamanho pequeno (cores verde e amarela). No horário das 7 horas às 23 horas, as temperaturas internas mais elevadas ocorrem nas salas com aberturas grandes orientadas para oeste e leste (cores vermelha e lilás). Nesse mesmo período as temperaturas internas mais baixas acontecem nos dormitórios com aberturas pequenas. No turno da noite, aproximadamente das 20 horas às 24 horas, as temperaturas dos dormitórios aumentam. Nota-se, no gráfico, que a partir das 21 horas as temperaturas das salas reduzem na medida em que as temperaturas externas diminuem e não há ocupação desses ambientes.

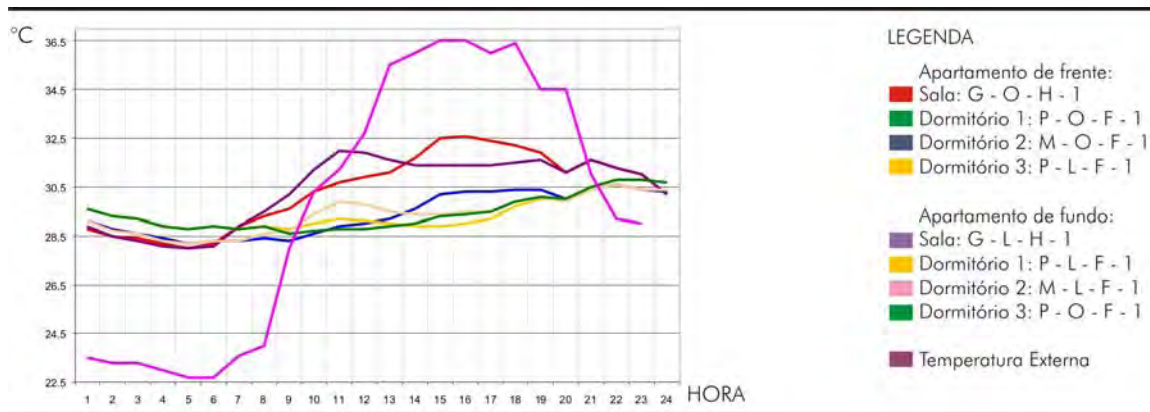


FIGURA 4.7 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO VERÃO – EDIFÍCIO TREVO

No pavimento-tipo do Edifício Trevo as salas dos dois apartamentos têm orientações diferentes, leste e oeste. Por esse motivo, observa-se que as temperaturas da sala orientada para leste (código G-L-H-1) são mais elevadas no horário das 7 horas às 12 horas, enquanto que as temperaturas mais elevadas no horário da tarde ocorrem na sala (código G-O-H-1) orientada para oeste. O fato é que a sala orientada para oeste atinge temperatura mais elevada do que a sala orientada para leste, com temperaturas de até 32,6°C às 15 horas.

Na figura 4.7 percebe-se que as temperaturas internas dos dormitórios são mais baixas durante o dia quando o tamanho da abertura é pequeno. A partir das 7 horas as temperaturas dos dormitórios aumentam. As diferenças no comportamento destas temperaturas são quanto à orientação solar, leste e oeste, além do tamanho das aberturas. Observa-se que os dormitórios do apartamento do fundo, orientados para

leste, apresentam temperaturas mais elevadas no turno da manhã, sendo que o dormitório com abertura de tamanho médio (cor rosa) atinge temperatura de 29,9°C, enquanto o dormitório com abertura de tamanho pequeno (cor amarela) atinge 29,2°C. Da mesma forma, os dormitórios do apartamento da frente, orientados para oeste, apresentam temperaturas mais elevadas no turno da tarde, sendo que o dormitório com abertura de tamanho médio (cor azul) atinge temperaturas de 30,4°C, enquanto o dormitório com abertura de tamanho pequeno (cor verde) atinge 30,1°C. Esses resultados mostram que a incidência solar na orientação oeste, associada a aberturas de tamanho médio, no verão, é responsável pelas altas temperaturas.

No período de inverno, os compartimentos estudados do Edifício Trevo não atingem HTC. A figura 4.8 mostra o comportamento das temperaturas no dia 20 de maio, que representa o dia com as temperaturas externas mais baixas do ano, segundo o arquivo climático. Nota-se que as temperaturas internas variam entre 8,9°C e 12,9°C, enquanto as temperaturas externas variam entre 3°C e 17°C.

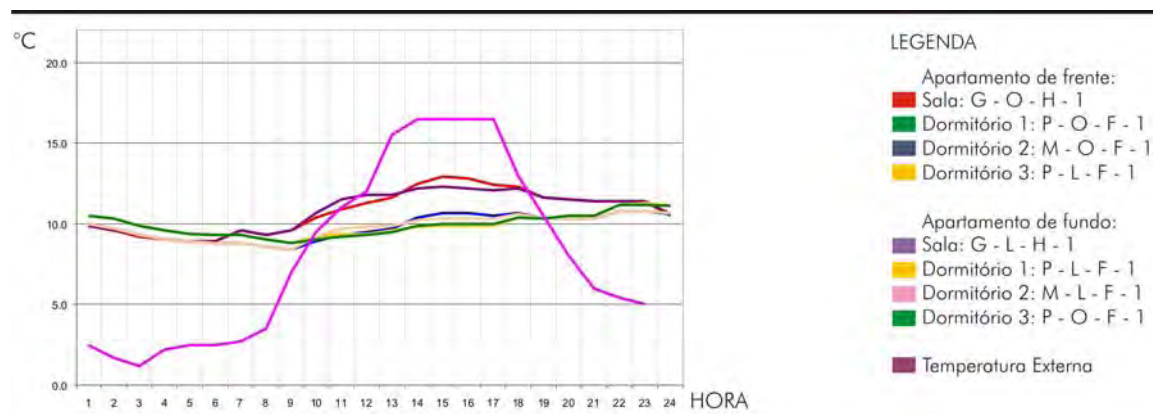


FIGURA 4.8 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO INVERNO – EDIFÍCIO TREVO

Através da figura acima, percebe-se que as salas (cores vermelha e roxa) atingem temperaturas mais elevadas que os dormitórios durante o dia. Os resultados também mostram que o comportamento das temperaturas nos dormitórios é semelhante. Cabe destacar, ainda, que os dormitórios com abertura de tamanho médio (cores azul e rosa) atingem temperaturas mais elevadas que os dormitórios com abertura de tamanho pequeno no horário das 9 horas às 20 horas.

Os resultados do consumo energético (CE) dos compartimentos demonstram que os dormitórios com tamanho médio de abertura consomem praticamente o dobro de

energia dos dormitórios com abertura de tamanho pequeno. As salas com abertura de tamanho grande consomem 198207Wh por ano quando orientadas para oeste, e 165357Wh quando orientadas para leste. As tabelas do apêndice B mostram que o CE dos dormitórios 2, com tamanho médio de abertura e orientados para oeste e leste, equivalem a 67592Wh e 67837Wh, respectivamente. Já os dormitórios com tamanho pequeno de abertura orientados para oeste consomem 37180Wh, e quando orientados para leste consomem 37183Wh. Nesse contexto, pode-se dizer que o alto consumo de energia ocorre nos dormitórios com aberturas maiores.

A ficha de avaliação do Edifício Trevo (ver apêndice C) mostra que o CE calculado para os apartamentos equivale a 20088,1Wh/m<sup>2</sup>.ano e 1873,9Wh/m<sup>2</sup>.ano. Esses resultados apresentam diferenças do CE entre os apartamentos de frente e de fundos. Nesse caso, os apartamentos orientados para oeste consomem mais energia que os apartamentos orientados para leste. No item 3.2 da ficha observa-se também que o valor calculado do CE do edifício corresponde a 155,31KWh/m<sup>2</sup>.ano, valor esse gasto para obter conforto térmico nos dormitórios e salas.

A classificação do desempenho térmico dos compartimentos, item 4 da ficha, mostra que as salas obtiveram nota C no verão e no inverno, enquanto os dormitórios obtiveram nota A no verão e nota C no inverno. A nota do desempenho energético anual do edifício equivale ao conceito B, com índice de classificação no valor de 0,21.

- EDIFÍCIO L'ADRESSE

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético do Edifício L'Adresse apresentou nota A quanto à eficiência energética e notas de conforto térmico A, B e C nos compartimentos. Os resultados das HTC e do CE dos compartimentos e do CE do apartamento e da edificação (itens 2 e 3 da ficha) são mostrados a seguir, assim como a classificação do desempenho do item 4 da ficha.

Os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) no verão mostram que as salas têm 59% do tempo com temperaturas aceitáveis para conforto, enquanto os dormitórios têm 73%. A diferença dos valores percentuais, entre sala e dormitórios, se deve aos horários de ocupação dos compartimentos associados aos parâmetros da abertura. Deve-se atentar para o fato de que as salas atingem sete horas com

temperaturas em desconforto no horário de ocupação (6h-22h), enquanto os dormitórios atingem apenas três horas (21h-7h).

A figura 4.9 mostra o comportamento dessas temperaturas no período de verão. As temperaturas externas oscilam mais que as internas, variando entre 22,7°C e 36,5°C. Nota-se na legenda que as temperaturas equivalem às de um apartamento. Isso ocorre porque nesse edifício os dois apartamentos do pavimento-tipo estão lado a lado, ou seja, os apartamentos têm os mesmos dados de tamanho de abertura, de orientação solar, de sombreamento e de ventilação, conforme informações complementares da ficha (ver apêndice C).

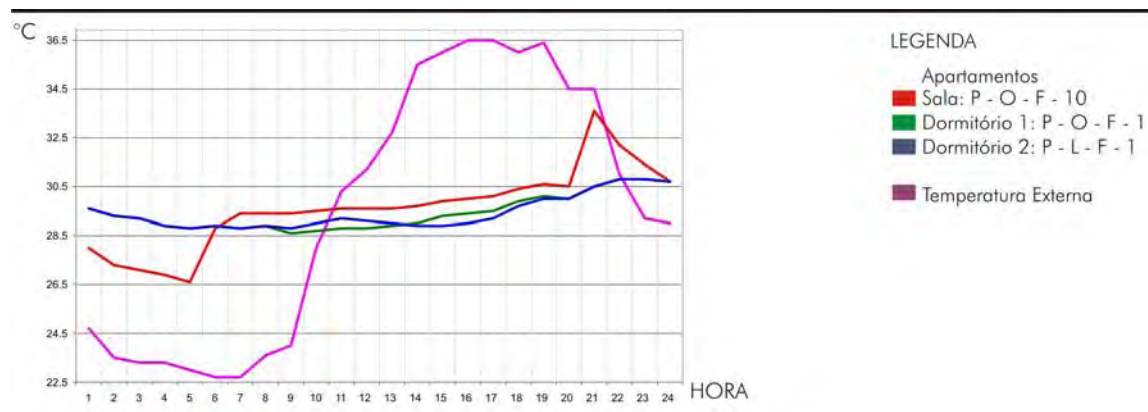


FIGURA 4.9 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO VERÃO – EDIFÍCIO L'ADRESSE

O comportamento das temperaturas durante as 24 horas do dia (Figura 4.9) mostra que existe diferença significativa entre as temperaturas das salas e dos dormitórios. No horário da 1 hora às 6 horas as temperaturas internas mais elevadas são observadas no dormitório 2 (cores azul e verde). A partir das 6 horas até as 24 horas, as temperaturas internas mais elevadas ocorrem na sala (cor vermelha) com abertura pequena e orientada para oeste. Na faixa de horário das 6 horas às 19 horas observa-se que os dormitórios orientados para leste (cor azul) têm temperaturas mais elevadas das 8 horas às 12 horas. Já os dormitórios orientados para oeste (cor verde) apresentam temperaturas mais elevadas no turno da tarde.

Os valores percentuais das horas com temperatura de conforto (HTC) na sala (59%) se devem às temperaturas acima de 30°C no horário das 16 horas às 22 horas. Os dados complementares da ficha de avaliação (ver apêndice C) mostram que todos os apartamentos do Edifício L'Adresse têm mesma orientação solar. Isso significa que as

salas do edifício (código P-O-F-10) têm nove horas de temperatura em conforto, das 16 horas de ocupação.

Na figura 4.9 percebe-se que as temperaturas internas dos dormitórios são mais baixas que as temperaturas das salas no período das 6 horas às 24 horas. O fato das orientações dos dormitórios serem para leste e oeste, com mesmo tamanho de abertura, verifica-se que no turno da manhã as temperaturas são mais elevadas na orientação leste (código P-L-F-1) e a tarde na orientação oeste (código P-O-F-1).

No período de inverno, os compartimentos estudados do Edifício L'Adresse não atingem HTC. A figura 4.10 mostra o comportamento das temperaturas no dia 20 de maio, que representa o dia com as temperaturas externas mais baixas do ano, segundo o arquivo climático. Nota-se que as temperaturas internas variam entre 8,8°C e 12,6°C, enquanto as temperaturas externas variam entre 3°C e 17°C.

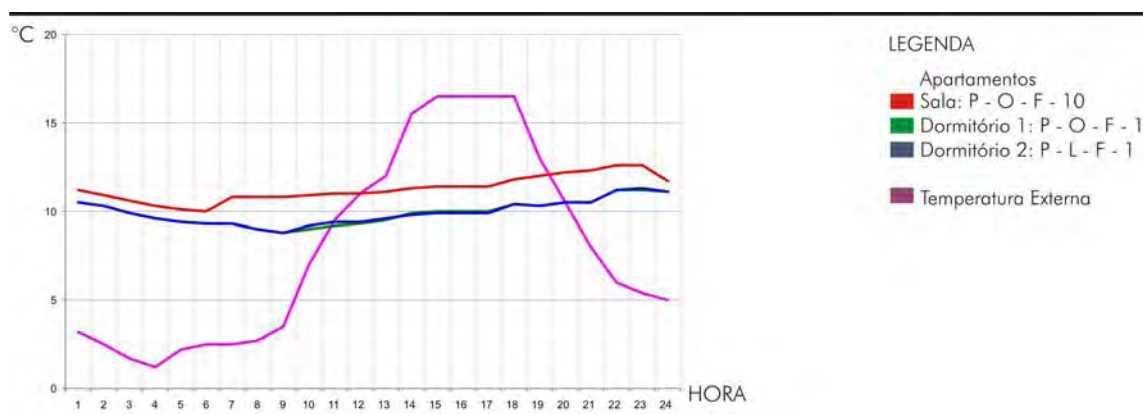


FIGURA 4.10 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO INVERNO – EDIFÍCIO L'ADRESSE

A figura acima mostra que a sala (cor vermelha) do edifício atinge temperaturas mais elevadas que os dormitórios nas 24 horas do dia. Os resultados demonstram que o comportamento das temperaturas dos dormitórios é praticamente igual, mesmo com orientações diferentes (leste e oeste). Cabe destacar, ainda, que as temperaturas dos dormitórios elevam-se à noite, quando há ocupação.

Os resultados do consumo energético (CE) dos compartimentos mostram que a sala com tamanho de abertura pequeno e 10ac/h consome, praticamente, o dobro de energia dos dormitórios com tamanho pequeno de abertura e 1ach/h. A sala com tamanho pequeno de abertura e orientadas para oeste consome 61345Wh por ano. As

tabelas do apêndice B mostram que o consumo de energia nos dormitórios orientados para oeste é de 37180Wh e, quando orientados para leste, é de 37183Wh.

A ficha de avaliação do Edifício L'Adresse (ver apêndice C) mostra que o CE calculado para os apartamentos equivale a 8752,95Wh/m<sup>2</sup>.ano. Esse resultado reflete o consumo dos doze apartamentos do edifício, que estão organizados em uma faixa longitudinal de tal forma que todos os apartamentos têm mesma orientação solar. No item 3.2 da ficha observa-se também que o valor do CE calculado para o edifício corresponde a 105,03KWh/m<sup>2</sup>.ano, valor esse gasto para obter conforto térmico nos dormitórios e salas.

A classificação do desempenho térmico dos compartimentos, item 4 da ficha, mostra que a sala obteve nota B no verão e C no inverno, enquanto os dormitórios obtiveram nota A no verão e nota C no inverno. A nota do desempenho energético anual do edifício equivale a A, com índice de classificação no valor de 0,09.

- EDIFÍCIO CONDE DE AVIANTES

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético do Edifício Conde de Aviantes apresentou nota C quanto à eficiência energética e notas de conforto térmico A e C nos compartimentos. Os resultados das HTC e do CE dos compartimentos e do CE do apartamento e da edificação (itens 2 e 3 da ficha) são mostrados a seguir, assim como a classificação do desempenho do item 4 da ficha.

Os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) no verão mostram que as salas têm 82% do tempo com temperaturas aceitáveis para conforto enquanto os dormitórios têm 73%. A diferença nos valores percentuais, entre sala e dormitórios, se deve aos horários de ocupação dos compartimentos associados aos parâmetros da abertura. Deve-se atentar para o fato de que as salas e os dormitórios atingem três horas com temperaturas em desconforto no horário de ocupação. A diferença do percentual das HTC entre a sala e os dormitórios ocorre porque a sala apresenta dezesseis horas de ocupação (6h-22h), enquanto os dormitórios apresentam dez horas de uso (21h-7h).

A figura 4.11 mostra o comportamento dessas temperaturas no período de verão. As temperaturas externas oscilam mais que as internas, variando entre 22,7°C e 36,5°C. Nota-se na legenda que as temperaturas equivalem às de um apartamento por



pavimento, conforme mostram os dados complementares da ficha de avaliação (ver apêndice C).

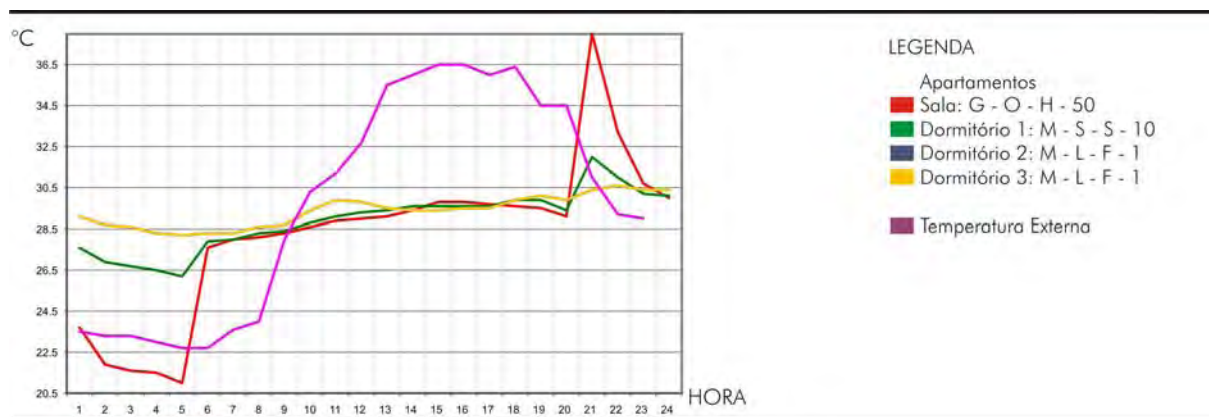


FIGURA 4.11 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO VERÃO – EDIFÍCIO CONDE DE AVIANTES

O comportamento das temperaturas durante as 24 horas do dia (Figura 4.11) revela que existe diferença significativa entre as temperaturas da sala e dos dormitórios. No horário da 1 hora às 13 horas as temperaturas internas mais elevadas ocorrem nos dormitórios 2 e 3 com abertura de tamanho médio (cores amarela e azul). No horário das 13 horas às 18 horas as temperaturas internas mais elevadas ocorrem na sala com aberturas grandes orientadas para oeste (cor vermelha). Nesse mesmo período, as temperaturas internas mais baixas ocorrem nos dormitórios 2 e 3. Nota-se que no horário das 20 horas às 23 horas os ambientes da sala com 50ac/h e do dormitório 1 com 10ac/h atingem as temperaturas mais elevadas do dia.

Os valores percentuais das horas com temperatura de conforto (HTC) na sala (82%) se devem às 50ac/h no horário da noite. O que ocorre é que essa troca de ar é elevada, ou seja, reduz as temperaturas internas da sala durante a noite, chegando a atingir 20,9°C às 5 horas. Assim, as temperaturas internas da sala aumentam de forma “lenta” durante o dia em função do retardo térmico das baixas temperaturas da 1 hora às 5 horas. Através dessa experimentação verifica-se que quanto maior for a quantidade de troca de ar por hora, menor são as diferenças entre as temperaturas interna e externa.

Na figura 4.11 percebe-se que as temperaturas internas dos dormitórios 2 e 3 (código M-L-F-1) com 1ac/h é praticamente constante durante o dia. O dormitório 1, sem sombreamento e com 10ac/h (código M-S-S-10), apresenta as temperaturas mais baixas da 1 hora às 13 horas quando comparado com os dormitórios 2 e 3. Porém, entre as 20 horas e as 23 horas as temperaturas do dormitório 1 se elevam, atingindo 32,0°C

às 21 horas. É importante lembrar que, no verão, das 20 horas às 5 horas ocorrem 10ac/h nos dormitórios com duas aberturas. Esse fato justifica as altas temperaturas no dormitório 1 no período das 20 horas às 23 horas e as baixas temperaturas nas primeiras horas da manhã.

No período de inverno, os compartimentos estudados do Edifício Conde de Aviantes não atingem HTC. A figura 4.12 mostra o comportamento das temperaturas no dia 20 de maio, que representa o dia com as temperaturas externas mais baixas do ano, segundo o arquivo climático. Nota-se que as temperaturas internas variam entre 8,4°C e 13,0°C, enquanto as temperaturas externas variam entre 3°C e 17°C.

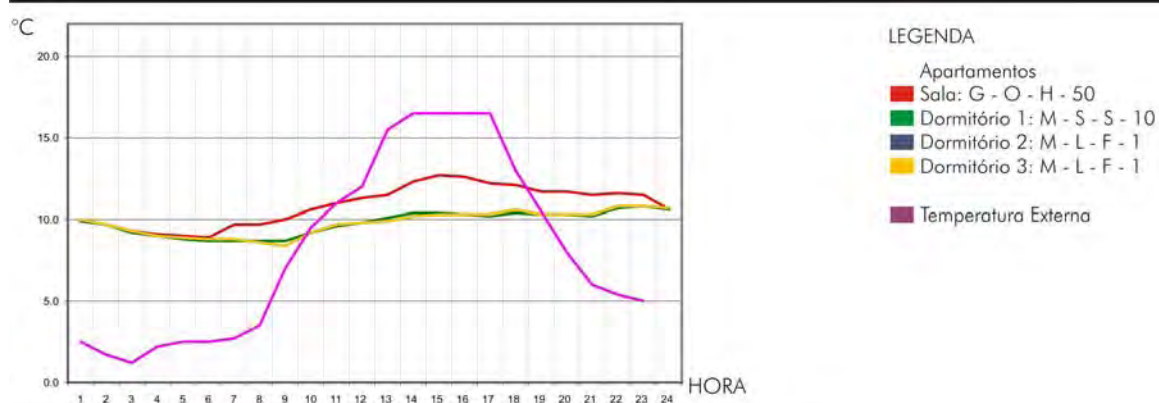


FIGURA 4.12 RESULTADOS DAS TEMPERATURAS NO INVERNO – EDIFÍCIO CONDE DE AVIANTES

Através da figura acima, percebe-se que a sala atinge temperaturas mais elevadas que os dormitórios no horário das 6 horas às 24 horas. Os resultados também demonstram que o comportamento das temperaturas dos dormitórios é semelhante, independente do tipo de sombreamento e da ventilação. É importante lembrar que no inverno não são ativadas as trocas de ar de 10ac/h e 50ac/h, visto que a ventilação no inverno tem como objetivo trocar o ar saturado dos ambientes. A troca do ar no inverno equivale a 1ac/h no horário do dia, entre 7 horas e 17 horas. Por esse motivo as temperaturas dos dormitórios se mantêm praticamente constantes ao longo do dia.

Os resultados do consumo energético (CE) dos compartimentos mostram que os compartimentos com 50ac/h e 10ac/h consomem mais do que os compartimentos com 1ac/h. A sala com abertura de tamanho grande, orientada para oeste, com sombreamento horizontal e 50ac/h, consome 84194Wh por ano. As tabelas do apêndice B também mostram que o consumo de energia dos dormitórios 2 e 3, com abertura de tamanho médio, orientados para leste, com sombreamento frontal e com 1ac/h, é de

67837Wh. Já o dormitório 1, com abertura de tamanho médio, orientado para sul, sem sombreamento e 10ac/h, consome 75486Wh. Esses resultados mostram que aberturas com 10ac/h e 50ac/h, por atingirem temperaturas elevadas, de 37,9°C (sala) e 32,0°C (dormitório 1), consomem muita energia para a redução dessas temperaturas para 30°C no verão. Nesse caso, a energia gasta para resfriar a sala e o dormitório 1 reflete o alto consumo anual para atingir conforto no interior desses ambientes.

A ficha de avaliação do Edifício Conde de Aviantes (ver apêndice C) mostra que o CE calculado para os apartamentos equivale a 21104,75Wh/m<sup>2</sup>.ano. Esse resultado reflete o consumo dos seis apartamentos do edifício. No item 3.2 da ficha observa-se também que o valor do CE calculado para o edifício corresponde a 126,62KWh/m<sup>2</sup>.ano, valor esse gasto para obter conforto térmico nos dormitórios e salas.

A classificação do desempenho térmico dos compartimentos, item 4 da ficha, mostra que a sala obteve nota A no verão e C no inverno, enquanto os dormitórios obtiveram nota A no verão e nota C no inverno. A nota do desempenho energético anual do edifício equivale a C, com índice de classificação no valor de 0,23.

## 4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

O fluxo de calor nos ambientes pode ser medido a partir de medições e simulações computacionais. As simulações do desempenho térmico e energético apresentam resultados numéricos que permitem avaliar o clima interno e o desempenho energético da edificação. Torna-se possível, então, controlar as temperaturas internas e os gastos de energia através do desenho arquitetônico antes do edifício ser construído.

A ficha de avaliação, aplicada nos edifícios em análise, permite uma visão preliminar da influência da abertura no condicionamento térmico e energético. A discussão dos resultados da avaliação é apresentada de forma a evidenciar discrepâncias e semelhanças nos ambientes. Para isso, são utilizados, como recurso didático, textos e imagens que representam a súmula dos resultados encontrados com a intenção de mostrar o efeito térmico-energético das análises paramétricas adotadas.

As discussões estão apresentadas neste capítulo tanto a partir das avaliações de horas com temperatura de conforto (HTC) e de consumo energético (CE) realizadas nos

compartimentos, como a partir da análise comparativa da classificação dos edifícios em estudo.

- DISCUSSÃO DAS AVALIAÇÕES REALIZADAS

Nesse item, são apresentadas as discussões dos resultados relacionados às avaliações realizadas e descritas anteriormente. Pretende-se, com essa abordagem, identificar as influências dos parâmetros da abertura (tamanho, orientação, sombreamento e ventilação da abertura) no desempenho térmico e energético dos compartimentos.

Para discutir os resultados das HTC e do CE nos dormitórios e nas salas, foram verificados os parâmetros que interferem nesse processo. Assim, examinou-se a combinação dos quatro parâmetros utilizados nos dormitórios e nas salas. Com isso, pode-se analisar o comportamento das temperaturas e o gasto energético nos compartimentos quando um dos parâmetros é alterado.

A análise da combinação dos quatro parâmetros resultou em tabelas e gráficos tanto para dormitórios quanto para salas. Deve-se atentar para o fato de que foram comparados os resultados de HTC e CE dos dormitórios com dormitórios e das salas com salas, visto que os dados de ocupação e tamanho desses ambientes são diferentes, conforme já descrito no capítulo anterior.

Os gráficos e tabelas com os resultados de conforto e de energia foram elaborados considerando-se um parâmetro por vez, ou seja, ao avaliar o tamanho de abertura os outros três parâmetros mantiveram-se fixos. Isso foi feito para cada variável. Dada a escolha dos edifícios estudados, foram obtidas poucas combinações passíveis de comparação dos parâmetros.

Com a intenção de esclarecer pontos de possível dificuldade de compreensão é demonstrada uma súmula do comportamento das temperaturas por parâmetro: tamanho, orientação, sombreamento e ventilação. Essa súmula exemplifica o fenômeno que ocorre nos dormitórios e nas salas, tanto no verão quanto no inverno. Dessa forma, interessa demonstrar, ao longo do dia, o comportamento das temperaturas associado ao consumo de energia em cada parâmetro quantitativo e qualitativo da ficha de avaliação.

Ao avaliar o **tamanho da abertura** nos edifícios em análise, verificaram-se os resultados de HC e CE entre os compartimentos que alteravam esse parâmetro. Assim, os compartimentos possíveis de serem analisados são os dormitórios de tamanho pequeno e médio. Os códigos desses dormitórios têm as seguintes combinações: (1) **M-S-S-1** com **P-S-S-1**; (2) **M-N-S-1** com **P-N-S-1**; (3) **M-O-V-1** com **P-O-V-1**; (4) **M-O-F-1** com **P-O-F-1**. Independentemente das combinações encontradas nos estudos de caso, o fato é que os resultados das HTC e do CE entre os três tamanhos de abertura são semelhantes em todos os compartimentos analisados.

A figura 4.13 mostra o comportamento das temperaturas internas dos compartimentos nos três tamanhos de abertura: pequeno, médio e grande. Esse comportamento das temperaturas, ao longo das 24 horas, ocorre em todas as análises realizadas, tanto nos dormitórios quanto nas salas, no período de verão e de inverno. Cabe lembrar que no período de inverno a diferença de temperatura entre os três tamanhos é menor do que no verão.

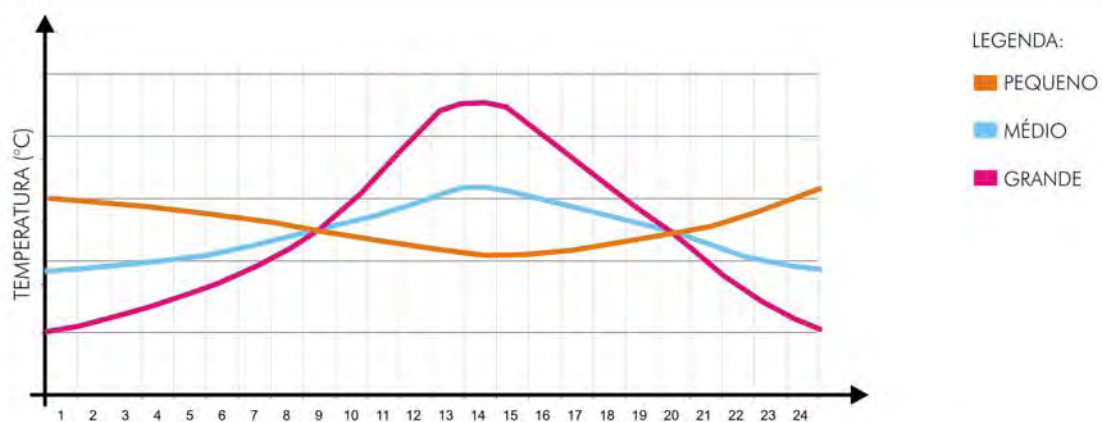


FIGURA 4.13 COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS: TAMANHO DA ABERTURA

A figura acima apresenta o efeito das temperaturas internas com os três tamanhos de abertura. Os ambientes com abertura de tamanho pequeno têm temperaturas elevadas no horário das 20 horas às 9 horas, aproximadamente. Por outro lado, os ambientes com abertura de tamanho grande apresentam temperaturas baixas à noite e mais altas no horário das 9 horas às 20 horas. Nota-se, na figura, que ambientes com abertura de tamanho médio apresentam temperaturas mais elevadas durante o dia em comparação com a noite, mantendo, praticamente, um comportamento linear em função das temperaturas durante o dia e a noite.

Pretende-se, com essa abordagem, identificar a influência do tamanho da abertura nas temperaturas internas dos ambientes. Assim, ficou constatado que, quanto maior for o tamanho da abertura, maior é o fluxo de calor entre o interior e o exterior da edificação. Isso porque ambientes com aberturas maiores absorvem mais calor durante o dia e perdem mais calor à noite, tanto no verão quanto no inverno.

É importante lembrar que o horário de ocupação dos compartimentos pode influenciar, em parte, nas temperaturas internas dos ambientes. De qualquer forma, os resultados apresentados no tópico 4.1 desse capítulo mostram que tanto os dormitórios quanto as salas apresentam o mesmo comportamento das temperaturas da figura 4.13 quando o parâmetro é o tamanho da abertura.

Os resultados do CE dos compartimentos com o mesmo parâmetro do tamanho da abertura mostram que o consumo de energia é proporcional ao tamanho da abertura. Os compartimentos selecionados para essa análise mostraram que os ambientes com abertura de tamanho médio consomem o dobro de energia (Wh) do que os ambientes com abertura de tamanho pequeno. Torna-se possível, então, afirmar que quanto menor for o tamanho da abertura menor é o consumo de energia gasto para condicionar os ambientes.

Ao avaliar a **orientação solar da abertura** nos edifícios em análise, verificou-se os resultados de HTC e CE entre os compartimentos que alteravam esse parâmetro. Assim, os compartimentos possíveis de se analisar são as salas nas orientações leste com oeste e oeste com sul, além dos dormitórios nas orientações norte com sul e leste com oeste. Os códigos das salas e dos dormitórios analisados têm as seguintes combinações: (1) G-L-H-1 com G-O-H-1; (2) P-S-F-10 com P-O-F-10; (3) M-S-S-1 com M-N-S-1; (4) M-O-V-1 com M-L-V-1. Independentemente das combinações encontradas nos estudo de caso, o fato é que os resultados das HTC e do CE entre as quatro orientações das aberturas são semelhantes em todos os compartimentos avaliados.

A figura 4.14 mostra o comportamento das temperaturas internas dos compartimentos nas quatro orientações: norte, sul, leste e oeste. Esse comportamento das temperaturas ao longo das 24 horas ocorreu em todas as análises realizadas, tanto nos dormitórios quanto nas salas, no período de verão e de inverno. É importante notar que no período de inverno os ambientes com abertura orientada para norte resultam em

temperaturas mais elevadas ao longo do dia, enquanto as temperaturas dos ambientes orientados para leste, oeste e sul apresentam poucas diferenças entre elas comparativamente com o período de verão.

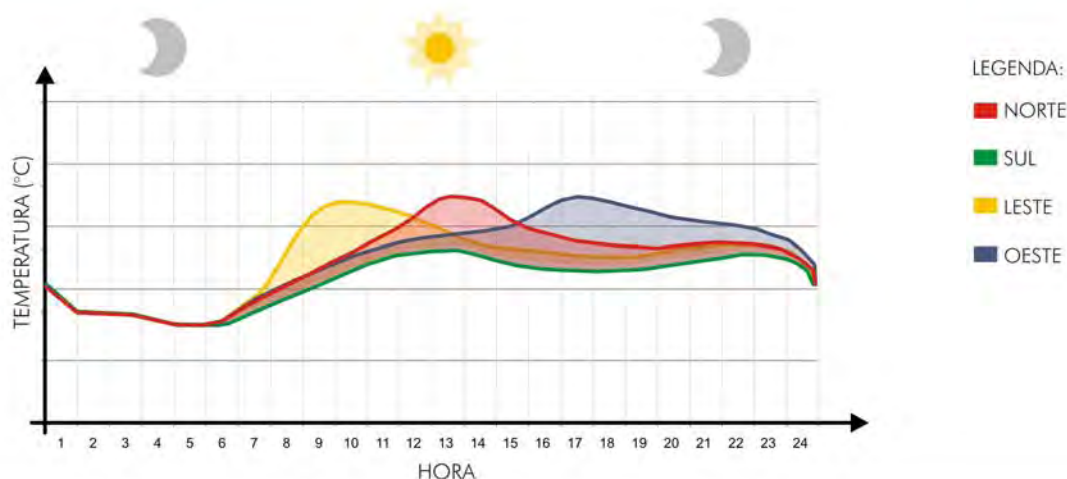


FIGURA 4.14 COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS: ORIENTAÇÃO SOLAR DA ABERTURA

A figura 4.14 apresenta o efeito das temperaturas internas nas quatro orientações da abertura. Os ambientes com abertura orientada para leste (cor amarela) apresentam temperaturas elevadas no período da manhã, das 8 horas às 12 horas. No horário em que o sol está na posição elevada, próximo das 13 horas, as temperaturas aumentam nos ambientes orientados para norte (cor vermelha). Os dormitórios e sala com aberturas orientadas para oeste (cor azul) demonstraram que as temperaturas internas são elevadas no turno da tarde, quando a abertura recebe incidência de radiação solar direta no ambiente já aquecido. Os resultados das temperaturas internas também mostram que ambientes orientados para sul (cor verde) apresentam um comportamento linear das temperaturas quando comparado com as outras orientações solares. Isso se deve às poucas horas de incidência de radiação solar direta.

A idéia é verificar as perdas e os ganhos solares disponíveis para cada orientação solar da abertura e a influência destas nas temperaturas internas dos ambientes. Os resultados simulados mostraram que ambientes com aberturas orientadas para norte e sul mantêm as temperaturas mais constantes ao longo do dia em comparação com as orientações leste e oeste, visto que ambientes com aberturas voltadas para leste recebem as primeiras radiações solares no horário da manhã, enquanto ambientes com aberturas

orientadas para oeste recebem incidência solar à tarde e mantêm as temperaturas internas elevadas por mais horas.

Os resultados do CE dos compartimentos, com o parâmetro da orientação solar, mostram que o consumo de energia é diferente nas quatro orientações. Os compartimentos selecionados para essa análise apresentam as seguintes diferenças no CE: (1) leste e oeste, o maior gasto com energia é na orientação oeste; (2) sul e oeste, o maior gasto com energia é na orientação oeste; (3) sul e norte, o maior gasto com energia é na orientação sul. Através desses resultados, conclui-se que a orientação com maior consumo de energia para manter as temperaturas internas em conforto é a oeste.

Ao avaliar o **sombreamento da abertura** nos edifícios em análise, verificou-se os resultados de HTC e CE entre os compartimentos que alteravam esse parâmetro. Assim, os compartimentos possíveis de se analisar são os dormitórios com sombreamento frontal e vertical. Os códigos dos dormitórios analisados têm as seguintes combinações: (1) M-L-V-1 com M-L-F-1; (2) M-O-F-1 com M-O-V-1; (3) P-O-F-1 com P-O-V-1. Independentemente das combinações encontradas nos estudos de caso, o fato é que os resultados das HTC e do CE entre os sombreamentos frontais e verticais são semelhantes em todos os compartimentos analisados.

A figura 4.15 mostra o comportamento das temperaturas internas nos compartimentos com dois sombreamentos: frontal e vertical. O comportamento das temperaturas ao longo das 24 horas mostra que o sombreamento frontal apresenta temperaturas mais baixas que o vertical, tanto nos dormitórios quanto nas salas, no período de verão e de inverno. Cabe destacar que no período de inverno a diferença de temperatura entre os sombreamentos avaliados é pequena.



FIGURA 4.15 COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS: SOMBREAMENTO DA ABERTURA



De qualquer forma, os resultados calculados demonstram que é possível afirmar que ambientes com sombreamento vertical têm temperaturas mais elevadas ao longo do dia em comparação com ambientes que utilizam sombreamento frontal. A reflexão proveniente dos dois sistemas de sombreamento é que, de fato, o desenho da persiana (sistema frontal) bloqueia os raios solares, praticamente, de toda área envidraçada da abertura ao longo do dia. É importante notar que o ocupante da residência pode controlar a variação das temperaturas internas, na medida em que fecha ou abre o fechamento externo da abertura.

Os resultados calculados mostram que as temperaturas internas dos ambientes com sistema frontal de sombreamento são mais eficientes no verão, uma vez que esse sistema bloqueia os raios solares que elevam as temperaturas ao longo do dia. Por outro lado, no inverno os sistemas frontais de sombreamento não permitem a entrada do sol durante o dia. No inverno os raios solares são desejáveis para elevar as temperaturas internas, o que indica que o ocupante da residência deve abrir os fechamentos externos da abertura durante o dia e fechá-los à noite.

Os resultados do CE dos compartimentos mostram que o consumo de energia entre os sombreamentos frontais e verticais tem pouca diferença de valores em Wh. Os ambientes com sombreamento frontal consomem mais energia durante o ano em comparação com os ambientes com sombreamento vertical. Conclui-se, portanto, que o sistema vertical de sombreamento é eficiente no verão e no inverno, enquanto o sistema frontal de sombreamento só é eficiente no verão, visto que bloqueia a incidência solar no inverno.

Ao avaliar a **ventilação da abertura** nos edifícios em análise, verificou-se os resultados de HTC e CE entre os compartimentos que alteravam essa variável. Assim, os compartimentos possíveis de comparação são as salas com 1ac/h e 50ac/h. Os códigos das salas têm as seguintes combinações: (1) G-O-H-1 com G-O-H-50. Independentemente da combinação encontrada nos estudo de caso, o fato é que os resultados das HTC e do CE entre as três ventilações da abertura são semelhantes em todos os compartimentos avaliados.

A figura 4.16 mostra o comportamento das temperaturas internas nos compartimentos com as três ventilações: 1ac/h, 10ac/h e 50ac/h. Esse comportamento

das temperaturas internas, no período de verão, ocorre ao longo do dia em todas as análises realizadas, tanto nos dormitórios quanto nas salas. Conforme já mencionado, no período de inverno não são ativadas as trocas de ar de 10ac/h e 50ac/h, por se considerar que esses valores são elevados e causam desconforto para os ocupantes nos períodos frios.

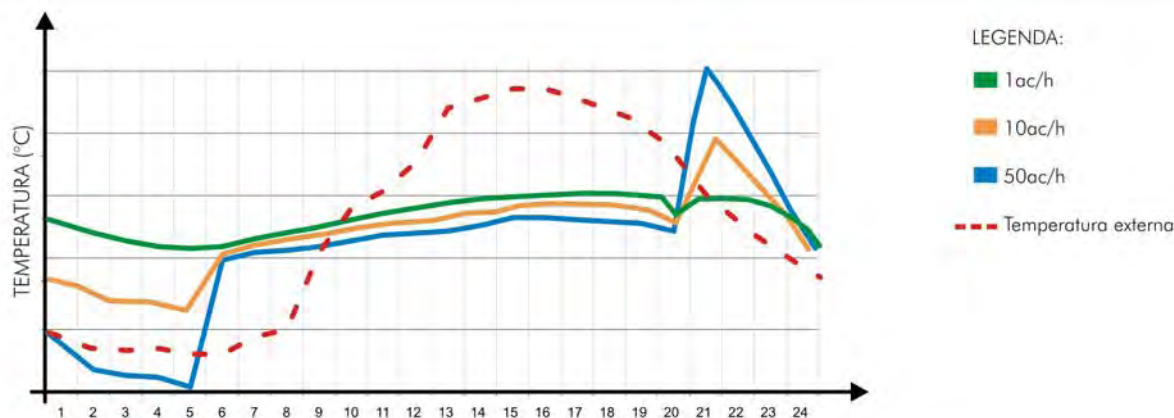


FIGURA 4.16 COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS: VENTILAÇÃO DA ABERTURA

A figura acima apresenta o efeito das temperaturas externas e internas nas três ventilações da abertura, no período de verão. Os ambientes com 1ac/h têm as temperaturas elevadas durante o dia, das 6 horas às 20 horas, aproximadamente. Por outro lado, ambientes com 10ac/h e 50ac/h tendem a acompanhar as temperaturas externas no horário das 20 horas às 5 horas. É importante lembrar que o acionamento da ventilação é estabelecido apenas à noite, tanto nas salas quanto nos dormitórios, pois esse acionamento ocorre quando o ocupante abre e fecha as aberturas.

Pretende-se com essa abordagem identificar a influência da ventilação da abertura nas temperaturas internas dos ambientes. Pode-se concluir a partir dos resultados calculados que quanto maior for a quantidade de troca de ar no ambiente, menor são as diferenças entre as temperaturas internas e externas. Não obstante, a ventilação da abertura no ambiente pode ser obtida quando o ocupante abre e fecha as aberturas, além da pressão do fluxo do ar no entorno imediato.

Os resultados do CE dos compartimentos mostram que a diferença de CE é grande entre os ambientes com 1ac/h e 50ac/h. A sala com 1ac/h consome 198207Wh por ano, enquanto a sala com 50ac/h consome 84194Wh. Essa diferença do CE entre as salas acontece porque na sala com 50ac/h, à noite, reduz consideravelmente as

temperaturas internas, no horário da 1 hora às 5 horas, o que influencia no tempo para aquecer o ambiente ao longo do dia, em função do retardo térmico das baixas temperaturas.

É importante notar, ainda, que os resultados do CE (ver apêndice C) também demonstram que os dormitórios têm proporção de valores em Wh diferente das salas. Nas salas, quanto maior é a quantidade de trocas de ar, menor é o gasto energético, enquanto nos dormitórios quanto maior é a quantidade de trocas de ar, maior é o CE. O que ocorre é que a troca de ar acontece uma hora antes do horário de ocupação do dormitório (21h-7h), quando as temperaturas externas estão elevadas. Assim, o gasto para a redução dessas altas temperaturas internas no horário das 20 horas às 24 horas é elevado.

- ANÁLISE COMPARATIVA DAS EDIFICAÇÕES, 1970-2000

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético dos edifícios residenciais em Porto Alegre define intervalos numéricos para classificar o consumo energético da edificação. A classe de eficiência do edifício é estabelecida a partir de um índice de classificação, que resulta em valores nos intervalos A (baixo consumo), B (médio consumo) e C (alto consumo), conforme apresentado no capítulo anterior.

Os edifícios selecionados para submissão da ficha de avaliação são das décadas de 70, 80 e 90. Dada a carência de estudos paramétricos dessa natureza, achou-se conveniente usar seis estudos de caso que representassem a legislação vigente em cada período. Trata-se de apartamentos com dois e três dormitórios, dois exemplares por década, divulgados em folhetos publicitários de diversas fontes.

A figura abaixo mostra a classificação do CE anual dos edifícios em estudo. Essa classificação encontra-se melhor detalhada nas fichas de avaliação do apêndice C.

DÉCADA	NOME DO EDIFÍCIO	CLASSIFICAÇÃO
70	San Antônio	valor=0,11 B
	Monte Arabelo	valor=0,25 C
80	Vila Real	valor=0,09 A
	Trevo	valor=0,21 B
90	L'Adresse	valor=0,09 A
	Conde de Aviantes	valor=0,23 C

FIGURA 4.17 CLASSIFICAÇÃO DOS EDIFÍCIOS EM ESTUDO

A discussão do tópico anterior mostrou que o tamanho da abertura é a variável com maior peso no consumo de energia dos ambientes. Deve-se atentar para o fato de que os edifícios Monte Arabelo e Conde de Aviantes obtiveram conceito C e são os únicos edifícios com aberturas grandes na sala associadas a duas aberturas com tamanho médio nos dormitórios. Por outro lado, percebe-se que os edifícios Vila Real e L'Adresse apresentaram nota A e são as únicas edificações que têm tamanho pequeno de abertura em todos os compartimentos.

A classificação do edifício é definida através de uma média do consumo de energia gasta ao longo do ano. É interessante perceber a influência que um compartimento tem nos edifícios com planta-tipo por andar, principalmente quando a distribuição dos apartamentos acontece lado a lado, no pavimento. Por essa razão optou-se em demonstrar um exemplo que reflete essa abordagem.

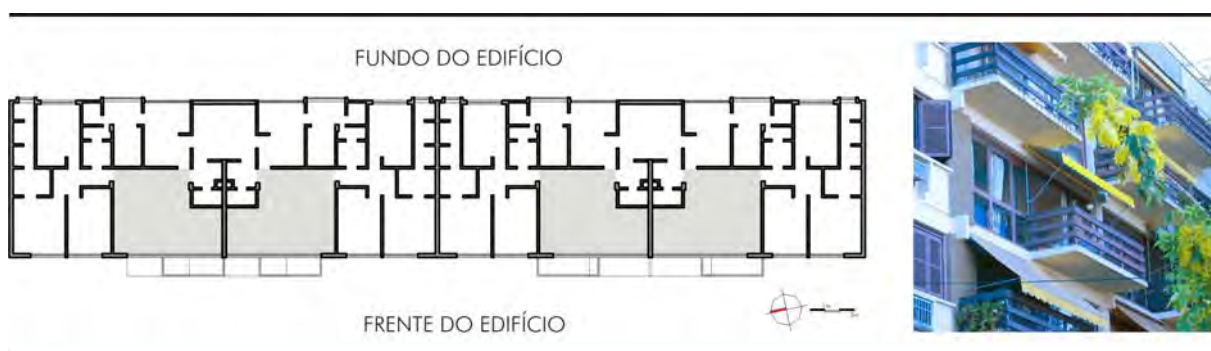


FIGURA 4.18 PLANTA DO PAVIMENTO-TIPO E VISTA DO EDIFÍCIO MONTE ARABELO

A figura acima mostra a planta do pavimento-tipo e uma vista do Edifício Monte Arabelo. Conforme mostra a figura 4.17 esse edifício obteve nota C quanto ao consumo anual de energia. Através dos dados da ficha de avaliação, é possível perceber que as salas, em cor cinza na planta, com tamanho grande de abertura, orientadas para oeste, com sombreamento horizontal e 1 troca de ar no ambiente, resultam em 18% de horas em conforto e 198207Wh de consumo energético no horário de ocupação.

A reflexão proveniente do Edifício Monte Arabelo aponta o poder de produzir conforto que o compartimento da sala tem nos dezesseis apartamentos. Observa-se, na vista da edificação, que os moradores adaptaram um toldo na abertura para bloquear os raios solares com baixo ângulo de altura, visto que a área envidraçada equivale a 73% da área da parede que a contém e está orientada para oeste. Dessa forma, o resultado das HTC e do CE em um apartamento reflete economicamente no custo do condicionamento de toda a edificação.

As leis municipais em Porto Alegre, no período de 1970 a 2000, apontam diretrizes construtivas sem considerar os condicionantes climáticos do local. Por essa razão, optou-se por avaliar edifícios com diferentes Planos Diretores e Códigos de Edificações, conforme é apresentado no capítulo 2. Constatou-se que os fechamentos envidraçados das sacadas, incentivados pelo PDDUA na década de 90, resultam, normalmente, em aberturas com tamanho grande e sem sombreamento.

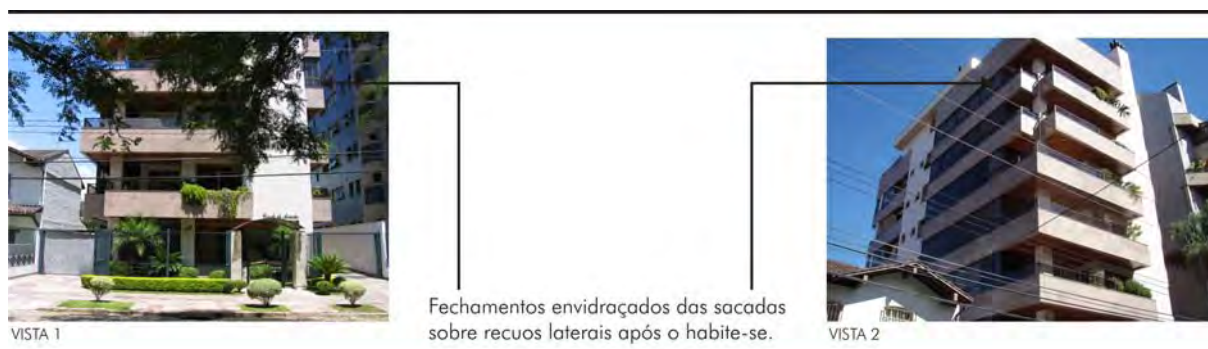


FIGURA 4.19 VISTAS DO EDIFÍCIO CONDE DE AVIANTES

A figura acima mostra que o fechamento envidraçado das sacadas do Edifício Conde de Aviantes aumentou o tamanho da abertura e eliminou o sombreamento da mesma. Além disso, observa-se que essas sacadas fechadas sobre o recuo lateral interferem nas questões de permeabilidade da iluminação e de ventilação natural entre os lotes. Pretende-se, com essa abordagem, destacar a responsabilidade ambiental que a legislação da cidade tem ao permitir tais condicionantes apontados no plano diretor; afinal, os aspectos que envolvem a abertura interferem no desempenho térmico e energético das edificações.

A classificação dos edifícios analisados, figura 4.17, mostram que as melhores notas, A e B, ocorreram nos edifícios da década de 80. As notas C na década de 70 e 90 demonstram que a eficiência energética da edificação depende tanto da legislação municipal quanto do projeto de arquitetura. Nesse contexto, a legislação da cidade deve direcionar as construções para um desenvolvimento sustentável, ciente da influência que o desenho arquitetônico tem sobre o condicionamento térmico-energético dos ambientes, para então almejar edifícios que se transformem em paradigmas de forma e conforto.

Por fim, conclui-se que a ficha de avaliação do desempenho térmico e energético permite analisar, confrontar e criticar os edifícios residenciais existentes de diferentes períodos de construção.

CONCLUSÃO

---

A ficha de avaliação do desempenho térmico e energético serve tanto para analisar, confrontar e criticar os edifícios residenciais existentes como para ser um instrumento de reflexão para o projeto de novos edifícios. Através dos resultados dos edifícios estudados foi possível observar a influência da variável abertura no conforto dos usuários no ambiente construído e o consumo energético para atingir conforto. Verificou-se também que o método adotado permite investigar edifícios residenciais de qualquer período de construção na cidade de Porto Alegre.

Cabe destacar que as simulações podem colaborar para decisões que visem a economia de energia e o aumento das horas de conforto. Essas simulações demonstraram que as alterações do tamanho, da orientação solar, do sombreamento e da ventilação da abertura influenciaram no consumo de energia dos ambientes para se obter conforto. Assim, o desenho da abertura pode controlar as temperaturas internas para que sejam aceitáveis.

Ao se estudar o clima na arquitetura, considerou-se a seguinte classificação: clima frio, clima temperado, clima quente seco e clima quente úmido. As variáveis ambientais – temperatura, umidade, radiação e vento – tornaram-se auxiliares no processo de identificação das zonas climáticas. O clima de Porto Alegre, classificado como temperado, tem condições climáticas não suficientemente extremas no verão e no inverno para que o conforto possa ser obtido nos edifícios.

Os dados de temperatura e umidade da cidade sobre a carta psicrométrica geraram diagnósticos do clima, do conforto e das estratégias bioclimáticas de projeto. Os aspectos que afetam as condições do conforto térmico, variáveis ambientais e humanas, mostraram que a zona de conforto da edificação define temperaturas de conforto em função da atividade desempenhada. É importante notar que na maior parte do ano o conforto em Porto Alegre pode ser atingido com estratégias bioclimáticas de projeto por meios passivos, o que resulta na redução do consumo de energia elétrica das edificações.

O consumo energético no setor residencial é representativo em relação ao consumo total da cidade de Porto Alegre, sendo que o ápice ocorre no mês de janeiro, o que pode ser atribuído ao desconforto dos ocupantes nas residências. As tipologias dos

edifícios residenciais das décadas de 70, 80 e 90 vêm se tornando “energizados”, com a utilização de sacadas totalmente envidraçadas, cuja temperatura interna do ambiente é manipulada pelo uso de ar condicionado. Cabe destacar a responsabilidade ambiental que a legislação da cidade tem ao definir diretrizes construtivas que envolvem a abertura, visto que ao estabelecerem os tamanhos das janelas dos cômodos não é feito o exame da qualidade e da quantidade de iluminação e ventilação natural.

A metodologia adotada nesse trabalho mostrou-se adequada uma vez que permitiu avaliar edifícios com diferentes características arquitetônicas. Sendo assim, estudou-se a envoltória da edificação através das aberturas, que contêm diversas funções, quais sejam: permitir o acesso da iluminação e da ventilação natural; conceder a interação visual do interior com o exterior; e definir o caráter arquitetônico da edificação. Por essa razão, foi possível analisar:

- O tamanho da abertura, que permite o fluxo de calor entre o interior e exterior dos ambientes;
- A orientação da abertura, que determina os ganhos solares através da radiação disponível;
- O sombreamento da abertura, que controla o acesso da radiação solar nos ambientes e;
- A ventilação da abertura, que promove aquecimento ou resfriamento no interior dos ambientes.

A metodologia considerou as horas com temperatura de conforto (HTC) e o consumo energético (CE) obtidos por simulações computacionais para uma combinação de parâmetros quantitativos e qualitativos. Torna-se possível, então, avaliar inúmeros edifícios de apartamentos em função dos resultados calculados e mensurados a partir de análises paramétricas. Dessa forma, esse trabalho serve de base na avaliação do desempenho térmico-energético de outros edifícios residenciais para a obtenção de combinações passíveis de comparação dos parâmetros.

Na ficha de avaliação do desempenho térmico-energético verificou-se o comportamento das temperaturas ao longo do dia associado ao consumo de energia a



partir dos parâmetros que envolvem a abertura. Pode-se dizer que a ficha de avaliação serve como um guia para profissionais e acadêmicos classificarem o desempenho térmico e energético de edificações existentes e novas. As análises mostraram que o horário de ocupação dos compartimentos, dormitório (21h-7h) e sala (6h-22h) influenciaram nas temperaturas e no consumo de energia dos ambientes.

Verificou-se, a partir dos resultados calculados, que o tamanho da abertura foi o parâmetro que mais contribuiu para o aumento do consumo de energia dos ambientes. Quanto maior o tamanho da abertura dos ambientes, maior foi a tendência das temperaturas internas e externas se equilibrarem. Isso significa que aberturas maiores absorvem mais calor durante o dia e perdem mais calor à noite. Pode-se concluir, então, que quanto maior for o tamanho da abertura, menor é o número de horas com temperaturas em conforto e maior é o consumo de energia gasto para condicionar o ambiente, tanto no verão quanto no inverno. Cabe destacar que no período de inverno a diferença da temperatura entre os três tamanhos é menos do que no verão.

Através do parâmetro da orientação solar, conclui-se que ambientes com aberturas orientadas para norte e sul têm temperaturas mais constantes ao longo do dia em comparação com as orientações leste e oeste. Isso ocorre porque ambientes com aberturas voltadas para leste recebem as primeiras radiações solares no horário da manhã, enquanto que ambientes com aberturas orientadas para oeste recebem incidência solar à tarde e mantêm as temperaturas internas elevadas por mais horas. Sendo assim, o consumo de energia foi menor nos ambientes orientados para sul e norte e maior entre os ambientes orientados para leste e oeste. Já no inverno, os ambientes com aberturas orientadas para norte resultaram em temperaturas mais elevadas ao longo do dia, enquanto nas demais orientações as variações das temperaturas não foram significativas no mesmo período.

No que diz respeito ao sistema de sombreamento, foi possível comparar apenas dois (vertical e frontal) dos cinco sistemas de sombreamento propostos na avaliação, em função do pequeno número de amostras. O sistema vertical de sombreamento foi eficiente no verão e no inverno, enquanto o sistema frontal de sombreamento mostrou-se eficiente no verão, visto que, fechado, bloqueia a incidência da radiação solar direta. O sistema vertical quando orientado para oeste consumiu mais energia que orientado para

leste. É interessante perceber que o sombreamento da abertura é o único dentre os parâmetros avaliados que permite que o ocupante da residência controle o clima interno do ambiente, na medida em que pode manipular os elementos de sombreamento móveis.

A utilização da relação do número de trocas de ar com a quantidade de aberturas permitiu avaliar a ventilação do ambiente. Os resultados mostraram que quanto maior o número de trocas de ar mais próximas são as temperaturas internas e externas. Também se observou que o consumo de energia mudava no horário de ocupação (dormitórios e sala) com o acionamento das altas trocas de ar à noite. Conclui-se que o acionamento de trocas de ar nas primeiras horas (20h-24h) de ocupação dos dormitórios foi responsável pelo aumento das temperaturas internas que acompanharam as altas temperaturas externas no período de verão. Já o acionamento das trocas de ar à noite resultou em baixas temperaturas internas das salas durante o dia, devido ao retardo térmico das baixas temperaturas atingidas no horário da 1 hora às 5 horas. Um aspecto a ressaltar é que a ventilação do ambiente através da abertura pode ser controlada pelo ocupante em função da vazão do ar ao abrir e fechar a janela.

O estudo tem como premissa dois ambientes, dormitório e salas, nos edifícios residências em estudo. Para tanto, vale destacar que os resultados dos edifícios analisados demonstraram que as salas consomem mais energia que os dormitórios. Contudo, pode-se dizer que os ambientes consomem mais energia quando têm maiores dimensões associados a um maior número de pessoas em horários que há diferença significativa das temperaturas internas e externas.

Em função dos resultados encontrados neste estudo, pode-se dizer que o dimensionamento da abertura é o parâmetro que mais influencia do desempenho térmico e energético dos ambientes. Portanto, recomenda-se que o dimensionamento da abertura com os demais parâmetros aqui abordados sirvam de referencia na elaboração da composição formal da edificação, para que os edifícios residenciais possam se transformar em paradigmas da forma e conforto.

Com relação à classificação da eficiência energética das edificações, pode-se dizer que os edifícios que obtiveram conceito C apresentaram tamanho grande de abertura na sala associado a aberturas de tamanho médio nos dormitórios. Por outro lado, edifícios com conceito A apresentaram tamanho pequeno de abertura em todos os

compartimentos. Por essa razão, o tamanho da abertura deve ser dimensionado de maneira integral como solução de condicionamento espacial do edifício que considere o conjunto de parâmetros avaliados.

Este trabalho propôs um julgamento substanciado na influência da variável abertura no condicionamento térmico e energético da envoltória edificada. Para isso foi desenvolvida uma ficha de avaliação para mensurar o desempenho térmico e energético e, assim, analisar, confrontar e criticar os edifícios residenciais existentes, bem como servir de instrumento de reflexão para o projeto de novos edifícios. Dessa forma, buscou-se contribuir para o debate acerca da importância dos estudos da arquitetura bioclimática no pensar arquitetônico.

- DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA E TRABALHOS FUTUROS

Através da ficha de avaliação do desempenho térmico e energético, fica clara a necessidade de investigações na área acadêmica a respeito da conservação de energia no exercício do projeto arquitetônico. Para os desdobramentos dessa pesquisa e trabalhos futuros, esta seção contém observações finais onde se encontra a necessidade de estudos aprofundados.

Para complementar a avaliação do condicionamento térmico-energético dos edifícios residenciais estudados, pode-se considerar uma pesquisa de campo através do monitoramento dos edifícios existentes. Muitos são os equipamentos que medem as variáveis ambientais associadas às variáveis de ocupação nas habitações. Os resultados encontrados podem aferir as simulações computacionais realizadas, desde que se considerem as mesmas variáveis paramétricas.

Sugere-se também, para trabalhos posteriores, estudos dos aspectos relacionados à implantação da edificação e seu entorno imediato. Para isso é necessário determinar critérios de análises bioclimáticas referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à densidade dos materiais construtivos, à vegetação, à topografia e a outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Dessa maneira, pode-se contribuir com novas investigações dispostas a verificar e discutir os resultados do conforto e da energia em função das variáveis particulares de cada local.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

ABREU, Silvio B. de. **Porto Alegre como cidade ideal: planos e projetos urbanos para Porto Alegre**. Tese de doutorado, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura – PROPAP. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

ACHÃO, Carla da C. L. **Análise da Estrutura de Consumo de Energia pelo Setor Residencial Brasileiro**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação de Engenharia em Ciência do Planejamento Energético – COPPE. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

CHAUÍ, Marilena S. **Janela da alma, espelho do mundo**. In: O olhar. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

AROZTEGUI, José M. **Parâmetros de Conforto Térmico de Porto Alegre**. Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Núcleo Orientado para Industrialização da Edificação – NORIE. Porto Alegre: UFRGS, 1977.

ASHRAE. **Handbook of Fundamentals**. New York: American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, 1993.

**Atlas ambiental de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2006.

AULICIEMS, Andris; SZOKOLAY, Steven V. **Thermal Comfort**. Passive and Low Energy Architecture (PLEA). Australia: University of Queensland Brisbane, 1997.

BEHLING, Sophia; BEHLING Stefan. **Sol power: La evolución de la arquitectura sostenible**. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

BITTENCOURT, Leonardo S. **Clima e repertório arquitetônico**. In: PROJETER 2005 - Anais do II Seminário sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura: Rebatimentos, Práticas e Interfaces. Rio de Janeiro: Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da Universidade Federal do Rio de Janeiro – PROARQ/FAU-UFRJ.

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Christhina. **Introdução à ventilação natural**. Maceió: EDUFAL, 2006.

BOWEN, A. **Design Guidelines on Lateral Airflow Through and Around Buildings**. Proceedings PLEA, Pergamon Press, 1983.

BROWN, G. Z.; DEKAY, Mark. **Sol, vento e luz: estratégias para o projeto de arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2004.

BUSSAB, Wilton O.; MORETTIN, Pedro A. **Estatística básica**. São Paulo: Atual, 1987.

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

CRAWLEY, Drury B.; HAND, Jon W.; KUMMERT, Michaël; GRIFFITH, Brent T. **Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs**. US Department of Energy, July 2005.

DOCHERTY, Michael; SZOKOLAY, Steven V. **Climate Analysis**. Note 5 - Passive and Low Energy Architecture – PLEA, Design Tools and Techniques. Austrália: University of Queensland Brisbane, 1999.

ELETROBRÁS/PROCEL. **Manual de prédios eficientes em energia elétrica**. Rio de Janeiro: IBAM - ELETROBRÁS/PROCEL, 2002.

ELETROBRÁS/PROCEL EDUCAÇÃO. **Conservação de energia: eficiência energética de equipamentos e instalações**. Itajubá, MG: FUPAI, 2006.

Energy Research Group. **A Green Vitruvius – Princípios e Práticas de Projeto para uma Arquitetura Sustentável**. Dublin, Irlanda: University College Dublin, 1999.

EVANS, Martin. **Housing, climate and comfort**. London: The Architectural Press Limited, 1980.

EVANS, Martin; SCHILLER, Silvia. **Diseño bioambiental y arquitectura solar**. Buenos Aires: Eudeba, 1988.

EVANS, John M. **The comfort triangles: a new tool for bioclimatic design**. Tese de doutorado, Architectural Association, School of Architecture, Environment and Energy Programme. London UK, 2007.

FERREIRA, Agueda de P. **Architectural design for improvement to thermal comfort in domestic buildings in the warm and humid climatic regions of Brazil**. Dissertação de mestrado, Architectural Association, School of Architecture, Environment and Energy Programme. London UK, 1986.

FLORENSA, Rafael S; ROURA, Helena C. **Arquitectura y energía natural**. Barcelona: Edicions UPC, 1995.

FROTA, Anésia B.; SCHIFFER, Sueli R. **Manual de Conforto Térmico**. São Paulo: Studio Nobel, 1995.

GHISI, Enedir; LAMBERTS, Roberto; ROZIR, Maurício, PEREIRA, Fernando O. R.; SOUZA, Mauricy C. R. **Normalização em conforto ambiental: desempenho térmico, lumínico e acústico de edificações**. Porto Alegre: Coletânea Habitare, 2003.

GIVONI, Baruch. **Man, climate and architecture**. Londres: Applied Science, 1969.

GIVONI, Baruch. **Confort, climate analysis and building design guidelines**. Energy and Building 18, 1992.

GOULART, Solano; LAMBERTS, Roberto; FIRMINO, Samanta. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades Brasileiras**. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/UFSC, 1997.

GOULDING, John R.; LEWIS, J. Owen; STEEMERS, Theo C. **Energy conscious design - A Primer for Architects**. London: B. T. Batsford Limited, 1992.

HASENACK, Heinrich. **Influência de Variáveis Ambientais sobre a Temperatura do Ar na Área Urbana de Porto Alegre, RS.** Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Porto Alegre: UFRGS, 1989.

HOUAISS, Antônio; VIANNA, Mauro Salles. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa.** Elaborado no Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa S/C Ltda. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HUMPHREYS, Michael A. **Outdoor Temperatures and Comfort Indoors.** Building Research Establishment, Building Research Station. Garston, Watford, UK: Department of the Environment, 1978.

ISO 8996 – International Organization for Standardization. **Ergonomics - Determination of metabolic heat production.** Switzerland, 1990.

JONES, David L. **Arquitectura y entorno: el diseño de la construcción bioclimática.** Barcelona: Blume, 2002.

JORGE, Luís A. **O desenho da janela.** São Paulo: Annablume, 1995.

KNIJNIK, Roberto. **Energia e meio ambiente em Porto Alegre: bases para o desenvolvimento.** Porto Alegre: DMAE, 1994.

KOENIGSBERGER, O. H.; INGERSOLL, T. G.; MAYHEW, Alan; SZOKOLAY, S. V. **Manual of tropical housing and building. Part one: Climatic design.** London: Longman Group Limited, 1973.

LAMBERTS, Roberto; BATISTA, Juliana O. **Desempenho térmico de edificações.** Disciplina ECV 5161, Departamento de Engenharia Civil, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações - LABEEE. Florianópolis: UFSC, 2006.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: ProLivros, 2004.

**Lei, Decreto e Atos de julho a dezembro de 1959: Código de Obras de Porto Alegre.** Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1959.

**Lei n. 3615 de 1973: Código de Obras de Porto Alegre.** Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1973.

**Lei complementar n. 284 de 27 de outubro de 1992: Código de Edificações de Porto Alegre.** Porto Alegre: CORAG, 1992.

MACHADO, Floriano P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul.** Rio de Janeiro: IBGE, 1950.

MACIEL, Angela Becker. **Variações programáticas e aspectos distributivos: uma análise de apartamentos em Porto Alegre.** Dissertação de mestrado, Programa de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura – PROPARG. Porto Alegre: UFRGS, 2004.

MALHOTRA, Naresh. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Brookman, 2006.

MARQUARDT, Henrique E. **Determinantes climatológicos para a arquitetura em Porto Alegre e R. G. do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1969.

MARSH, Andrew J. **Performance analysis and conceptual design**. Tese de doutorado, School of Architecture and Fine Arts. Australia: The University of Western Australia, 1997.

MORELLO, Alessandro. **Avaliação do comportamento térmico do protótipo habitacional de Alvorada**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – NORIE, Porto Alegre: UFRGS, 2005.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Supren, 1979.

NBR 15220-3 – **Desempenho térmico de edificações** - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. ABNT, 2003.

OLGYAY, Aladar; OLGAY, Victor. **Solar Control and Shading Devices**. New Jersey: Princeton University Press, 1957.

OLGYAY, Victor. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism**. New Jersey, USA: University Press, 1973.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili, 1998.

PAPST, Ana L. **Uso de inércia térmica no clima subtropical, estudo de caso em Florianópolis – SC**. Dissertação de mestrado, Pós-graduação em Engenharia Civil. Florianópolis: UFSC, 1999.

**Plano Diretor de Porto Alegre – Lei 2330 de 1961**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1961.

**Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Porto Alegre – Lei Complementar 43 de 1979**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1979.

**Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental de Porto Alegre – Lei Complementar 434 de 1999**. Porto Alegre: Prefeitura Municipal, 1999.

PROCEL EDIFICA. **Manual para aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C**. Disponível em < <http://www.eletobras.com> > - Acesso 13/07/2009.

RIVERO, Roberto. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C.Luzzatto, UFRGS, 1985.

ROAF, Susan. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. Manuel Fuentes, Steplanie Thomas. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.



RORIZ, Maurício; GHISI, Eneidir; LAMBERTS, Roberto. **Uma proposta de norma técnica brasileira sobre desempenho térmico de habitações populares**. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1999, Fortaleza. Anais do V Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído (CD). Florianópolis: ANTAC, 1999.

RUYSEVELT, P. **Comfort and bioclimatic design**. Notes and Illustrations. London, UK: Architectural Association, School of Architecture, 1989.

SATTLER, Miguel A. **Dias climáticos para o projeto térmico de edificações em Porto Alegre**. Porto Alegre: CIENTEC, 1989.

SEGAWA, Hugo. **Clave do Sol: notas sobre a história do conforto ambiental**. In: ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre, Brasil, 2003.

SERRA, Rafael. **Arquitectura y climas**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1999.

SILVA, Antonio C. S. B. **Zoneamento Bioclimático Brasileiro para fins de edificação**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil – NORIE. Porto Alegre: UFRGS, 1994.

SILVA, Heitor C. **Window Design for thermal comfort in domestic buildings in southern Brazil**. Tese de doutorado, Architectural Association, School of Architecture, Environment and Energy Programme. London UK, 1996.

SILVA, Heitor C. **Recommendations for window design in Brazil subtropical climate**. Memórias Del IV Congreso Latinoamericano Confort y Eficiencia Energética en la Arquitectura, COTEDI. México: Universidad Autonoma Metropolitana, 2005.

SILVA, Heitor C. **Controle de radiação solar: estratégia de projeto para clima temperado mediterrâneo Jockey Club do Rio Grande do Sul**. In: Seminário Docomomo - A segunda idade do vidro: transparência e sombra na arquitetura moderna do cone sul americano 1930-70. Porto Alegre: PROPAR-UFRGS, 2006.

SILVA, Heitor C.; KINSEL, Luciane S. **Região Climática de Porto Alegre: revisão para um desenho inteligente e uma arquitetura adequada**. Revista Arqtexto, n. 9. Porto Alegre: UFRGS, 2006.

SILVA, Heitor C., KINSEL, Luciane S., TAVARES, Silvia G. **Climate Analysis and Strategies for Bioclimatic Design Purposes**. Passive and Low Energy Architectura (PLEA). Ireland: University College Dublin, 2008.

STRAHLER, Alan H.; STRAHLER, Arthur N. **Modern physical geography**. New York, USA: John Wiley & Sons, 1992.

STRAHLER, Arthur N. **Geologia física**. Barcelona: Omega, 1997.

TRAMONTANO, Marcelo. **Habitações, metrópolis e modos de vida: por uma reflexão**

**sobre a habitação contemporânea.** Secretaria de Estado da Cultura. São Paulo: Instituto dos Arquitetos do Brasil, 1998.

YANNAS, Simos. **Solar Energy and Housing Design, Volume 1: Principles, Objectives, Guidelines.** London: Department of Trade and Industry by Architectural Association Publications, 1994.

YANNAS, Simos. **Solar Energy and Housing Design, Volume 2: Examples.** London: Department of Trade and Industry by Architectural Association Publications, 1994.

#### WEBSITES CONSULTADOS

<http://www.squ1.com/archive/> - Acesso 13/05/2007.

<http://www.eletrabras.gov.br> - Acesso 18/07/2007.

<http://www.labee.ufsc.br/software/analysisBIO.html> - Acesso 10/11/2007.

<http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/> - Acesso 21/11/2007.

[http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather\\_data3.cfm/region=3\\_south\\_america\\_wmo\\_region\\_3/country=BRA/cname=Brazil](http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/cfm/weather_data3.cfm/region=3_south_america_wmo_region_3/country=BRA/cname=Brazil) - Acesso 21/11/2007.

<http://www.eletrabras.com> - Acesso 13/07/2009.

APÊNDICE A – RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO

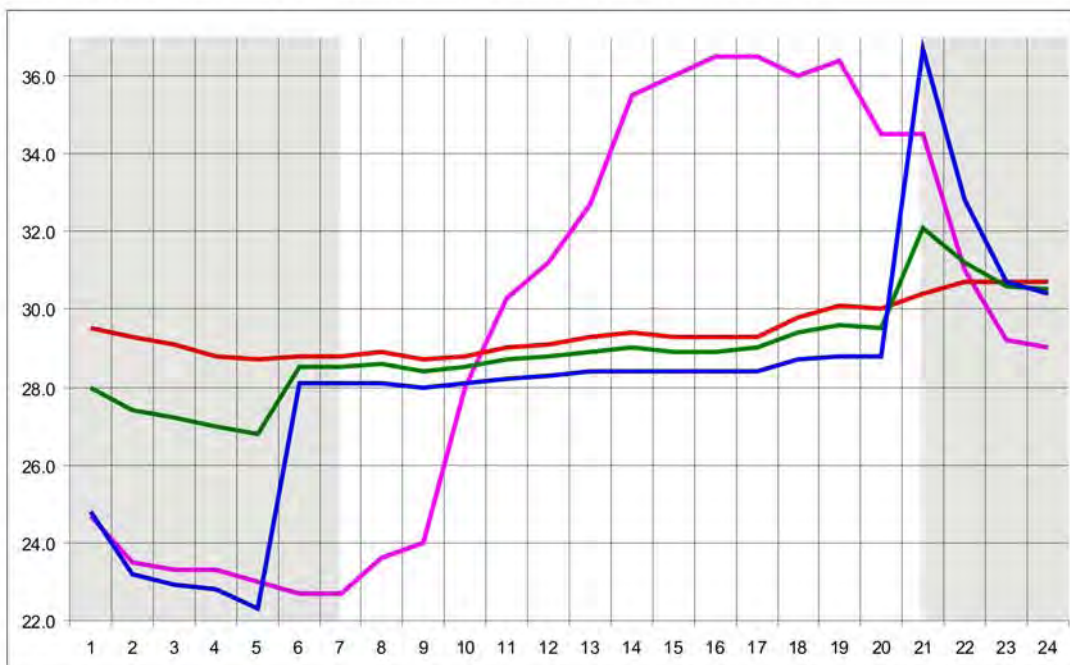
---

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	29.5	28.0	24.8	29.6	28.1	24.8	29.6	28.1	24.8	29.6	28.1	24.8	29.7	28.2	24.8
1	23.5	29.3	27.4	23.2	29.3	27.5	23.3	29.3	27.5	23.2	29.3	27.5	23.3	29.4	27.5	23.3
2	23.3	29.1	27.2	22.9	29.2	27.3	22.9	29.1	27.2	22.9	29.2	27.3	22.9	29.2	27.3	23.0
3	23.3	28.8	27.0	22.8	28.9	27.1	22.8	28.9	27.0	22.8	28.9	27.1	22.8	29.0	27.1	22.8
4	23.0	28.7	26.8	22.3	28.8	26.8	22.4	28.7	26.8	22.3	28.8	26.8	22.4	28.8	26.9	22.4
5	22.7	28.8	28.5	28.1	28.9	28.6	28.1	28.8	28.5	28.1	28.9	28.5	28.1	28.9	28.6	28.2
6	22.7	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.9	28.6	28.1
7	23.6	28.9	28.6	28.1	28.9	28.6	28.1	28.9	28.6	28.1	28.9	28.6	28.1	28.9	28.6	28.2
8	24.6	29.7	28.4	25.0	29.7	28.4	25.0	29.7	28.4	25.0	29.7	28.4	25.0	29.8	28.4	25.0
9	25.0	29.8	28.5	25.1	29.8	28.5	25.1	29.8	28.5	25.1	29.8	28.5	25.1	29.9	28.5	25.1
10	25.7	29.9	28.7	25.2	29.9	28.7	25.2	29.9	28.7	25.2	29.9	28.7	25.2	30.0	28.7	25.2
11	26.1	29.9	28.8	25.3	29.9	28.8	25.3	29.9	28.8	25.3	29.9	28.8	25.3	30.0	28.8	25.3
12	26.7	29.9	28.9	25.4	29.9	28.9	25.4	29.9	28.9	25.4	29.9	28.9	25.4	30.0	28.9	25.4
13	26.9	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	30.0	29.0	25.4
14	26.5	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	30.0	29.0	25.4
15	26.3	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	30.0	29.0	25.4
16	26.0	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	30.0	29.0	25.4
17	26.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	30.0	29.0	25.4
18	26.5	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	30.0	29.0	25.4
19	26.5	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	30.0	29.0	25.4
20	26.5	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	29.9	29.0	25.4	30.0	29.0	25.4
21	31.0	30.7	31.2	32.8	30.8	31.3	32.8	30.8	31.2	32.8	30.8	31.3	32.8	30.9	31.3	32.9
22	29.2	30.7	30.6	30.7	30.7	30.6	30.7	30.7	30.6	30.7	30.7	30.6	30.7	30.8	30.7	30.7
23	29.0	30.7	30.5	30.4	30.7	30.5	30.5	30.7	30.5	30.4	30.7	30.5	30.5	30.8	30.6	30.5
PERCENTUAL DE HC		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-N-S-1; P-N-S-10; P-N-S-50



LEGENDA:

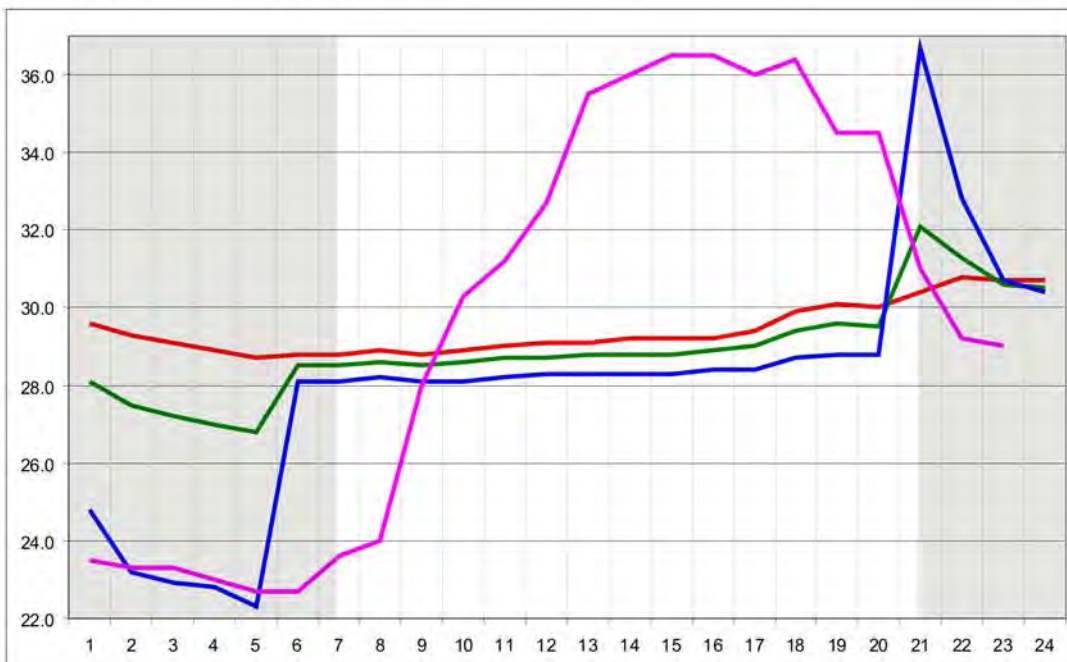
- Temperatura interna P-N-S-1
- Temperatura interna P-N-S-10
- Temperatura interna P-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	29.6	28.1	24.8	29.6	28.2	24.8	29.6	28.1	24.8	29.6	28.1	24.8	29.7	28.2	24.9
1	23.5	29.3	27.5	23.2	29.4	27.5	23.3	29.3	27.5	23.2	29.4	27.5	23.3	29.4	27.6	23.3
2	23.3	29.1	27.2	22.9	29.2	27.3	22.9	29.1	27.3	22.9	29.2	27.3	22.9	29.2	27.3	23.0
3	23.3	28.9	27.0	22.8	28.9	27.1	22.8	28.9	27.0	22.8	28.9	27.1	22.8	29.0	27.1	22.8
4	23.0	28.7	26.8	22.3	28.8	26.9	22.4	28.8	26.8	22.4	28.8	26.9	22.4	28.9	26.9	22.4
5	22.7	28.8	28.5	28.1	28.9	28.6	28.2	28.8	28.5	28.1	28.9	28.6	28.1	28.9	28.6	28.2
6	22.7	28.8	28.5	28.1	28.9	28.6	28.1	28.8	28.5	28.1	28.9	28.5	28.1	28.9	28.6	28.2
7	23.6	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2
8	24.0	28.8	28.5	28.1	28.7	28.4	28.1	28.7	28.4	28.1	28.7	28.4	28.1	28.7	28.4	28.0
9	28.0	28.9	28.8	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1
10	30.1	29.0	28.7	28.2	28.7	28.4	28.2	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.1
11	31.2	29.1	28.7	28.5	29.0	28.5	28.2	29.0	28.7	28.2	29.0	28.7	28.2	29.0	28.7	28.2
12	32.7	29.1	28.8	28.8	28.6	28.7	28.5	28.7	28.4	28.1	28.6	28.3	28.1	28.7	28.4	28.1
13	34.9	29.2	28.8	28.2	28.6	28.1	28.2	28.1	28.8	28.2	28.7	28.2	28.6	28.6	28.1	28.2
14	32.0	29.2	28.8	28.2	29.1	28.8	28.2	29.1	28.8	28.1	29.1	28.7	28.5	29.1	28.7	28.2
15	30.5	29.2	28.7	28.4	28.8	28.5	28.2	29.2	28.9	28.2	29.2	28.9	28.5	29.2	28.9	28.2
16	34.2	29.4	28.7	28.4	28.2	28.0	28.4	28.0	28.0	28.4	28.0	28.0	28.4	28.0	28.0	28.2
17	38.0	29.9	28.4	28.7	29.8	29.4	28.7	29.8	29.4	28.7	29.8	29.4	28.7	29.8	29.4	28.7
18	36.4	30.1	29.8	28.9	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6	28.6
19	34.5	30.0	29.1	28.8	28.0	28.8	28.2	28.8	28.2	28.8	28.2	28.8	28.2	28.8	28.2	28.8
20	24.5	30.4	30.1	30.7	30.6	30.2	30.1	30.7	30.3	30.7	30.3	30.5	30.2	30.7	30.3	30.5
21	31.0	30.8	31.3	32.8	30.8	31.3	32.9	30.8	31.3	32.8	30.8	31.3	32.9	30.9	31.4	32.9
22	29.2	30.7	30.6	30.7	30.8	30.7	30.7	30.7	30.6	30.7	30.8	30.7	30.7	30.8	30.7	30.7
23	29.0	30.7	30.5	30.4	30.8	30.6	30.5	30.7	30.5	30.5	30.8	30.6	30.5	30.8	30.6	30.5
PERCENTUAL DE HC		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-S-S-1; P-S-S-10; P-S-S-50



LEGENDA:

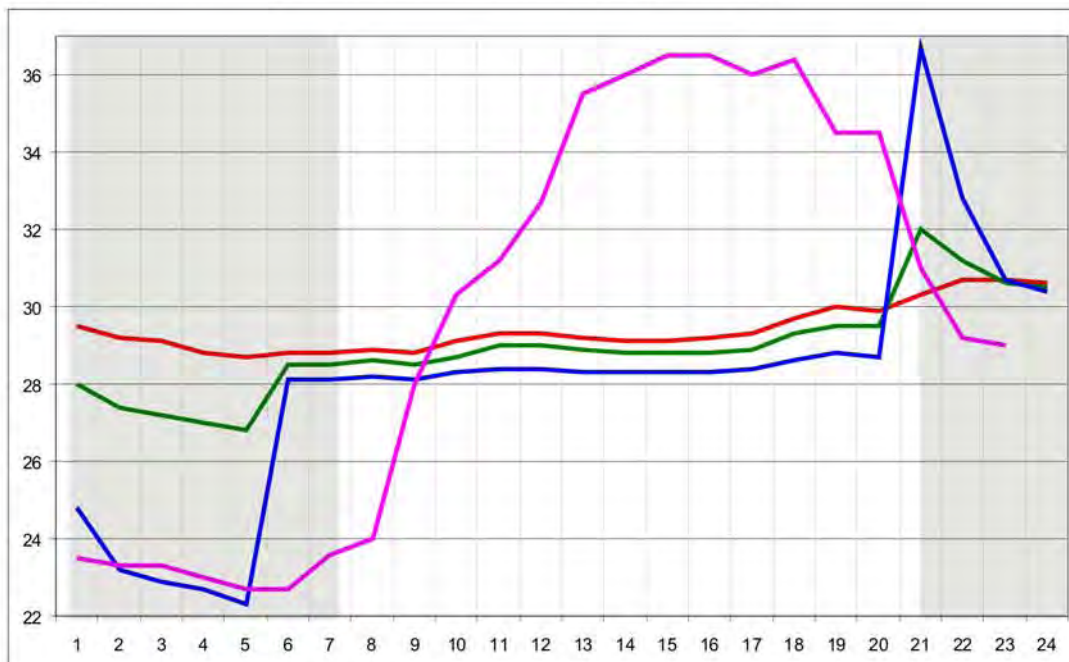
- Temperatura interna P-S-S-1
- Temperatura interna P-S-S-10
- Temperatura interna P-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	29.5	28.0	24.8	29.6	28.1	24.8	29.5	28.1	24.8	29.6	28.1	24.8	29.6	28.1	24.8
1	23.5	29.2	27.4	23.2	29.3	27.5	23.2	29.2	27.4	23.2	29.3	27.5	23.2	29.3	27.5	23.3
2	23.3	29.1	27.2	22.9	29.1	27.2	22.9	29.1	27.2	22.9	29.1	27.2	22.9	29.2	27.3	22.9
3	23.3	28.8	27.0	22.7	28.9	27.0	22.8	28.8	27.0	22.7	28.9	27.0	22.8	28.9	27.1	22.8
4	23.0	28.7	26.8	22.3	28.7	26.8	22.3	28.7	26.8	22.3	28.7	26.8	22.3	28.8	26.9	22.4
5	22.7	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.9	28.6	28.1
6	22.7	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1
7	23.6	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2	28.9	28.6	28.2
8	24.0	28.9	28.2	28.1	28.8	28.2	28.1	28.9	28.2	28.1	28.8	28.2	28.1	28.8	28.2	28.1
9	28.0	29.1	28.7	28.3	29.0	28.3	28.2	29.1	28.7	28.3	29.0	28.7	28.2	29.0	28.6	28.7
10	30.9	29.1	28.6	28.1	29.0	28.4	28.1	29.1	28.6	28.2	29.0	28.7	28.2	29.1	28.7	28.1
11	31.8	29.2	29.0	28.6	29.0	28.8	28.2	29.3	28.9	28.4	29.2	28.9	28.4	29.1	28.8	29.1
12	32.7	29.9	28.9	28.8	29.1	28.9	28.4	29.3	28.8	28.3	29.1	28.8	28.5	29.0	28.7	28.7
13	33.5	29.1	28.8	28.5	29.0	28.1	28.2	29.1	28.7	28.3	29.0	28.7	28.2	28.6	28.4	28.2
14	34.0	28.1	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.1	28.1	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
15	34.5	29.2	28.2	28.3	29.1	28.4	28.2	29.2	28.6	28.1	29.1	28.4	28.3	29.0	28.2	28.7
16	34.5	29.2	28.2	28.4	29.0	28.4	28.2	29.2	28.6	28.2	29.1	28.4	28.3	29.0	28.6	28.3
17	35.0	28.7	29.3	28.6	29.0	28.9	28.4	29.0	28.3	28.3	29.1	28.3	28.6	29.1	28.3	28.8
18	34.8	28.0	29.1	28.8	29.0	29.8	28.8	29.0	28.3	28.8	28.8	29.0	28.8	28.8	29.6	29.8
19	34.5	29.8	29.5	28.8	29.0	29.5	28.8	29.2	28.7	28.5	29.3	28.6	28.6	29.6	29.6	29.8
20	34.0	28.2	28.0	28.7	28.9	28.1	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
21	31.0	30.7	31.2	32.8	30.8	31.3	32.8	30.7	31.2	32.8	30.8	31.3	32.8	30.8	31.3	32.9
22	29.2	30.7	30.6	30.7	30.7	30.6	30.7	30.7	30.6	30.7	30.7	30.6	30.7	30.8	30.6	30.7
23	29.0	30.6	30.5	30.4	30.7	30.5	30.4	30.6	30.6	30.7	30.5	30.4	30.7	30.6	30.6	30.5
PERCENTUAL DE HC		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-L-S-1, P-L-S-10, P-L-S-50



LEGENDA:

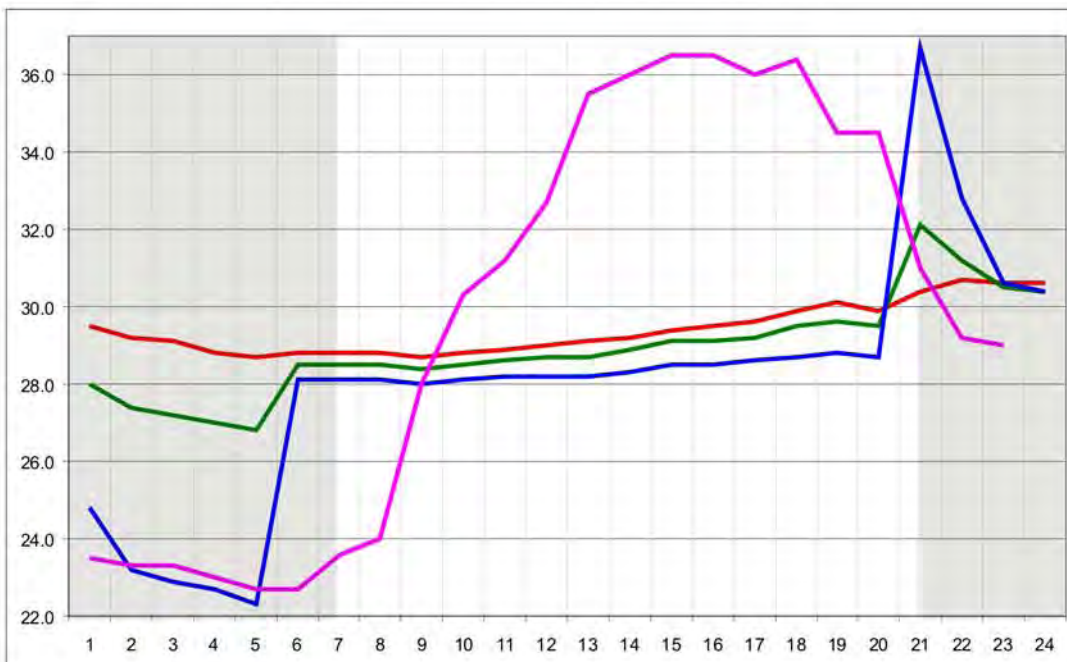
- Temperatura interna P-L-S-1
- Temperatura interna P-L-S-10
- Temperatura interna P-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	29.5	28.0	24.8	29.6	28.1	24.8	29.5	28.1	24.8	29.6	28.1	24.8	29.6	28.1	24.8
1	23.5	29.2	27.4	23.2	29.3	27.5	23.2	29.3	27.4	23.2	29.3	27.5	23.2	29.3	27.5	23.3
2	23.3	29.1	27.2	22.9	29.1	27.2	22.9	29.1	27.2	22.9	29.1	27.2	22.9	29.2	27.3	22.9
3	23.3	28.8	27.0	22.7	28.9	27.0	22.8	28.8	27.0	22.7	28.9	27.0	22.8	28.9	27.1	22.8
4	23.0	28.7	26.8	22.3	28.7	26.8	22.3	28.7	26.8	22.3	28.7	26.8	22.3	28.8	26.9	22.4
5	22.7	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.9	28.6	28.2
6	22.7	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1
7	23.6	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1	28.9	28.5	28.1
8	24.0	28.7	28.3	28.0	28.5	28.1	28.0	28.5	28.1	28.0	28.5	28.1	28.0	28.5	28.1	28.0
9	28.0	28.8	28.2	28.1	28.7	28.4	28.1	28.8	28.5	28.1	28.7	28.4	28.1	28.7	28.4	28.0
10	30.3	28.9	28.4	28.2	28.8	28.5	28.1	28.9	28.6	28.1	28.8	28.5	28.1	28.8	28.5	28.1
11	31.2	29.0	28.7	28.0	28.9	28.6	28.2	29.0	28.7	28.2	28.9	28.6	28.1	28.9	28.5	28.1
12	32.7	29.1	28.7	28.2	28.9	28.6	28.2	29.1	28.8	28.3	29.0	28.7	28.2	28.9	28.5	28.1
13	33.5	29.2	28.8	28.3	29.1	28.8	28.3	29.2	28.9	28.4	29.1	28.8	28.3	28.9	28.6	28.2
14	34.0	29.3	28.9	28.4	29.2	28.9	28.4	29.3	29.0	28.5	29.2	28.9	28.4	29.0	28.7	28.3
15	34.5	29.4	29.0	28.5	29.3	29.0	28.5	29.4	29.1	28.6	29.3	29.0	28.5	29.1	28.8	28.4
16	34.5	29.6	29.2	28.6	29.4	29.1	28.7	29.6	29.3	28.8	29.4	29.1	28.6	29.2	28.9	28.5
17	35.0	29.7	29.3	28.7	29.5	29.2	28.8	29.7	29.4	28.9	29.5	29.2	28.7	29.3	29.0	28.6
18	34.8	29.8	29.4	28.8	29.6	29.3	28.9	29.8	29.5	29.0	29.6	29.3	28.8	29.4	29.1	28.7
19	34.5	29.9	29.5	28.9	29.7	29.4	29.0	29.9	29.6	29.1	29.7	29.4	28.9	29.5	29.2	28.8
20	34.0	30.0	29.6	29.0	29.8	29.5	29.1	30.0	29.7	29.2	29.8	29.5	29.0	29.6	29.3	28.9
21	31.0	30.7	31.2	32.8	30.8	31.3	32.8	30.7	31.2	32.8	30.8	31.3	32.8	30.8	31.3	32.9
22	29.2	30.6	30.5	30.6	30.7	30.6	30.7	30.7	30.6	30.7	30.7	30.6	30.7	30.8	30.6	30.7
23	29.0	30.6	30.4	30.4	30.7	30.5	30.4	30.6	30.5	30.4	30.7	30.5	30.4	30.7	30.5	30.5
PERCENTUAL DE HC		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-O-S-1; P-O-S-10; P-O-S-50



LEGENDA:

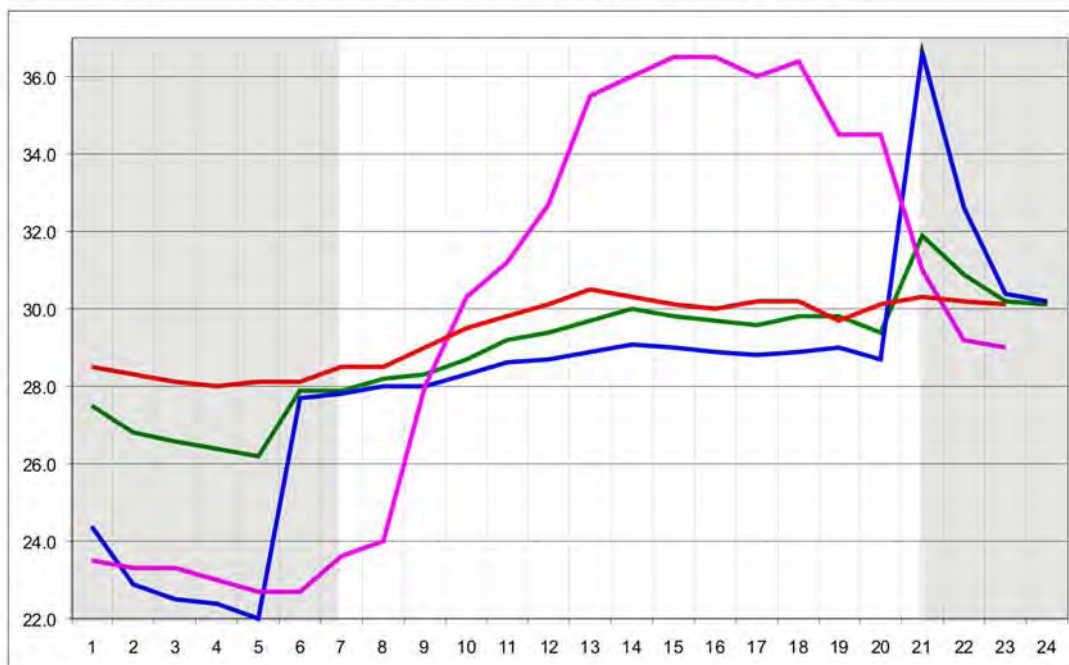
- Temperatura interna P-O-S-1
- Temperatura interna P-O-S-10
- Temperatura interna P-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	29.0	27.5	24.4	29.0	27.7	24.6	28.9	27.6	24.5	29.0	27.7	24.5	29.2	27.8	24.6
1	23.5	28.5	26.8	22.9	28.7	27.0	23.0	28.6	26.9	22.9	28.7	27.0	23.0	28.8	27.1	23.0
2	23.3	28.3	26.6	22.5	28.5	26.8	22.6	28.4	26.7	22.6	28.5	26.8	22.6	28.7	26.9	22.7
3	23.3	28.1	26.4	22.4	28.3	26.6	22.5	28.2	26.5	22.4	28.3	26.6	22.5	28.4	26.7	22.6
4	23.0	28.0	26.2	22.0	28.2	26.4	22.1	28.0	26.2	22.0	28.2	26.4	22.1	28.3	26.5	22.1
5	22.7	28.1	27.9	27.7	28.3	28.1	27.8	28.1	27.9	27.8	28.3	28.1	27.8	28.4	28.2	27.9
6	22.7	28.1	27.9	27.8	28.3	28.1	27.8	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.8	28.4	28.1	27.9
7	23.6	28.5	28.2	28.0	28.5	28.3	28.0	28.5	28.2	28.0	28.5	28.3	28.0	28.5	28.3	28.0
8	24.0	28.4	28.2	28.0	28.4	28.2	27.9	28.3	28.1	28.0	28.4	28.2	27.9	28.4	28.1	27.9
9	28.0	29.5	28.7	28.5	28.8	28.6	28.2	29.3	28.7	28.3	28.8	28.6	28.2	28.7	28.5	28.1
10	30.3	31.4	30.7	30.6	30.7	30.4	30.4	31.3	30.8	30.4	30.9	30.7	30.4	30.9	30.6	30.4
11	31.2	32.4	31.7	31.6	31.7	31.4	31.4	32.3	31.8	31.4	31.9	31.7	31.4	31.9	31.6	31.4
12	32.7	33.7	33.0	32.9	33.0	32.7	32.7	33.6	33.1	32.7	33.2	33.0	32.7	33.2	32.9	32.7
13	33.5	34.6	33.9	33.8	33.9	33.6	33.6	34.5	34.0	33.6	34.1	33.9	33.6	34.1	33.8	33.6
14	34.0	35.0	34.3	34.2	34.3	34.0	34.0	34.9	34.4	34.0	34.5	34.3	34.0	34.5	34.2	34.0
15	34.5	35.1	34.4	34.3	34.4	34.1	34.1	35.0	34.5	34.1	34.6	34.4	34.1	34.6	34.3	34.1
16	34.5	35.0	34.3	34.2	34.3	34.0	34.0	34.9	34.4	34.0	34.5	34.3	34.0	34.5	34.2	34.0
17	35.0	35.8	35.1	35.0	35.1	34.8	34.8	35.7	35.2	34.8	35.3	35.1	34.8	35.3	35.0	34.8
18	34.8	35.7	35.0	34.9	35.0	34.7	34.7	35.6	35.1	34.7	35.2	35.0	34.7	35.2	34.9	34.7
19	34.5	35.7	35.0	34.9	35.0	34.7	34.7	35.6	35.1	34.7	35.2	35.0	34.7	35.2	34.9	34.7
20	34.5	35.1	34.4	34.3	34.4	34.1	34.1	35.0	34.5	34.1	34.6	34.4	34.1	34.6	34.3	34.1
21	31.0	30.3	30.9	32.6	30.5	31.0	32.7	30.3	30.9	32.6	30.5	31.0	32.7	30.6	31.1	32.8
22	29.2	30.2	30.2	30.4	30.4	30.3	30.5	30.2	30.2	30.4	30.3	30.3	30.5	30.5	30.4	30.6
23	29.0	30.1	30.1	30.2	30.3	30.2	30.3	30.2	30.1	30.2	30.3	30.2	30.3	30.5	30.3	30.4
PERCENTUAL DE HC		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-N-S-1; M-N-S-10; M-N-S-50



LEGENDA:

- Temperatura interna M-N-S-1
- Temperatura interna M-N-S-10
- Temperatura interna M-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

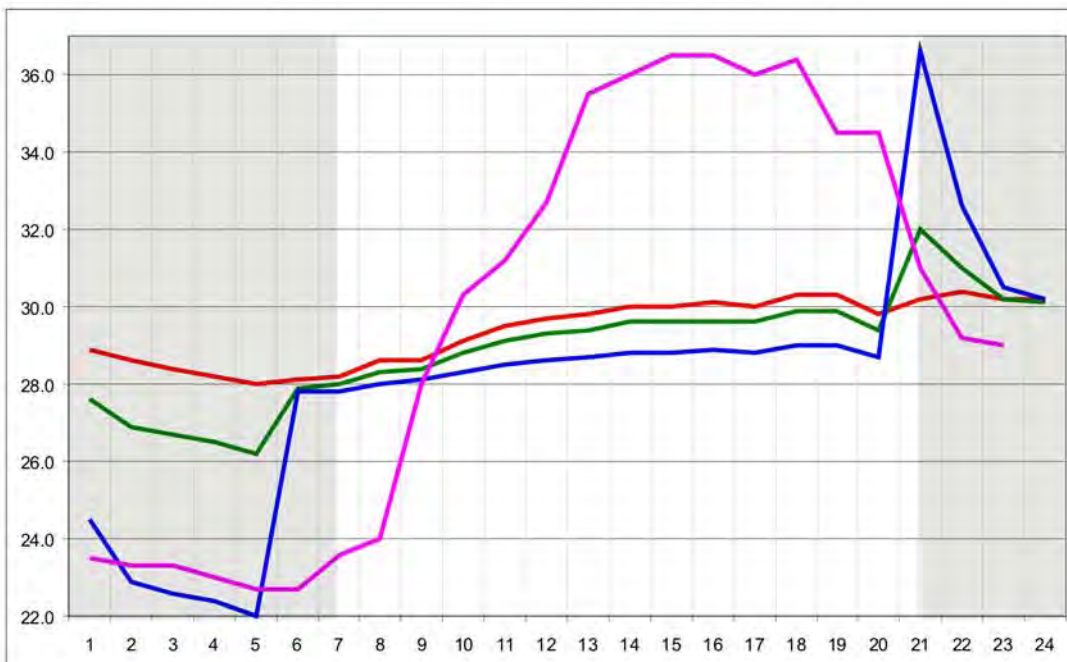


RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	28.9	27.6	24.5	29.1	27.7	24.6	29.0	27.6	24.5	29.1	27.7	24.6	29.2	27.8	24.7
1	23.5	28.6	26.9	22.9	28.8	27.0	23.0	28.6	26.9	22.9	28.8	27.0	23.0	28.9	27.2	23.1
2	23.3	28.4	26.7	22.6	28.6	26.8	22.7	28.5	26.7	22.6	28.6	26.8	22.7	28.7	26.9	22.7
3	23.3	28.2	26.5	22.4	28.4	26.6	22.5	28.2	26.5	22.5	28.4	26.6	22.5	28.5	26.7	22.6
4	23.0	28.0	26.2	22.0	28.2	26.4	22.1	28.1	26.3	22.0	28.2	26.4	22.1	28.4	26.5	22.2
5	22.7	28.1	27.9	27.8	28.3	28.1	27.9	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.9	28.4	28.2	27.9
6	22.7	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.9	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.9	28.4	28.2	27.9
7	23.6	28.6	28.3	28.0	28.6	28.3	28.0	28.6	28.3	28.0	28.6	28.4	28.0	28.6	28.4	28.0
8	24.0	28.4	28.2	28.1	28.5	28.2	28.0	28.5	28.2	28.1	28.6	28.3	28.0	28.5	28.2	28.0
9	28.0	29.1	28.2	28.5	28.9	28.7	28.2	29.1	28.9	28.4	29.2	28.7	28.2	28.8	28.6	28.0
10	30.4	29.4	28.5	28.8	29.3	28.9	28.4	29.5	29.2	28.7	29.6	29.3	28.8	29.4	29.1	28.5
11	31.2	29.7	28.9	29.2	29.6	29.0	28.6	29.8	29.4	28.9	29.9	29.6	29.0	29.7	29.4	28.8
12	32.7	29.8	29.3	29.5	29.8	29.3	28.9	29.9	29.5	29.0	30.0	29.7	29.1	29.8	29.5	28.9
13	33.5	29.9	29.4	29.6	29.7	29.3	28.9	29.9	29.5	29.0	30.0	29.7	29.1	29.8	29.5	28.9
14	34.0	29.8	29.3	29.5	29.7	29.3	28.9	29.9	29.5	29.0	30.0	29.7	29.1	29.8	29.5	28.9
15	34.5	29.7	29.2	29.4	29.6	29.2	28.8	29.8	29.4	28.9	29.9	29.6	29.0	29.7	29.4	28.8
16	34.5	29.6	29.1	29.3	29.5	29.1	28.7	29.7	29.3	28.8	29.8	29.5	28.9	29.6	29.3	28.7
17	34.0	29.5	29.0	29.2	29.4	29.0	28.6	29.6	29.2	28.7	29.7	29.4	28.8	29.5	29.2	28.6
18	34.0	29.4	28.9	29.1	29.3	28.9	28.5	29.5	29.1	28.6	29.6	29.3	28.7	29.4	29.1	28.5
19	34.5	29.6	29.1	29.3	29.5	29.1	28.6	29.6	29.2	28.7	29.7	29.4	28.8	29.5	29.2	28.6
20	34.5	29.7	29.2	29.4	29.6	29.2	28.7	29.7	29.3	28.8	29.8	29.5	28.9	29.6	29.3	28.7
21	31.0	30.4	31.0	32.6	30.6	31.1	32.8	30.4	31.0	32.7	30.6	31.1	32.7	30.7	31.2	32.8
22	29.2	30.2	30.2	30.5	30.4	30.4	30.6	30.3	30.2	30.5	30.4	30.4	30.6	30.5	30.5	30.6
23	29.0	30.2	30.1	30.2	30.4	30.3	30.3	30.2	30.2	30.4	30.3	30.3	30.5	30.4	30.4	30.4
PERCENTUAL DE HC		73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-S-S-1; M-S-S-10; M-S-S-50



LEGENDA:

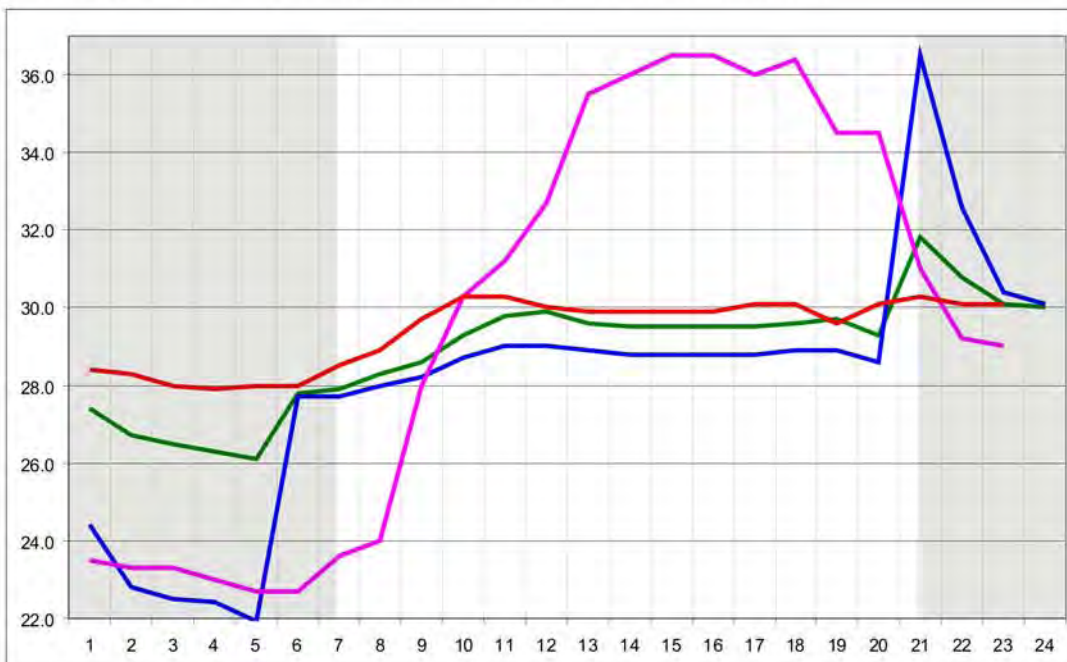
- Temperatura interna M-S-S-1
- Temperatura interna M-S-S-10
- Temperatura interna M-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	28.8	27.4	24.4	29.0	27.6	24.5	28.8	27.5	24.4	29.0	27.6	24.5	29.1	27.7	24.6
1	23.5	28.4	26.7	22.8	28.6	26.9	22.9	28.5	26.8	22.8	28.6	26.9	22.9	28.7	27.0	23.0
2	23.3	28.3	26.5	22.5	28.5	26.7	22.6	28.3	26.6	22.5	28.5	26.7	22.6	28.6	26.8	22.7
3	23.3	28.0	26.3	22.4	28.2	26.5	22.5	28.1	26.4	22.4	28.2	26.5	22.5	28.3	26.6	22.5
4	23.0	27.9	26.1	21.9	28.1	26.3	22.0	28.0	26.2	22.0	28.1	26.3	22.0	28.2	26.4	22.1
5	22.7	28.0	27.8	27.7	28.2	28.0	27.8	28.0	27.9	27.7	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.9
6	22.7	28.0	27.9	27.7	28.2	28.0	27.8	28.1	27.9	27.7	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.9
7	23.6	28.5	28.3	28.0	28.6	28.3	28.0	28.6	28.3	28.0	28.6	28.3	28.0	28.6	28.3	28.0
8	24.0	28.4	28.2	28.2	28.8	28.3	28.1	28.9	28.6	28.2	28.8	28.3	28.1	28.7	28.3	28.1
9	23.0	28.7	29.1	28.7	29.3	29.1	28.5	29.4	29.1	28.6	29.3	29.1	28.5	29.1	28.0	28.3
10	23.7	28.3	29.3	28.0	30.0	29.7	29.7	29.3	29.3	29.0	29.4	29.0	29.4	29.0	29.5	28.8
11	24.2	28.2	29.9	29.0	30.0	29.8	29.3	30.2	29.5	29.0	30.0	29.4	28.8	29.3	29.4	28.7
12	24.7	28.0	29.2	28.9	29.7	29.7	28.7	29.0	29.3	28.6	29.7	29.3	28.7	29.2	29.1	28.3
13	24.9	28.9	29.3	28.0	29.8	29.4	28.4	29.8	29.4	28.7	29.6	29.2	28.6	29.4	29.0	28.3
14	24.0	29.9	29.3	28.2	29.4	29.9	29.2	29.8	29.3	28.7	29.3	29.9	28.8	29.1	29.0	28.3
15	24.5	29.9	28.3	28.6	29.4	29.1	28.4	29.6	29.4	28.7	29.3	29.3	28.6	29.3	29.1	28.3
16	24.3	29.8	28.2	28.2	29.7	29.3	28.4	29.8	29.4	28.7	29.3	29.3	28.6	29.3	29.1	28.3
17	24.0	30.1	28.4	28.9	30.0	29.6	28.5	30.0	29.6	28.9	30.0	29.4	28.8	29.7	29.3	28.8
18	24.4	30.1	29.7	28.9	30.0	29.7	28.7	30.1	29.7	28.7	30.1	29.4	28.8	30.0	29.1	28.8
19	24.4	29.6	29.1	28.6	29.8	29.4	28.7	29.7	29.2	28.6	29.5	29.4	28.7	29.1	29.5	28.8
20	24.5	30.1	31.8	30.5	30.1	31.0	30.7	30.1	31.9	30.6	30.3	30.0	30.0	30.4	30.1	30.7
21	31.0	30.3	30.8	32.6	30.4	31.0	32.7	30.3	30.9	32.6	30.4	31.0	32.7	30.6	31.1	32.7
22	29.2	30.1	30.1	30.4	30.3	30.3	30.5	30.1	30.1	30.4	30.3	30.2	30.5	30.4	30.4	30.6
23	29.0	30.1	30.0	30.1	30.2	30.2	30.2	30.1	30.0	30.1	30.2	30.1	30.2	30.4	30.3	30.3
PERCENTUAL DE HC		73%	82%	73%	73%	73%	73%	73%	82%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-L-S-1; M-L-S-10; M-L-S-50



LEGENDA:

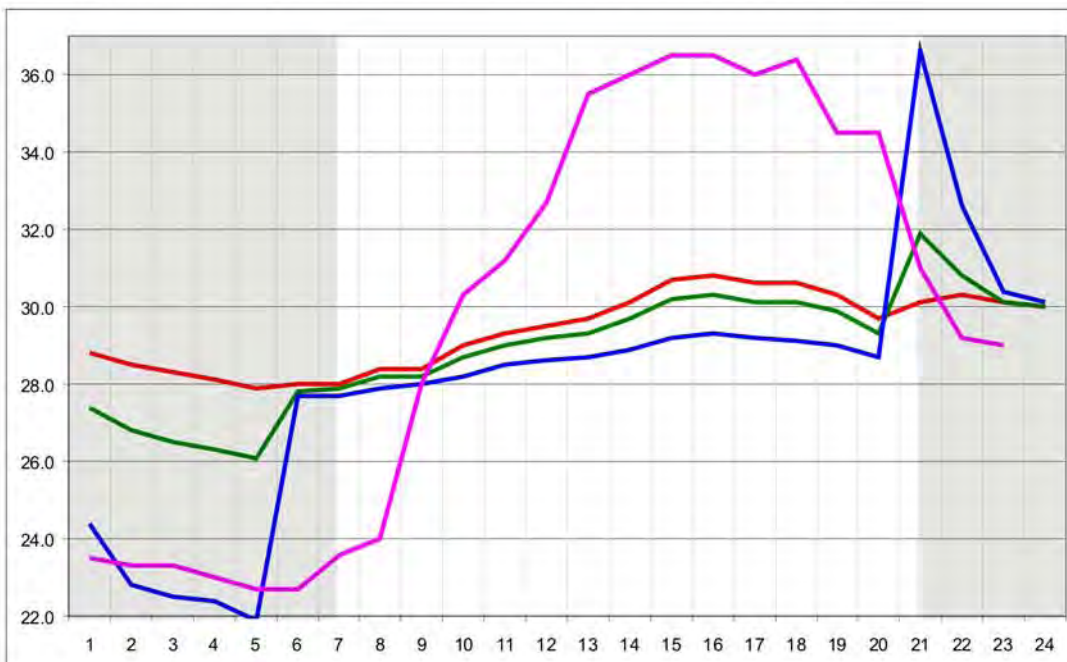
- Temperatura interna M-L-S-1
- Temperatura interna M-L-S-10
- Temperatura interna M-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	28.8	27.4	24.4	29.0	27.6	24.5	28.8	27.5	24.4	29.0	27.6	24.5	29.1	27.7	24.6
1	23.5	28.5	26.8	22.8	28.6	26.9	22.9	28.5	26.8	22.9	28.6	26.9	22.9	28.8	27.0	23.0
2	23.3	28.3	26.5	22.5	28.5	26.7	22.6	28.3	26.6	22.5	28.5	26.7	22.6	28.6	26.8	22.7
3	23.3	28.1	26.3	22.4	28.2	26.5	22.5	28.1	26.4	22.4	28.3	26.5	22.5	28.4	26.6	22.5
4	23.0	27.9	26.1	21.9	28.1	26.3	22.0	28.0	26.2	22.0	28.1	26.3	22.0	28.2	26.4	22.1
5	22.7	28.0	27.8	27.7	28.2	28.0	27.8	28.0	27.9	27.7	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.9
6	22.7	28.0	27.9	27.7	28.2	28.0	27.8	28.1	27.9	27.7	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.9
7	23.6	28.4	28.2	27.9	28.4	28.2	27.9	28.4	28.2	27.9	28.4	28.2	27.9	28.4	28.2	27.9
8	24.0	28.4	28.2	28.0	28.4	28.1	27.9	28.4	28.1	27.9	28.4	28.1	27.9	28.4	28.1	27.9
9	28.0	29.5	29.2	28.2	29.8	28.5	28.1	29.9	28.6	28.2	29.6	28.3	28.1	29.6	28.3	28.1
10	30.4	29.7	29.0	28.5	29.1	28.6	28.3	29.8	28.5	28.1	29.6	28.3	28.1	29.6	28.3	28.1
11	31.2	29.8	29.3	28.6	29.3	28.8	28.4	29.8	28.5	28.2	29.6	28.3	28.1	29.6	28.3	28.1
12	32.7	29.7	29.1	28.5	29.4	28.9	28.5	29.5	28.2	28.7	29.4	28.1	27.9	29.2	28.6	28.1
13	33.5	29.7	29.1	28.0	29.8	29.4	28.7	30.1	28.4	28.0	29.2	28.1	27.4	28.2	28.2	28.6
14	36.0	29.2	30.2	29.0	30.0	29.1	29.0	30.4	30.1	30.0	30.4	30.1	29.7	30.0	30.2	29.8
15	36.5	29.8	30.3	29.5	30.1	29.6	29.7	30.7	30.2	30.2	30.2	30.0	29.1	30.2	29.9	29.5
16	36.0	29.9	30.2	29.5	30.4	29.9	29.7	30.6	30.1	30.4	30.4	30.2	29.1	30.1	29.9	29.6
17	35.0	29.6	30.1	29.7	29.6	30.0	29.1	30.5	30.0	30.1	30.1	30.0	29.1	30.1	29.9	29.6
18	34.8	29.8	29.9	29.0	30.1	29.9	29.0	30.3	29.8	29.0	30.1	29.9	29.0	30.1	29.9	29.6
19	34.5	29.7	29.7	28.8	29.8	29.5	28.8	29.7	29.2	28.7	29.5	29.3	28.6	29.1	29.6	29.6
20	34.0	30.1	31.0	30.0	30.3	30.0	28.7	30.2	30.9	30.6	30.0	30.0	30.0	30.4	30.1	30.2
21	31.0	30.3	30.8	32.6	30.5	31.0	32.7	30.3	30.9	32.6	30.4	31.0	32.7	30.6	31.1	32.7
22	29.2	30.1	30.1	30.4	30.3	30.2	30.5	30.1	30.1	30.4	30.2	30.2	30.5	30.4	30.3	30.5
23	29.0	30.0	30.0	30.1	30.2	30.1	30.2	30.1	30.0	30.1	30.2	30.1	30.2	30.3	30.2	30.3
PERCENTUAL DE HC		82%	82%	73%	73%	73%	73%	73%	82%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-O-S-1; M-O-S-10; M-O-S-50



LEGENDA:

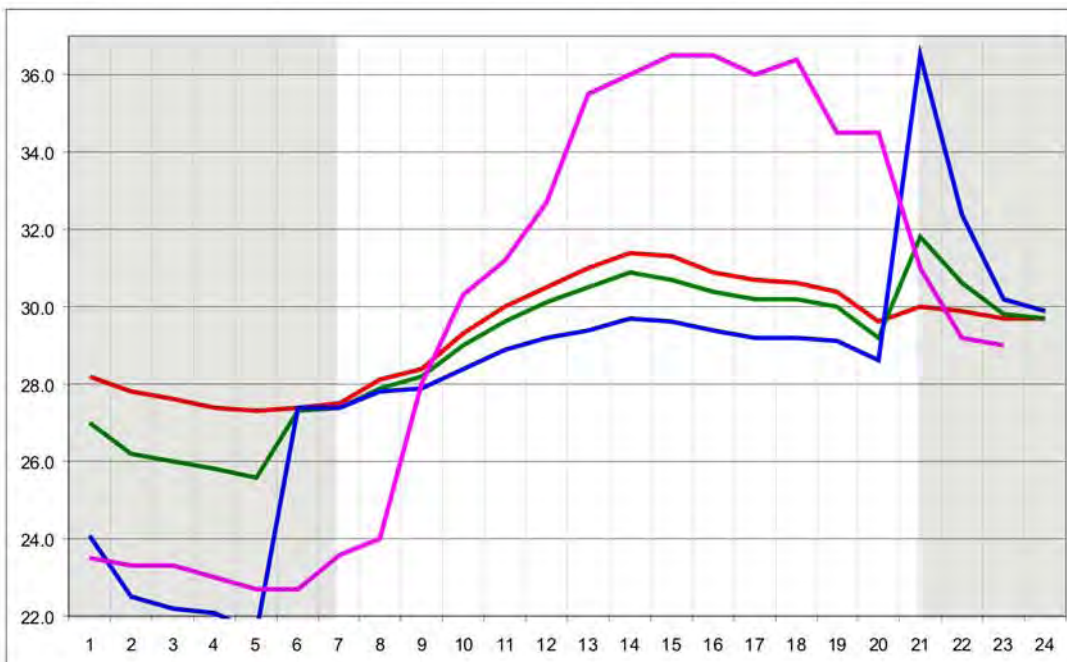
- Temperatura interna M-O-S-1
- Temperatura interna M-O-S-10
- Temperatura interna M-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	28.2	27.0	24.1	28.5	27.2	24.3	28.3	27.0	24.2	28.5	27.2	24.3	28.7	27.4	24.4
1	23.5	27.8	26.2	22.5	28.1	26.5	22.7	27.9	26.3	22.6	28.1	26.5	22.7	28.3	26.7	22.8
2	23.3	27.6	26.0	22.2	27.9	26.3	22.4	27.7	26.1	22.2	27.9	26.3	22.3	28.1	26.5	22.5
3	23.3	27.4	25.8	22.1	27.7	26.1	22.2	27.5	25.9	22.1	27.7	26.1	22.2	27.9	26.3	22.3
4	23.0	27.3	25.6	21.6	27.6	25.9	21.8	27.4	25.7	21.7	27.6	25.9	21.8	27.8	26.0	21.9
5	22.7	27.4	27.3	27.4	27.7	27.6	27.5	27.5	27.4	27.4	27.7	27.5	27.5	27.8	27.7	27.7
6	22.7	27.5	27.4	27.4	27.7	27.6	27.6	27.5	27.5	27.5	27.7	27.6	27.6	27.9	27.7	27.7
7	23.6	28.1	27.9	27.8	28.1	28.0	27.8	28.1	27.9	27.8	28.1	28.0	27.8	28.1	28.0	27.8
8	24.0	28.4	28.2	27.8	28.2	28.0	27.8	28.3	28.1	27.8	28.5	28.3	28.1	28.5	28.3	28.0
9	28.0	29.3	29.0	28.4	29.0	28.7	28.2	29.2	28.9	28.4	29.0	28.7	28.3	29.0	28.5	28.2
10	30.3	30.0	29.4	28.3	29.4	29.1	28.2	29.9	29.4	28.8	29.7	29.4	28.7	29.4	28.9	28.3
11	31.2	30.8	30.3	28.2	29.0	28.8	28.1	29.8	29.4	28.8	29.8	29.4	28.9	29.7	29.2	28.7
12	32.7	31.9	30.5	29.4	29.8	29.6	29.1	29.8	29.5	28.9	29.9	29.5	28.9	29.8	29.3	28.8
13	33.5	31.4	29.9	29.7	29.9	29.4	29.4	31.1	29.9	29.6	31.9	30.3	29.4	30.2	29.7	29.2
14	36.0	31.8	30.7	29.4	30.8	30.0	29.0	31.1	30.4	29.8	30.8	30.3	29.8	30.2	30.0	29.5
15	36.5	30.9	29.4	29.4	30.3	29.1	29.7	29.4	29.4	29.3	29.6	29.1	28.7	29.7	29.6	29.5
16	36.0	30.7	29.2	29.2	30.4	29.9	29.2	29.6	29.4	29.4	29.4	29.4	29.4	29.7	29.6	29.6
17	36.0	29.6	28.2	28.2	29.5	29.0	28.7	29.6	29.1	29.2	29.4	29.0	28.6	29.4	29.3	29.3
18	36.3	30.3	28.8	28.7	29.8	29.0	29.3	29.5	29.7	29.1	29.3	29.0	28.7	29.5	29.4	29.2
19	34.5	29.4	29.9	29.6	29.8	29.5	29.6	29.7	29.2	28.7	29.5	29.6	29.6	29.7	29.7	29.6
20	34.0	30.0	31.0	30.0	30.3	30.0	29.7	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.4	30.2	30.0
21	31.0	29.9	30.6	32.4	30.2	30.8	32.6	30.0	30.6	32.4	30.2	30.8	32.5	30.4	31.0	32.7
22	29.2	29.7	29.8	30.2	30.0	30.0	30.4	29.7	29.8	30.2	29.9	30.0	30.3	30.2	30.2	30.5
23	29.0	29.7	29.7	29.9	30.0	29.9	30.1	29.7	29.7	30.0	29.9	29.9	30.1	30.1	30.1	30.2
PERCENTUAL DE HC		100%	91%	82%	91%	91%	73%	100%	91%	82%	91%	91%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-N-S-1; G-N-S-10; G-N-S-50



LEGENDA:

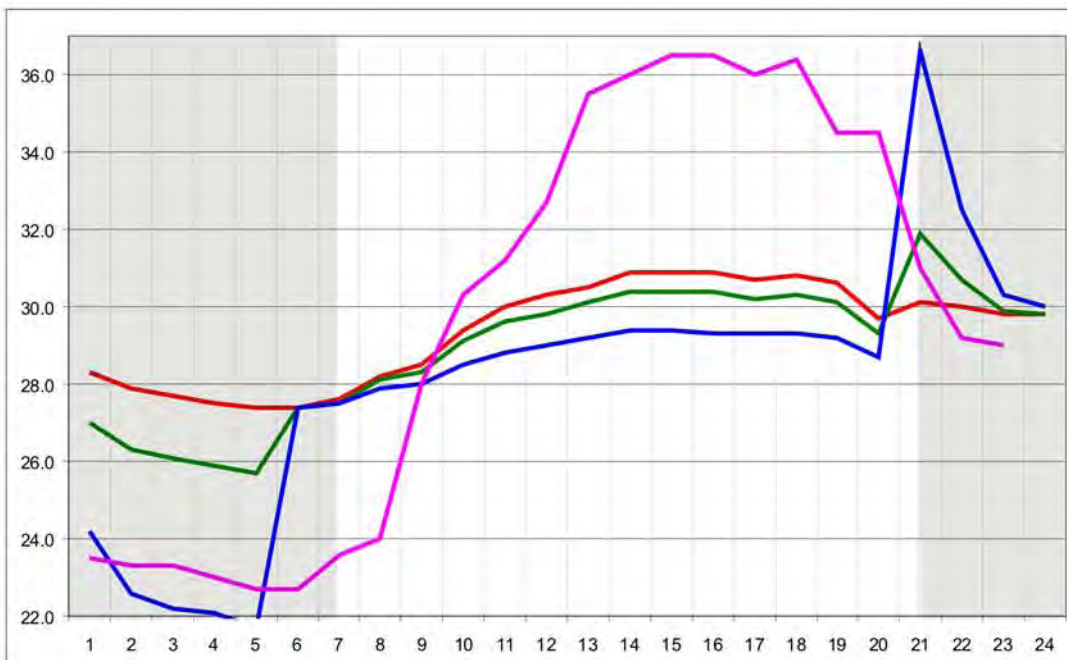
- Temperatura interna G-N-S-1
- Temperatura interna G-N-S-10
- Temperatura interna G-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	28.3	27.0	24.2	28.4	27.1	24.2	28.4	27.1	24.2	28.6	27.3	24.3	28.8	27.5	24.4
1	23.5	27.9	26.3	22.6	28.0	26.4	22.6	28.0	26.4	22.6	28.2	26.6	22.7	28.4	26.7	22.8
2	23.3	27.7	26.1	22.2	27.8	26.2	22.3	27.8	26.2	22.3	28.0	26.4	22.4	28.2	26.5	22.5
3	23.3	27.5	25.9	22.1	27.6	26.0	22.2	27.6	26.0	22.2	27.8	26.2	22.3	28.0	26.3	22.4
4	23.0	27.4	25.7	21.7	27.5	25.8	21.7	27.5	25.8	21.7	27.7	25.9	21.8	27.9	26.1	22.0
5	22.7	27.4	27.4	27.4	27.6	27.5	27.5	27.6	27.5	27.5	27.7	27.6	27.6	27.9	27.8	27.7
6	22.7	27.6	27.5	27.5	27.6	27.5	27.5	27.6	27.5	27.5	27.8	27.7	27.6	28.0	27.8	27.7
7	23.6	28.2	28.1	27.9	28.3	28.1	27.9	28.3	28.1	27.9	28.3	28.1	27.9	28.3	28.1	27.9
8	24.0	28.1	28.2	28.0	28.2	28.0	28.0	28.2	28.0	28.0	28.2	28.0	28.0	28.2	28.1	27.9
9	28.0	29.4	29.1	28.5	29.2	29.0	28.5	29.2	29.0	28.5	29.1	28.9	28.9	29.2	29.0	28.7
10	30.9	30.0	30.4	30.3	30.8	30.9	30.2	30.9	30.3	30.3	30.6	30.4	30.6	30.1	30.0	29.9
11	31.2	30.2	30.9	30.0	30.1	30.3	30.1	30.3	30.1	30.2	30.6	30.8	30.9	30.2	30.2	29.9
12	32.7	30.5	30.1	29.2	30.1	29.9	29.1	30.4	29.9	29.1	30.1	29.9	29.9	29.9	29.7	29.2
13	33.5	30.2	29.2	29.2	30.2	30.3	29.2	30.7	30.3	29.3	30.1	30.4	30.5	30.1	29.7	29.0
14	36.0	30.9	30.2	29.4	30.7	30.0	29.0	30.7	30.2	30.0	30.0	30.4	30.0	30.1	29.7	29.0
15	36.5	30.7	30.2	29.2	30.7	30.2	29.2	30.7	30.2	30.1	29.3	30.0	30.0	30.2	29.6	29.0
16	36.5	30.7	30.2	29.2	30.7	30.2	29.2	30.7	30.2	30.1	29.4	30.4	30.0	30.1	29.2	29.0
17	35.0	30.9	30.2	29.2	30.7	30.2	29.2	30.7	30.2	30.1	29.4	30.4	30.0	30.1	29.2	29.0
18	34.9	30.6	30.1	29.2	30.6	30.1	29.2	30.6	30.1	29.2	30.2	30.2	29.2	30.2	29.2	29.2
19	34.5	29.7	29.9	30.2	29.8	29.4	28.7	29.8	29.4	28.7	29.6	29.4	29.4	29.2	29.8	29.6
20	34.0	30.1	31.0	30.0	30.2	30.5	30.0	30.2	30.4	30.4	30.4	30.1	30.7	30.0	30.2	30.0
21	31.0	30.0	30.7	32.5	30.1	30.7	32.5	30.1	30.7	32.5	30.3	30.9	32.6	30.5	31.1	32.8
22	29.2	29.8	29.9	30.3	29.9	29.9	30.3	29.9	29.9	30.3	30.1	30.1	30.4	30.3	30.3	30.5
23	29.0	29.8	29.8	30.0	29.8	29.8	30.0	29.8	29.8	30.0	30.0	30.0	30.1	30.2	30.2	30.3
PERCENTUAL DE HC		100%	91%	82%	91%	91%	82%	91%	91%	82%	82%	82%	73%	73%	73%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-S-S-1; G-S-S-10; G-S-S-50



LEGENDA:

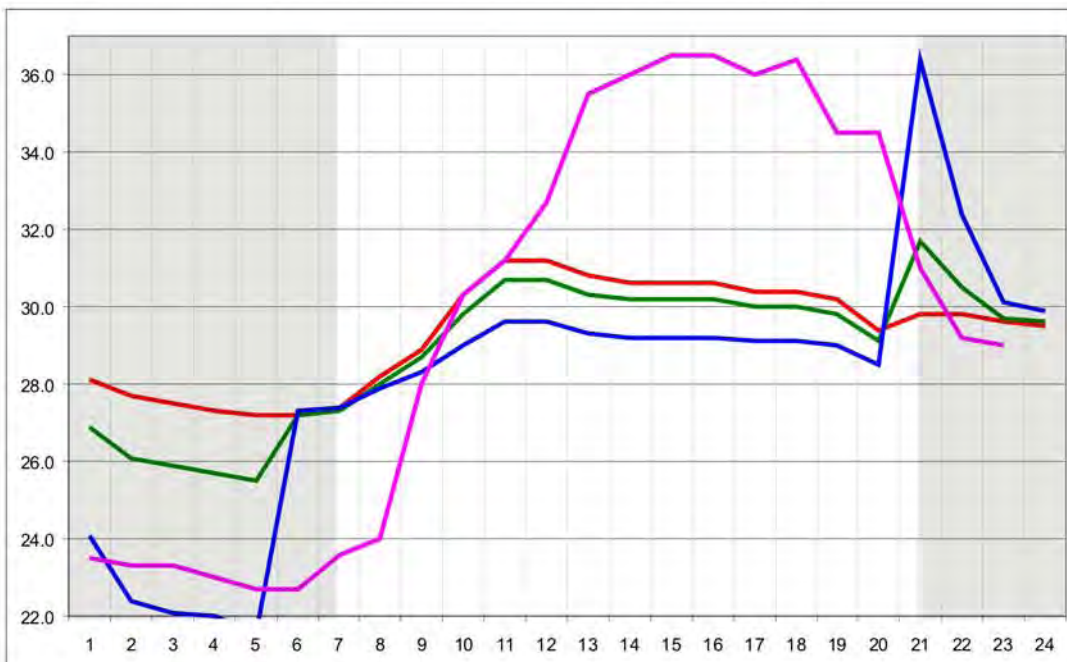
- Temperatura interna G-S-S-1
- Temperatura interna G-S-S-10
- Temperatura interna G-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	28.1	26.9	24.1	28.2	26.9	24.1	28.2	26.9	24.1	28.4	27.1	24.2	28.6	27.3	24.3
1	23.5	27.7	26.1	22.4	27.8	26.2	22.5	27.8	26.2	22.5	28.0	26.4	22.6	28.2	26.6	22.7
2	23.3	27.5	25.9	22.1	27.6	26.0	22.2	27.6	26.0	22.2	27.8	26.2	22.3	28.0	26.3	22.4
3	23.3	27.3	25.7	22.0	27.4	25.8	22.0	27.4	25.8	22.0	27.6	26.0	22.2	27.8	26.2	22.3
4	23.0	27.2	25.5	21.6	27.3	25.6	21.6	27.3	25.6	21.6	27.4	25.7	21.7	27.6	25.9	21.8
5	22.7	27.2	27.2	27.3	27.3	27.3	27.4	27.3	27.3	27.4	27.5	27.4	27.5	27.7	27.6	27.6
6	22.7	27.4	27.3	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4	27.6	27.5	27.5	27.8	27.6	27.6
7	23.6	28.2	28.0	27.9	28.2	28.1	27.9	28.2	28.1	27.9	28.3	28.1	27.9	28.3	28.1	27.9
8	24.0	28.3	28.1	28.0	28.2	28.1	28.0	28.2	28.1	28.0	28.3	28.1	28.0	28.3	28.1	28.0
9	28.0	30.3	29.2	29.0	30.2	29.5	29.0	30.2	29.5	29.0	30.0	29.0	29.0	29.8	29.4	29.7
10	30.4	31.3	30.7	30.6	30.1	30.6	30.1	31.1	30.6	30.6	30.6	30.6	30.4	30.6	30.1	29.2
11	31.2	31.3	30.7	30.6	30.1	30.6	30.1	30.8	30.1	30.8	30.5	30.3	30.2	30.4	30.0	29.0
12	32.7	30.8	30.7	30.5	30.7	30.9	30.2	30.7	30.7	30.2	30.5	30.9	30.1	30.5	29.6	29.0
13	33.5	30.6	30.5	30.5	30.5	30.1	30.2	30.2	30.1	30.2	30.2	30.0	30.0	29.8	29.5	29.0
14	34.0	30.6	30.2	30.0	30.3	30.1	30.2	30.2	30.1	30.2	30.2	30.2	30.0	29.8	29.5	29.0
15	34.5	30.3	30.2	29.2	30.2	30.1	30.2	30.2	30.1	30.2	30.2	30.0	29.8	29.0	29.0	29.0
16	34.5	30.4	30.1	29.1	30.4	29.9	30.2	30.2	30.1	30.2	30.1	30.2	29.8	29.0	29.0	29.0
17	35.0	30.4	30.0	29.1	30.4	29.8	30.1	30.4	29.8	30.1	30.0	29.8	29.8	29.0	29.0	29.0
18	34.8	30.2	29.8	29.0	30.2	29.8	30.0	30.2	29.8	30.0	30.0	29.8	29.0	29.0	29.0	29.0
19	34.5	29.4	29.1	28.5	29.3	29.1	28.6	29.0	28.7	28.6	28.7	28.3	28.0	29.5	29.5	29.0
20	34.0	29.8	29.2	28.4	29.8	29.7	28.0	28.9	29.1	28.0	28.1	28.0	28.0	29.0	29.0	29.0
21	31.0	29.8	30.5	32.4	29.9	30.5	32.4	29.9	30.5	32.4	30.1	30.7	32.5	30.3	30.9	32.6
22	29.2	29.6	29.7	30.1	29.6	29.7	30.2	29.6	29.7	30.2	29.8	29.9	30.3	30.1	30.1	30.4
23	29.0	29.5	29.6	29.9	29.6	29.6	29.9	29.6	29.6	29.9	29.8	29.8	30.0	30.0	30.0	30.1
PERCENTUAL DE HC		100%	91%	82%	100%	91%	82%	100%	91%	82%	91%	91%	82%	82%	82%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-L-S-1; G-L-S-10, G-L-S-50



LEGENDA:

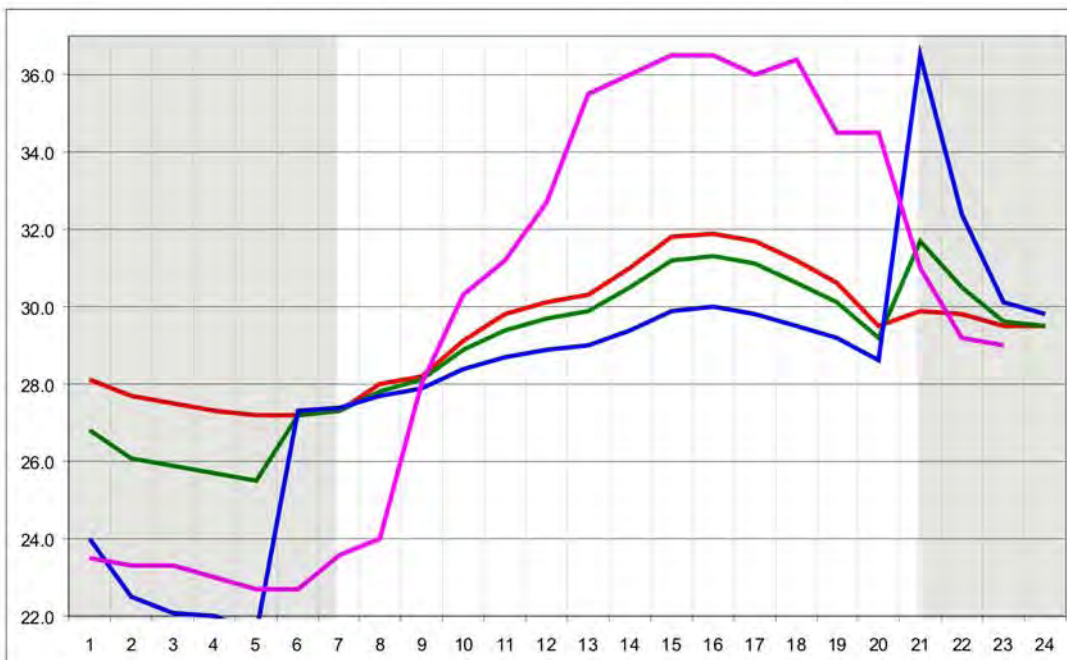
- Temperatura interna G-L-S-1
- Temperatura interna G-L-S-10
- Temperatura interna G-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

**RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO**

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.7	28.1	26.8	24.0	28.1	26.9	24.1	28.1	26.9	24.1	28.3	27.1	24.2	28.5	27.3	24.3
1	23.5	27.7	26.1	22.5	27.8	26.2	22.5	27.8	26.2	22.5	28.0	26.4	22.6	28.2	26.6	22.7
2	23.3	27.5	25.9	22.1	27.6	26.0	22.2	27.6	26.0	22.2	27.8	26.2	22.3	28.0	26.4	22.4
3	23.3	27.3	25.7	22.0	27.4	25.8	22.1	27.4	25.8	22.1	27.6	26.0	22.2	27.8	26.2	22.3
4	23.0	27.2	25.5	21.6	27.3	25.6	21.6	27.3	25.6	21.6	27.5	25.8	21.7	27.7	25.9	21.9
5	22.7	27.2	27.2	27.3	27.4	27.3	27.4	27.4	27.3	27.4	27.5	27.5	27.5	27.7	27.6	27.6
6	22.7	27.3	27.3	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4	27.4	27.6	27.5	27.5	27.8	27.6	27.6
7	23.6	28.0	27.8	27.7	28.0	27.8	27.7	28.0	27.8	27.7	28.0	27.9	27.8	28.0	27.9	27.8
8	24.0	28.2	28.7	27.9	28.4	28.1	27.9	28.2	28.1	27.9	28.1	28.0	27.8	28.0	27.9	27.7
9	28.0	28.1	28.0	28.4	28.2	28.1	28.2	28.1	28.2	28.1	28.3	28.2	28.1	28.2	28.1	28.1
10	30.4	29.9	29.4	28.8	29.7	29.4	29.4	29.7	29.4	29.4	29.4	29.4	29.1	29.3	29.1	29.0
11	31.2	30.1	29.7	28.9	29.8	29.6	29.6	29.9	29.6	29.6	29.6	29.6	29.2	29.7	29.5	29.4
12	32.7	30.3	29.9	29.0	30.2	29.9	29.9	30.3	29.9	29.9	29.9	29.9	29.5	29.8	29.5	29.4
13	33.5	31.0	30.5	29.4	30.9	30.4	30.4	30.7	30.4	30.4	30.4	30.4	30.1	30.2	30.0	29.9
14	34.0	31.3	31.2	29.7	31.1	30.7	30.7	31.1	30.7	30.7	30.7	30.7	30.3	30.6	30.3	30.2
15	34.5	31.8	31.3	29.8	31.4	31.0	31.0	31.4	31.0	31.0	31.0	31.0	30.6	31.0	30.7	30.6
16	34.5	31.7	31.2	29.7	31.3	30.9	30.9	31.3	30.9	30.9	30.9	30.9	30.5	30.9	30.6	30.5
17	34.0	31.2	30.8	29.2	30.8	30.4	30.4	30.8	30.4	30.4	30.4	30.4	30.0	30.4	30.1	30.0
18	34.0	31.2	30.8	29.2	30.8	30.4	30.4	30.8	30.4	30.4	30.4	30.4	30.0	30.4	30.1	30.0
19	34.5	31.7	31.2	29.6	31.1	30.7	30.7	31.1	30.7	30.7	30.7	30.7	30.3	30.7	30.4	30.3
20	29.2	29.5	29.5	29.8	29.5	29.6	29.9	29.5	29.6	29.9	29.7	29.7	30.0	30.0	29.9	30.1
21	31.0	29.8	30.5	32.4	29.9	30.5	32.4	29.9	30.5	32.4	30.1	30.7	32.5	30.3	30.9	32.6
22	29.2	29.5	29.6	30.1	29.6	29.7	30.1	29.6	29.7	30.1	29.8	29.9	30.2	30.0	30.1	30.4
23	29.0	29.5	29.5	29.8	29.5	29.6	29.9	29.5	29.6	29.9	29.7	29.7	30.0	30.0	29.9	30.1
PERCENTUAL DE HC		100%	91%	82%	100%	91%	82%	100%	91%	82%	91%	91%	82%	91%	82%	73%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-O-S-1; G-O-S-10; G-O-S-50



LEGENDA:

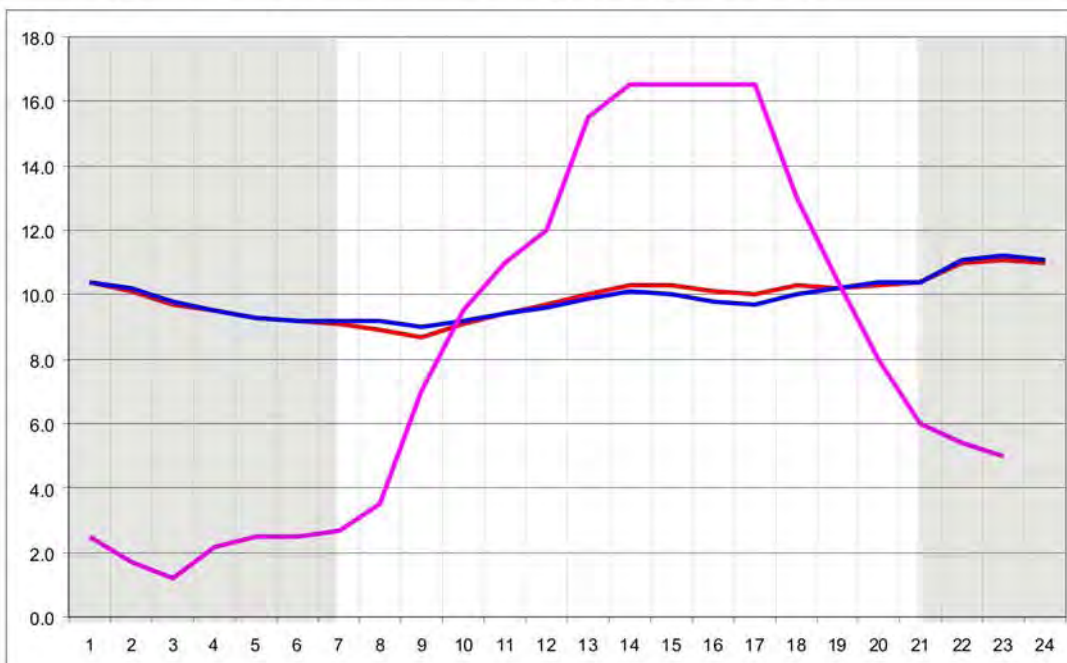
- Temperatura interna G-O-S-1
- Temperatura interna G-O-S-10
- Temperatura interna G-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

**RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO**

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.4	10.5	10.5
1	3	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
2	2	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
3	1	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6
4	2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4
5	3	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3
6	3	9.1	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.1	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
7	3	8.9	9.2	9.2	8.9	9.2	9.2	8.9	9.2	9.2	8.9	9.2	9.2	8.9	9.2	9.2
8	4	8.7	9.0	9.0	8.7	9.0	9.0	8.7	9.0	9.0	8.7	9.0	9.0	8.7	9.0	9.0
9	4	8.5	8.8	8.8	8.5	8.8	8.8	8.5	8.8	8.8	8.5	8.8	8.8	8.5	8.8	8.8
10	4.0	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
11	4.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
12	4.0	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
13	4.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
14	4.0	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
15	4.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
16	4.0	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
17	4.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
18	4.0	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
19	4.5	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
20	4.0	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
21	6	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2
22	5	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2
23	5	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-N-S-1; P-N-S-10; P-N-S-50



LEGENDA:

- Temperatura interna P-N-S-1
- Temperatura interna P-N-S-10
- Temperatura interna P-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

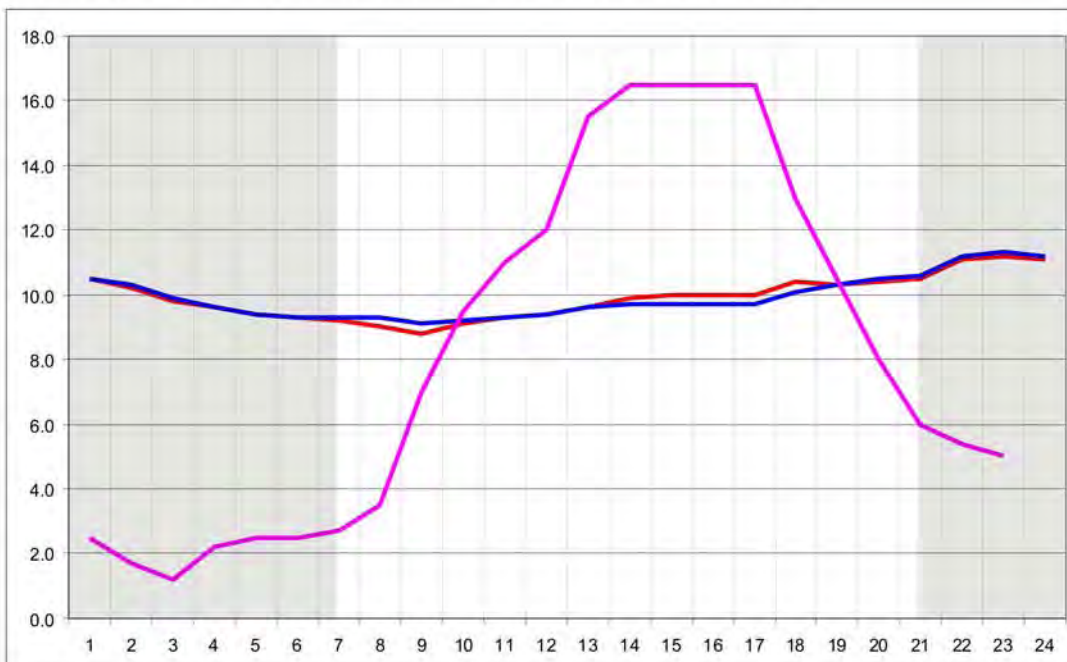


**RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO**

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	10.5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.5	10.6	10.6
1	3	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
2	2	9.8	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
3	1	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7
4	2	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5
5	3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4
6	3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
7	3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3
8	4	8.8	9.1	9.1	8.5	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1
9	4	9.1	9.2	9.2	8.4	9.2	9.2	9.1	9.2	9.2	9.1	9.2	9.2	9.1	9.2	9.2
10	10	9.7	9.7	9.7	9.1	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
11	11	9.5	9.4	9.4	9.4	9.3	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.5
12	12	9.6	9.6	9.6	9.6	9.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
13	16	8.9	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
14	17	10.0	9.7	9.7	8.9	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6
15	17	10.6	10.1	10.1	9.9	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6
16	18	10.0	9.9	9.9	8.5	9.9	9.9	10.0	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.8	9.8
17	17	12.4	10.1	10.1	10.4	10.1	10.1	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
18	12	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.4	10.3	10.3	10.3	10.3	10.4	10.3	10.3	10.4
19	11	10.4	10.4	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
20	8	10.6	10.6	10.6	10.5	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.5	10.6	10.6	10.5	10.6	10.6
21	6	11.1	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.1	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3
22	5	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
23	5	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-S-S-1; P-S-S-10; P-S-S-50



LEGENDA:

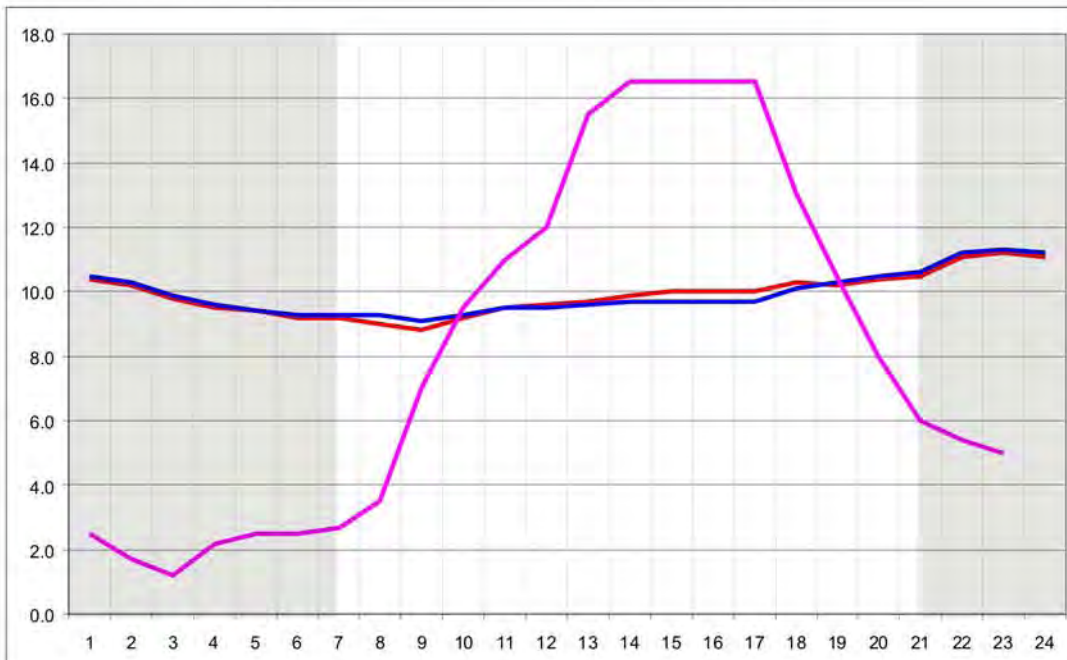
- Temperatura interna P-S-S-1
- Temperatura interna P-S-S-10
- Temperatura interna P-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	10.4	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6
1	3	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
2	2	9.8	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
3	1	9.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7
4	2	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5
5	3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
6	3	9.2	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
7	3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3
8	4	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1
9	4	8.8	9.2	9.2	8.8	9.2	9.2	8.8	9.2	9.2	8.8	9.2	9.2	8.8	9.2	9.2
10	4.0	8.9	9.3	9.3	8.9	9.3	9.3	8.9	9.3	9.3	8.9	9.3	9.3	8.9	9.3	9.3
11	4.5	8.6	9.2	9.2	8.6	9.2	9.2	8.6	9.2	9.2	8.6	9.2	9.2	8.6	9.2	9.2
12	4.7	8.7	9.2	9.2	8.7	9.2	9.2	8.7	9.2	9.2	8.7	9.2	9.2	8.7	9.2	9.2
13	4.8	9.9	9.2	9.2	9.9	9.2	9.2	9.9	9.2	9.2	9.9	9.2	9.2	9.9	9.2	9.2
14	4.8	10.0	9.7	9.7	10.0	9.7	9.7	10.0	9.7	9.7	10.0	9.7	9.7	10.0	9.7	9.7
15	4.7	10.0	9.5	9.5	10.0	9.5	9.5	10.0	9.5	9.5	10.0	9.5	9.5	10.0	9.5	9.5
16	4.5	10.0	9.2	9.2	10.0	9.2	9.2	10.0	9.2	9.2	10.0	9.2	9.2	10.0	9.2	9.2
17	4.2	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1
18	4.2	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1
19	4.1	10.4	10.5	10.5	10.3	10.5	10.5	10.4	10.5	10.5	10.3	10.5	10.5	10.3	10.5	10.5
20	4	10.9	10.6	10.6	10.9	10.6	10.6	10.9	10.6	10.6	10.9	10.6	10.6	10.9	10.6	10.6
21	6	11.1	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.2	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3
22	5	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
23	5	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-L-S-1, P-L-S-10, P-L-S-50



LEGENDA:

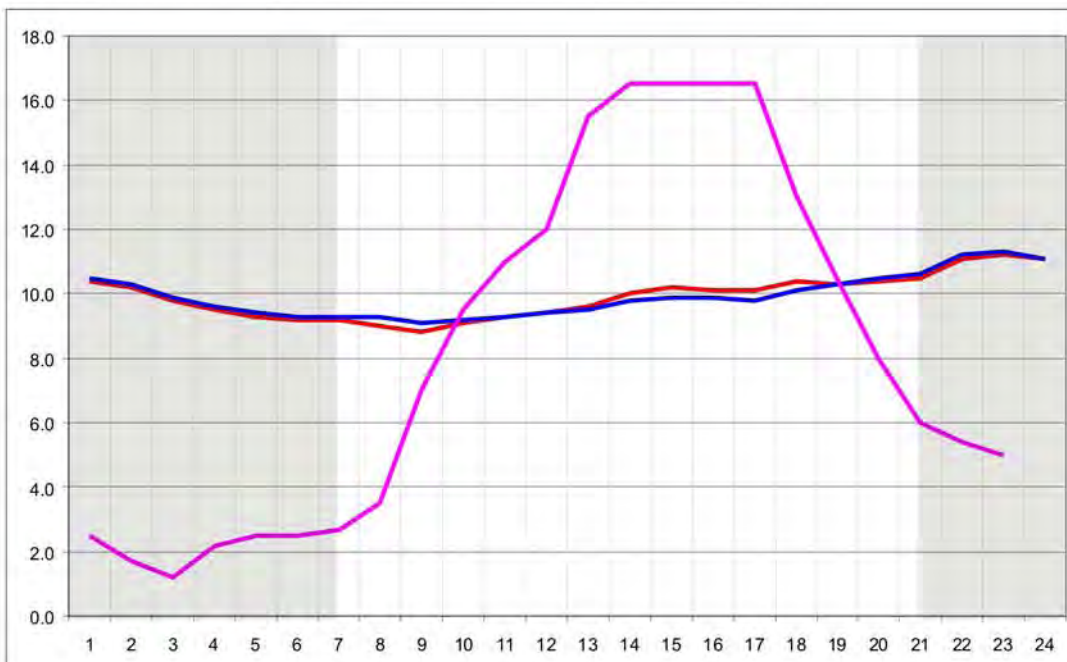
- Temperatura interna P-L-S-1
- Temperatura interna P-L-S-10
- Temperatura interna P-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	10.4	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6
1	3	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
2	2	9.8	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9	9.8	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
3	1	9.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.5	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6
4	2	9.3	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5
5	3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
6	3	9.2	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
7	3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3	9.0	9.3	9.3
8	4	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1	8.8	9.1	9.1
9	4	8.5	9.2	9.2	8.5	9.2	9.2	8.5	9.2	9.2	8.5	9.2	9.2	8.5	9.2	9.2
10	4.0	8.3	9.3	9.3	8.3	9.3	9.3	8.3	9.3	9.3	8.3	9.3	9.3	8.3	9.3	9.3
11	4.5	8.4	9.4	9.4	8.4	9.4	9.4	8.4	9.4	9.4	8.4	9.4	9.4	8.4	9.4	9.4
12	4.2	8.8	9.8	9.8	8.8	9.8	9.8	8.8	9.8	9.8	8.8	9.8	9.8	8.8	9.8	9.8
13	4.8	10.0	10.8	10.8	10.0	10.8	10.8	10.0	10.8	10.8	10.0	10.8	10.8	10.0	10.8	10.8
14	4.8	10.2	10.8	10.8	10.1	10.8	10.8	10.2	10.8	10.8	10.1	10.8	10.8	10.2	10.8	10.8
15	4.7	10.1	10.6	10.6	10.1	10.6	10.6	10.1	10.6	10.6	10.1	10.6	10.6	10.1	10.6	10.6
16	4.2	10.1	10.6	10.6	10.0	10.6	10.6	10.0	10.6	10.6	10.0	10.6	10.6	10.0	10.6	10.6
17	3.7	10.4	10.1	10.1	10.4	10.1	10.1	10.4	10.1	10.1	10.4	10.1	10.1	10.4	10.1	10.1
18	3.2	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1	10.8	10.1	10.1
19	3.1	10.4	10.5	10.5	10.3	10.5	10.5	10.4	10.5	10.5	10.3	10.5	10.5	10.3	10.5	10.5
20	3	10.0	10.6	10.6	10.0	10.6	10.6	10.0	10.6	10.6	10.0	10.6	10.6	10.0	10.6	10.6
21	6	11.1	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.1	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3
22	5	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3	11.2	11.3	11.3
23	5	11.1	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-O-S-1; P-O-S-10; P-O-S-50



LEGENDA:

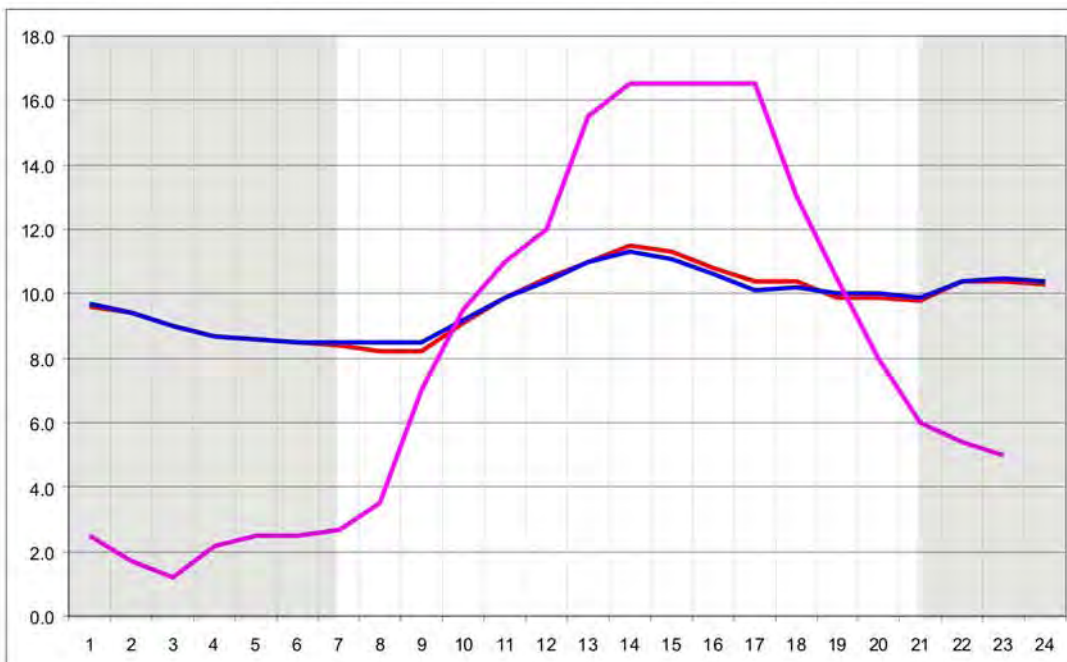
- Temperatura interna P-O-S-1
- Temperatura interna P-O-S-10
- Temperatura interna P-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

**RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO**

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	9.6	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.6	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
1	3	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6
2	2	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
3	1	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9
4	2	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
5	3	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
6	3	8.4	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
7	3	8.2	8.5	8.5	8.3	8.6	8.6	8.2	8.5	8.5	8.3	8.6	8.6	8.4	8.6	8.6
8	4	8.5	8.5	8.5	8.7	8.7	8.7	8.3	8.4	8.5	8.3	8.5	8.5	8.4	8.5	8.5
9	4	8.3	8.2	8.2	8.0	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
10	4.0	8.9	8.9	8.9	9.0	9.1	9.1	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0
11	4.5	10.0	10.0	10.0	10.1	10.2	10.2	10.0	10.1	10.1	10.2	10.2	10.2	10.1	10.1	10.1
12	5.2	11.0	11.0	11.0	10.9	10.8	10.7	10.8	10.9	10.9	10.8	10.8	10.8	10.7	10.6	10.6
13	6.6	11.5	11.5	11.5	11.3	11.1	11.1	11.3	11.4	11.4	11.3	11.3	11.2	11.0	10.9	10.9
14	8.0	11.8	11.7	11.5	11.5	10.9	10.9	11.0	11.1	11.0	11.1	11.1	11.0	10.7	10.7	10.7
15	10.2	10.8	10.6	10.6	10.7	10.8	10.4	10.5	10.6	10.6	10.7	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6
16	12.0	10.4	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4
17	13.7	10.4	10.2	10.2	10.4	10.2	10.2	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.5	10.4	10.3	10.3
18	13.2	9.9	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2
19	11.1	9.9	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2
20	8	9.0	9.5	9.9	9.5	10.0	10.0	9.4	9.4	9.5	9.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
21	6	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.5	10.4	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6
22	5	10.4	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.4	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6
23	5	10.3	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.5	10.5
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-N-S-1; M-N-S-10; M-N-S-50



LEGENDA:

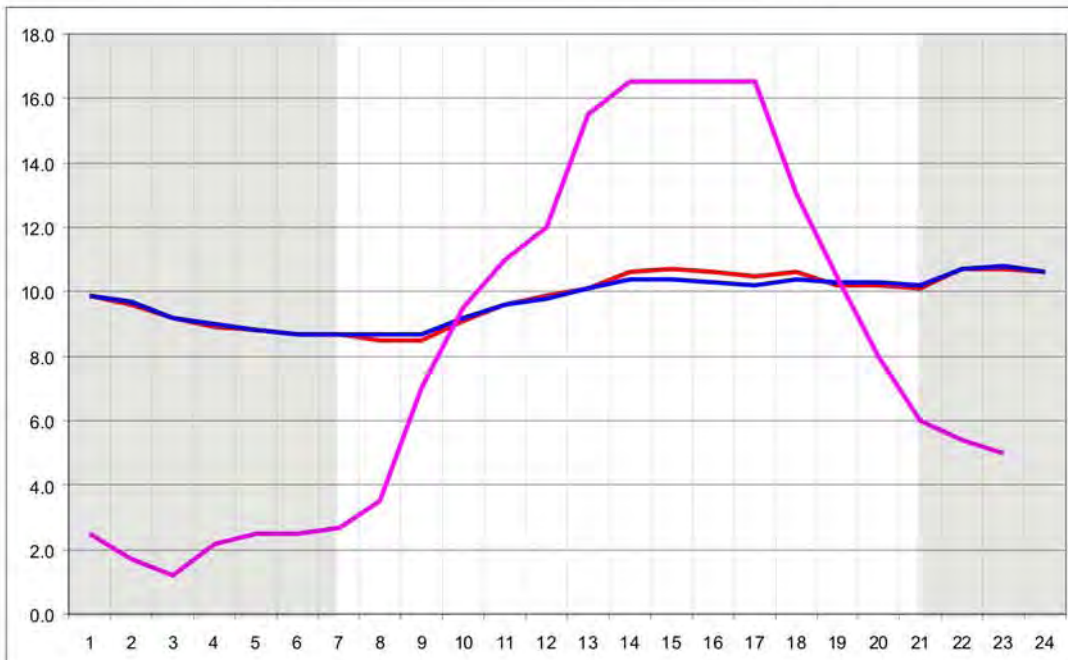
- Temperatura interna M-N-S-1
- Temperatura interna M-N-S-10
- Temperatura interna M-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

**RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO**

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1
1	3	9.6	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.6	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
2	2	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4	9.4
3	1	8.9	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.0	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
4	2	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9	8.8	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0
5	3	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
6	3	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9
7	3	8.5	8.7	8.7	8.6	8.8	8.8	8.5	8.8	8.8	8.6	8.9	8.9	8.6	8.9	8.9
8	4	8.2	8.7	8.7	8.2	8.7	8.7	8.2	8.7	8.7	8.2	8.7	8.7	8.2	8.7	8.7
9	4	8.1	8.2	8.2	8.0	8.2	8.2	8.0	8.2	8.2	8.0	8.2	8.2	8.0	8.2	8.2
10	4.0	7.9	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0
11	4.5	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0
12	5.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0
13	6.0	7.6	7.8	7.8	7.4	7.6	7.6	7.4	7.6	7.6	7.4	7.6	7.6	7.4	7.6	7.6
14	7.0	7.7	7.9	7.9	7.5	7.7	7.7	7.5	7.7	7.7	7.5	7.7	7.7	7.5	7.7	7.7
15	7.5	7.8	8.0	8.0	7.6	7.8	7.8	7.6	7.8	7.8	7.6	7.8	7.8	7.6	7.8	7.8
16	8.0	7.9	8.1	8.1	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9
17	8.5	7.9	8.1	8.1	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9
18	9.0	7.9	8.1	8.1	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9
19	9.5	7.9	8.1	8.1	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9
20	10.0	7.9	8.1	8.1	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9
21	10.5	7.9	8.1	8.1	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9	7.7	7.9	7.9
22	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.7	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9
23	5	10.7	10.8	10.8	10.8	10.9	10.9	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.9	10.9
24	5	10.6	10.6	10.6	10.7	10.7	10.7	10.6	10.6	10.6	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-S-S-1; M-S-S-10; M-S-S-50



LEGENDA:

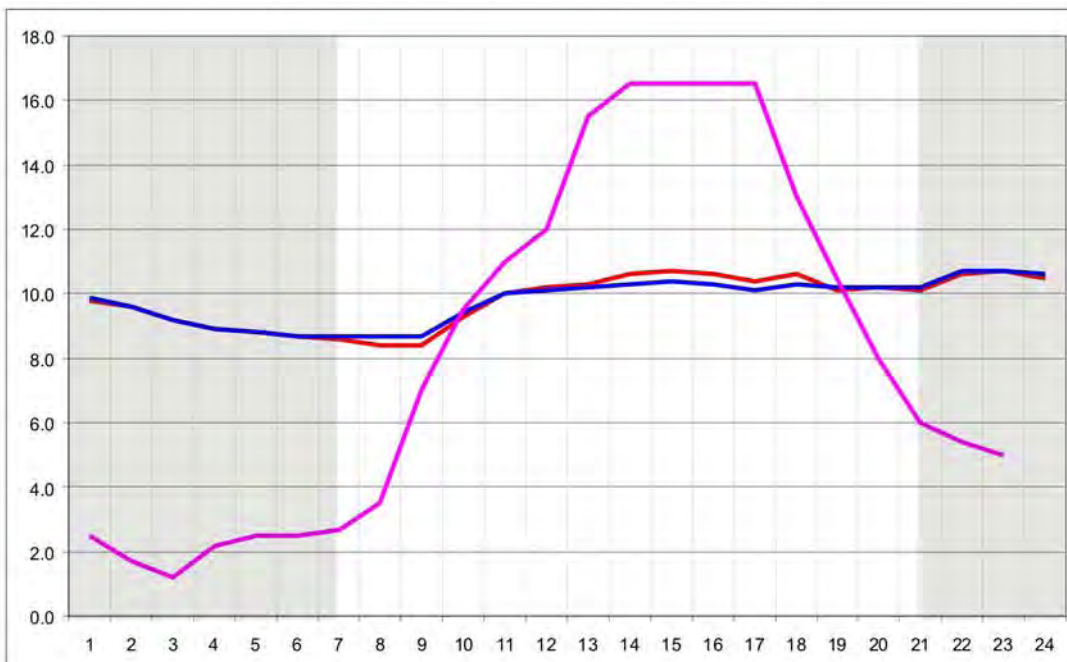
- Temperatura interna M-S-S-1
- Temperatura interna M-S-S-10
- Temperatura interna M-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
1	3	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.8
2	2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4
3	1	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1
4	2	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
5	3	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9
6	3	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
7	3	8.4	8.7	8.7	8.5	8.8	8.8	8.4	8.7	8.7	8.5	8.8	8.8	8.6	8.8	8.8
8	4	8.2	8.7	8.7	8.4	8.7	8.7	8.4	8.7	8.7	8.4	8.7	8.7	8.4	8.7	8.7
9	4	8.0	8.4	8.4	8.2	8.4	8.4	8.0	8.4	8.4	8.0	8.4	8.4	8.0	8.4	8.4
10	4.0	10.0	10.0	10.0	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
11	4.5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
12	4.7	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
13	4.8	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
14	4.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
15	4.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
16	4.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
17	4.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
18	4.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
19	4.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
20	4.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
21	6	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.9	10.9
22	5	10.7	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.7	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.9	10.9
23	5	10.5	10.6	10.6	10.6	10.7	10.7	10.5	10.6	10.6	10.6	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-L-S-1; M-L-S-10; M-L-S-50



LEGENDA:

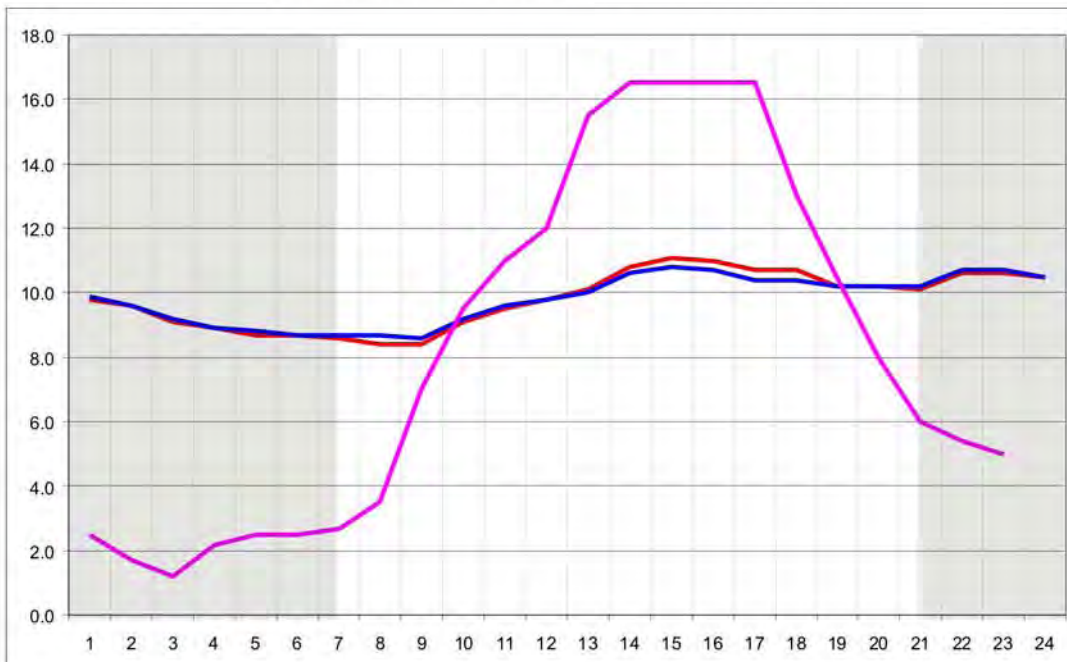
- Temperatura interna M-L-S-1
- Temperatura interna M-L-S-10
- Temperatura interna M-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
1	3	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.7	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.8
2	2	9.1	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	
3	1	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.1	
4	2	8.7	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	
5	3	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	
6	3	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	
7	3	8.4	8.7	8.7	8.5	8.8	8.8	8.4	8.7	8.7	8.5	8.8	8.8	8.6	8.8	
8	4	8.2	8.5	8.5	8.1	8.7	8.7	8.4	8.7	8.7	8.4	8.7	8.7	8.4	8.7	
9	2	7.1	7.2	7.2	7.0	7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0	
10	10	7.9	7.9	7.6	7.4	7.3	7.4	7.3	7.5	7.5	7.4	7.4	7.4	7.3	7.3	
11	11	8.8	8.8	8.9	8.8	8.2	8.8	8.8	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	
12	12	10.8	10.8	10.0	9.9	9.9	9.8	10.0	10.0	10.0	9.9	9.8	9.8	9.7	9.6	
13	16	10.3	10.3	10.6	10.4	10.4	10.5	10.7	10.7	10.5	10.3	10.3	10.4	10.4	10.3	
14	17	11.7	10.9	10.4	10.9	10.4	10.4	11.0	10.4	10.0	10.7	10.6	10.6	10.7	10.8	
15	17	13.4	10.7	10.2	10.8	10.5	10.5	10.9	10.2	10.2	10.6	10.6	10.4	10.4	10.4	
16	12	10.7	10.4	10.4	10.4	10.2	10.2	10.6	10.4	10.4	10.4	10.2	10.2	10.5	10.5	
17	17	10.7	10.3	10.4	10.7	10.4	10.4	10.7	10.4	10.4	10.9	10.4	10.4	10.7	10.4	
18	12	10.8	10.2	10.3	10.7	10.8	10.2	10.2	10.9	10.2	10.4	10.3	10.2	10.4	10.3	
19	11	10.2	10.2	10.8	10.3	10.5	10.2	10.2	10.3	10.3	10.5	10.2	10.2	10.4	10.4	
20	8	10.3	10.5	10.8	10.2	10.5	10.3	10.1	10.3	10.2	10.2	10.3	10.3	10.5	10.2	
21	6	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	
22	5	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.6	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	
23	5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.6	10.5	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.7	
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-O-S-1; M-O-S-10; M-O-S-50



LEGENDA:

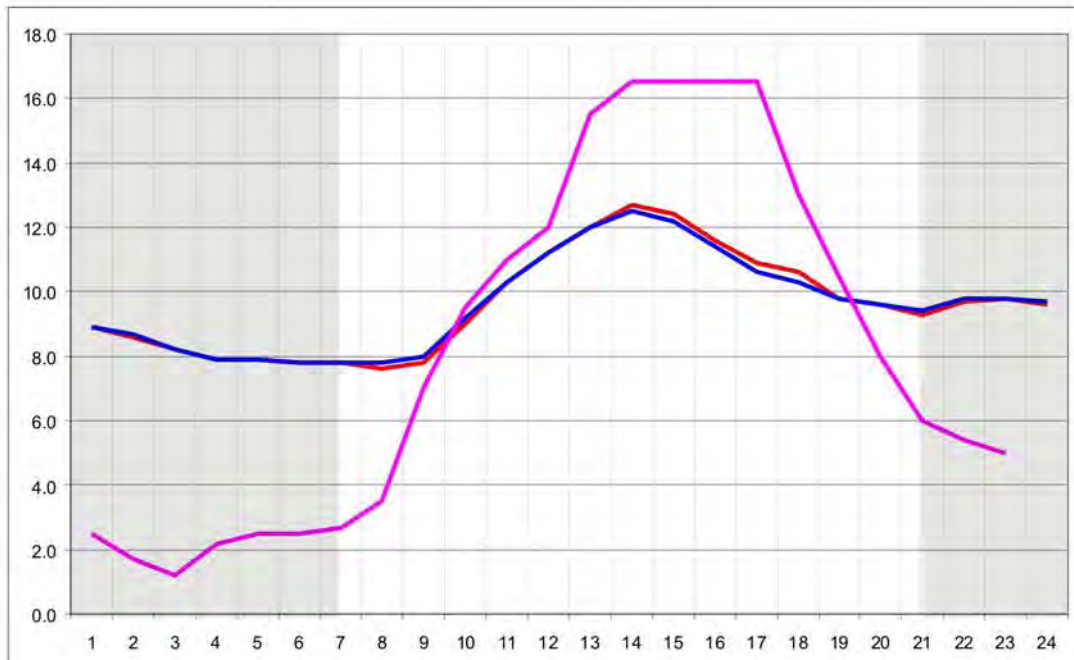
- Temperatura interna M-O-S-1
- Temperatura interna M-O-S-10
- Temperatura interna M-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

**RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO**

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	8.9	8.9	8.9	9.1	9.1	9.1	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.2	9.2	9.2
1	3	8.6	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9	8.9
2	2	8.2	8.2	8.2	8.4	8.4	8.4	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5
3	1	7.9	7.9	7.9	8.1	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.2
4	2	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1
5	3	7.8	7.8	7.8	8.0	8.0	8.0	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1
6	3	7.8	7.8	7.8	7.9	8.0	8.0	7.9	7.9	7.9	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
7	3	7.6	7.8	7.8	7.7	8.0	8.0	7.6	7.9	7.9	7.7	8.0	8.0	7.8	8.1	8.1
8	4	7.8	8.0	8.0	8.2	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.0	8.0	7.8	8.1	8.1
9	5	8.0	8.2	8.2	8.5	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.0	8.1	8.1	8.0	8.0	8.0
10	10	10.4	10.4	10.4	10.7	10.1	10.1	10.1	10.4	10.4	10.3	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
11	15	10.8	11.2	11.2	11.4	10.8	10.8	10.8	11.2	11.2	11.1	11.0	10.8	10.8	10.7	10.7
12	17	12.0	12.6	12.6	12.7	11.8	11.8	11.8	12.6	12.6	12.5	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2
13	18	12.4	13.1	13.1	13.2	12.1	12.1	12.1	13.1	13.1	13.0	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
14	18	12.8	13.5	13.5	13.5	12.2	12.2	12.2	13.5	13.5	13.4	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
15	17	12.4	13.1	13.1	13.1	12.1	12.1	12.1	13.1	13.1	13.0	12.7	12.7	12.7	12.7	12.7
16	12	10.9	11.6	11.6	11.7	10.7	10.7	10.7	11.6	11.6	11.5	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
17	10	10.6	10.3	10.3	10.8	10.8	10.8	10.6	10.4	10.4	10.8	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
18	10	9.8	9.8	9.8	9.8	10.0	10.0	9.8	9.8	9.8	9.9	9.8	9.8	10.0	10.0	10.0
19	11	9.6	9.6	9.6	9.7	9.8	9.8	9.6	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
20	8	8.0	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5	8.0	8.4	8.4	8.2	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
21	6	9.7	9.8	9.8	9.9	9.9	9.9	9.8	9.8	9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0
22	5	9.8	9.8	9.8	9.9	10.0	10.0	9.8	9.8	9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	10.0
23	5	9.6	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.9	9.9	9.9
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-N-S-1; G-N-S-10; G-N-S-50



LEGENDA:

- Temperatura interna G-N-S-1
- Temperatura interna G-N-S-10
- Temperatura interna G-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

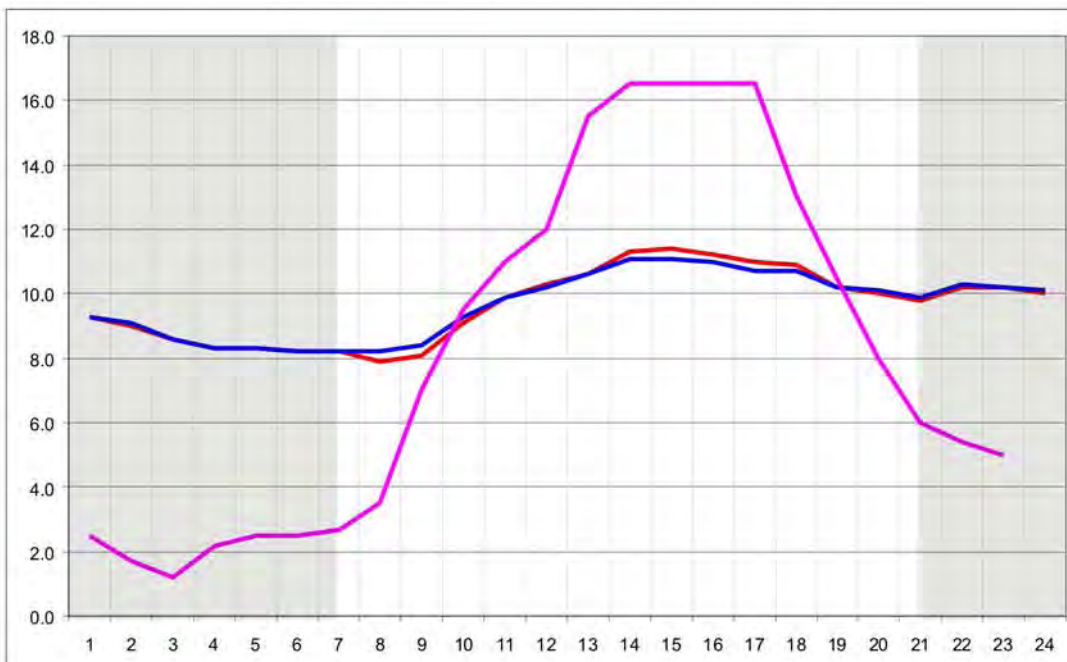


RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4	9.3	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6
1	3	9.0	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.3
2	2	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.9	8.9
3	1	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6
4	2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5
5	3	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5
6	3	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
7	3	7.9	8.2	8.2	8.0	8.3	8.3	8.0	8.3	8.3	8.1	8.4	8.4	8.2	8.5	8.5
8	4	8.1	8.4	8.4	8.1	8.4	8.4	8.1	8.4	8.4	8.2	8.4	8.4	8.2	8.4	8.4
9	4	8.1	8.4	8.4	8.1	8.4	8.4	8.1	8.4	8.4	8.2	8.4	8.4	8.2	8.4	8.4
10	4.0	8.9	9.3	9.3	8.8	9.3	9.3	8.8	9.3	9.3	9.6	9.7	9.7	9.8	9.9	9.9
11	4.5	10.4	10.2	10.2	10.4	10.2	10.2	10.4	10.2	10.2	10.0	10.0	10.0	9.7	9.7	9.7
12	4.2	10.6	10.5	10.6	10.5	10.5	10.3	10.5	10.5	10.5	10.5	10.7	10.6	10.6	10.6	10.6
13	4.6	11.3	11.1	11.1	11.2	11.0	11.2	11.2	11.2	11.2	11.5	11.6	11.6	11.3	11.5	11.5
14	4.8	11.4	11.3	11.3	11.3	11.1	11.3	11.3	11.3	11.3	11.5	11.6	11.6	11.3	11.5	11.5
15	4.7	11.8	11.9	11.9	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.6	11.7	11.7	11.4	11.6	11.6
16	4.2	11.9	11.2	11.2	11.2	11.2	11.4	11.2	11.2	11.2	11.4	11.4	11.4	11.2	11.2	11.2
17	3.7	10.8	10.7	10.7	10.8	10.7	10.8	10.7	10.7	10.7	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
18	3.3	10.9	10.2	10.2	10.2	10.4	10.2	10.2	10.2	10.2	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
19	3.1	10.0	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
20	2.8	8.0	8.5	8.5	8.8	8.4	8.4	8.0	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
21	6	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5
22	5	10.2	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5
23	5	10.0	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.3
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-S-S-1; G-S-S-10; G-S-S-50



LEGENDA:

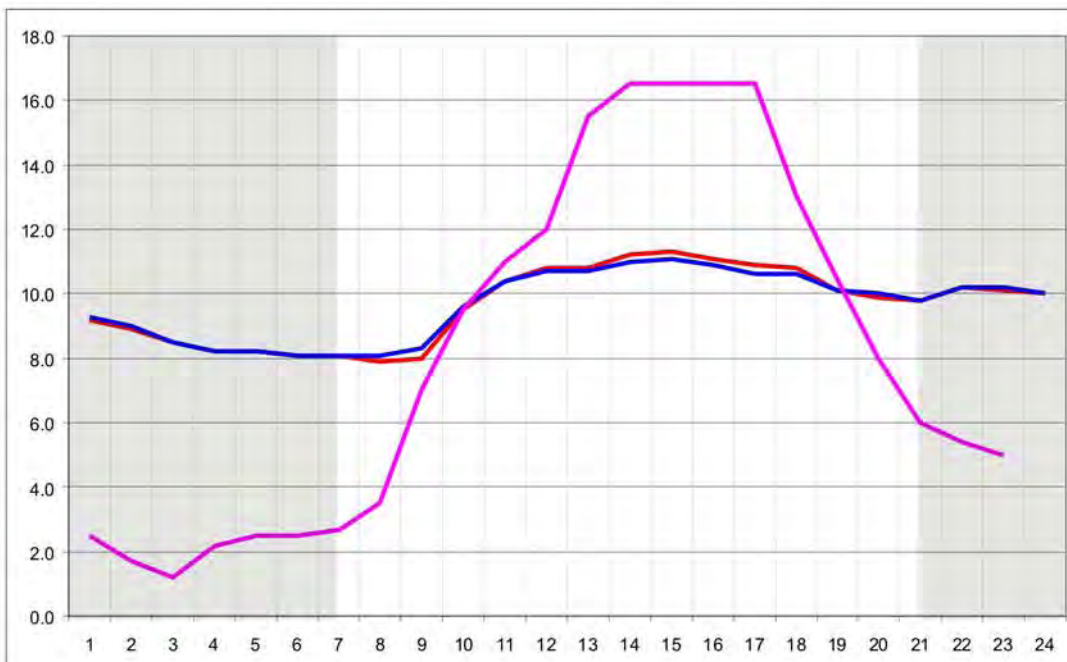
- Temperatura interna G-S-S-1
- Temperatura interna G-S-S-10
- Temperatura interna G-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5
1	3	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.2	9.2	9.2
2	2	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8
3	1	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5
4	2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.4	8.4
5	3	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4
6	3	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4
7	3	7.9	8.1	8.1	7.9	8.2	8.2	7.9	8.2	8.2	8.0	8.3	8.3	8.1	8.4	8.4
8	4	8.0	8.2	8.2	8.1	8.3	8.2	8.1	8.4	8.2	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2
9	7	8.5	8.6	8.6	8.4	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8
10	10	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
11	13	10.8	10.7	10.7	10.7	10.8	10.7	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
12	17	10.8	10.7	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
13	18	11.8	11.6	11.6	11.6	11.9	11.8	11.7	11.9	11.8	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
14	18	11.8	11.7	11.7	11.7	12.0	11.9	11.8	12.0	11.9	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
15	17	11.7	11.6	11.6	11.6	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9	11.9
16	12	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
17	17	10.5	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
18	13	10.4	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
19	11	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.2
20	8	8.0	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
21	6	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4
22	5	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4
23	5	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.0	10.1	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.3	10.3
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-L-S-1; G-L-S-10, G-L-S-50



LEGENDA:

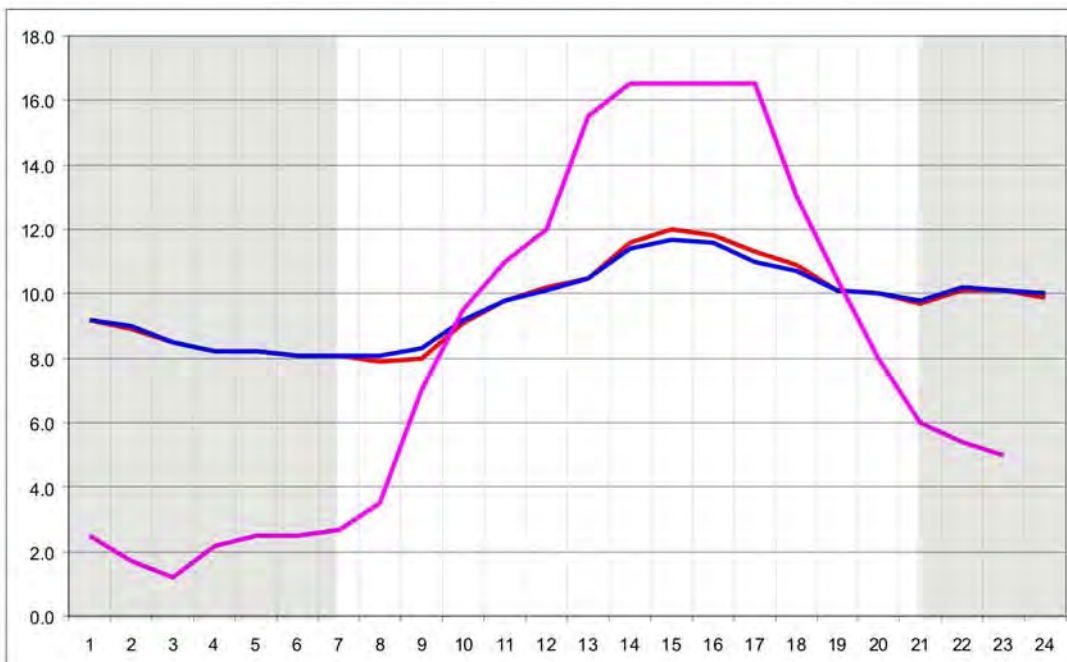
- Temperatura interna G-L-S-1
- Temperatura interna G-L-S-10
- Temperatura interna G-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURAS DE CONFORTO - DORMITÓRIO

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	3	9.2	9.2	9.2	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5	9.5
1	3	8.9	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.1	9.1	9.1	9.2	9.2	9.2
2	2	8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8
3	1	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5
4	2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.4
5	3	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4
6	3	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3
7	3	7.9	8.1	8.1	7.9	8.2	8.2	7.9	8.2	8.2	8.0	8.3	8.3	8.1	8.4	8.4
8	4	8.0	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2
9	4	8.1	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2
10	4.0	8.0	8.0	8.0	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2	8.2	8.1	8.2	8.2
11	4.5	10.4	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
12	4.2	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6
13	4.6	11.5	11.4	11.4	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6	11.6
14	4.8	12.0	11.9	11.9	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1	12.1
15	4.7	13.0	12.9	12.9	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
16	4.2	13.0	12.9	12.9	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.0	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1	13.1
17	3.7	10.8	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
18	3.2	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
19	3.1	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
20	3	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
21	6	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4
22	5	10.1	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4
23	5	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-O-S-1; G-O-S-10; G-O-S-50



LEGENDA:

- Temperatura interna G-O-S-1
- Temperatura interna G-O-S-10
- Temperatura interna G-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.0	29.0	28.8	28.1	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2
1	24.0	29.0	28.8	28.1	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2
2	23.6	30.2	29.3	28.4	30.2	29.4	28.5	30.1	29.3	28.4	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5
3	23.6	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5
4	24.0	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5
5	28.0	30.4	29.6	28.6	30.4	29.5	28.5	30.4	29.6	28.6	30.4	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5
6	30.3	30.6	29.7	28.7	30.5	29.6	28.6	30.6	29.7	28.6	30.5	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6
7	31.2	30.7	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7	30.7	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7	30.5	29.7	28.6
8	32.7	30.8	29.9	28.7	30.6	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7
9	35.5	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7
10	36.0	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7
11	36.5	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7
12	36.5	30.9	30.0	28.8	30.8	29.9	28.8	30.9	30.0	28.8	30.8	29.9	28.8	30.8	29.9	28.8
13	36.0	31.3	30.3	29.0	31.3	30.3	29.0	31.3	30.3	29.0	31.3	30.3	29.0	31.3	30.3	29.0
14	36.4	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2
15	34.5	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.6	30.6	29.2
16	34.5	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.7	38.1
17	31.0	31.9	32.1	33.4	32.0	32.2	33.5	32.0	32.1	33.4	32.0	32.2	33.5	32.0	32.2	33.5
18	29.2	31.9	31.3	31.0	31.9	31.4	31.1	31.9	31.4	31.0	31.9	31.4	31.1	32.0	31.4	31.1
19	29.0	31.1	30.8	31.2	30.7	30.4	31.1	30.8	31.2	30.7	30.4	31.1	30.8	31.2	30.7	30.4
PERCENTUAL DE HC		0%	65%	82%	0%	65%	82%	0%	65%	82%	0%	65%	82%	0%	65%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-N-S-1; P-N-S-10; P-N-S-50.



LEGENDA:

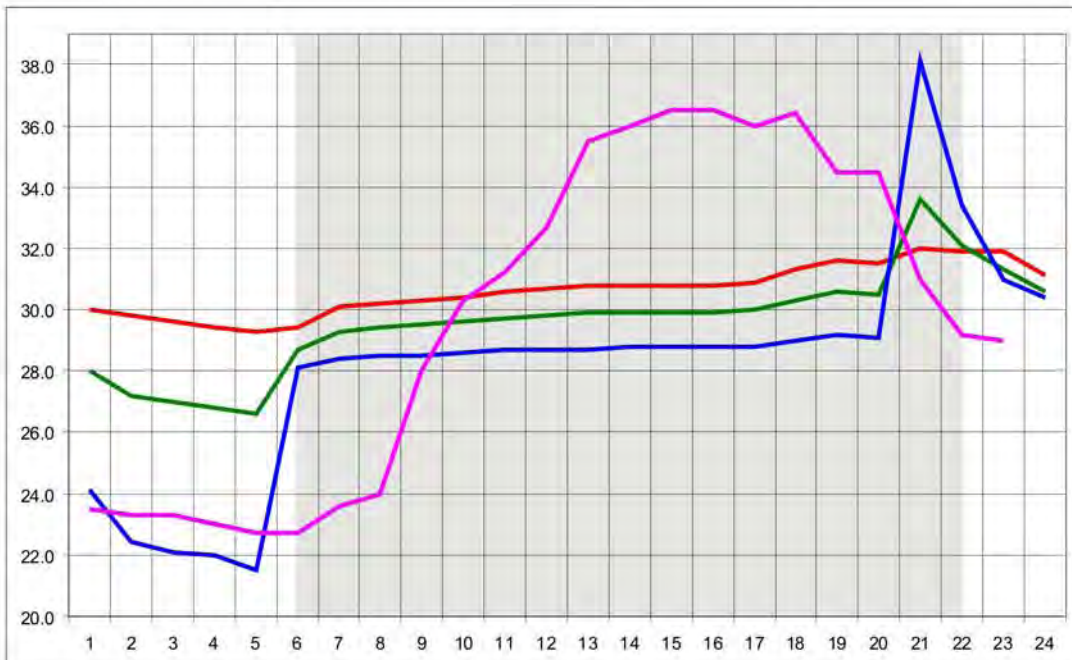
- Temperatura interna P-N-S-1
- Temperatura interna P-N-S-10
- Temperatura interna P-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	22.0	29.0	28.8	28.1	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2
1	22.0	29.0	28.8	28.1	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2
2	22.0	29.0	28.8	28.1	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2
3	22.0	29.0	28.8	28.1	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2
4	22.0	29.0	28.8	28.1	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2
5	22.0	29.0	28.8	28.1	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2	30.1	29.0	28.2
6	22.7	30.1	29.3	28.4	30.2	29.4	28.5	30.1	29.3	28.4	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5
7	23.6	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5
8	24.0	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5
9	28.0	30.4	29.6	28.6	30.4	29.5	28.5	30.4	29.6	28.6	30.4	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5
10	30.3	30.6	29.7	28.7	30.5	29.6	28.6	30.6	29.7	28.6	30.5	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6
11	31.2	30.7	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7	30.7	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7	30.5	29.7	28.6
12	32.7	30.8	29.9	28.7	30.6	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7
13	35.5	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7
14	36.0	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7
15	36.5	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7
16	36.5	30.9	30.0	28.8	30.8	29.9	28.8	30.9	30.0	28.8	30.8	29.9	28.8	30.8	29.9	28.8
17	36.0	31.3	30.3	29.0	31.3	30.3	29.0	31.3	30.3	29.0	31.3	30.3	29.0	31.3	30.3	29.0
18	36.4	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2
19	34.5	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.6	30.6	29.2
20	34.5	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.7	38.1
21	31.0	31.9	32.1	33.4	32.0	32.2	33.5	32.0	32.1	33.4	32.0	32.2	33.5	32.0	32.2	33.5
22	29.2	31.9	31.3	31.0	31.9	31.4	31.1	31.9	31.4	31.0	31.9	31.4	31.1	32.0	31.4	31.1
23	29.0	31.7	30.8	29.4	31.2	30.4	30.4	31.1	30.4	30.4	31.1	30.4	30.4	31.2	30.8	29.4
24	29.0	31.7	30.8	29.4	31.2	30.4	30.4	31.1	30.4	30.4	31.1	30.4	30.4	31.2	30.8	29.4
PERCENTUAL DE HC		0%	65%	82%	0%	65%	82%	0%	65%	82%	0%	65%	82%	0%	65%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-S-5-1; P-S-S-10; P-S-S-50



LEGENDA:

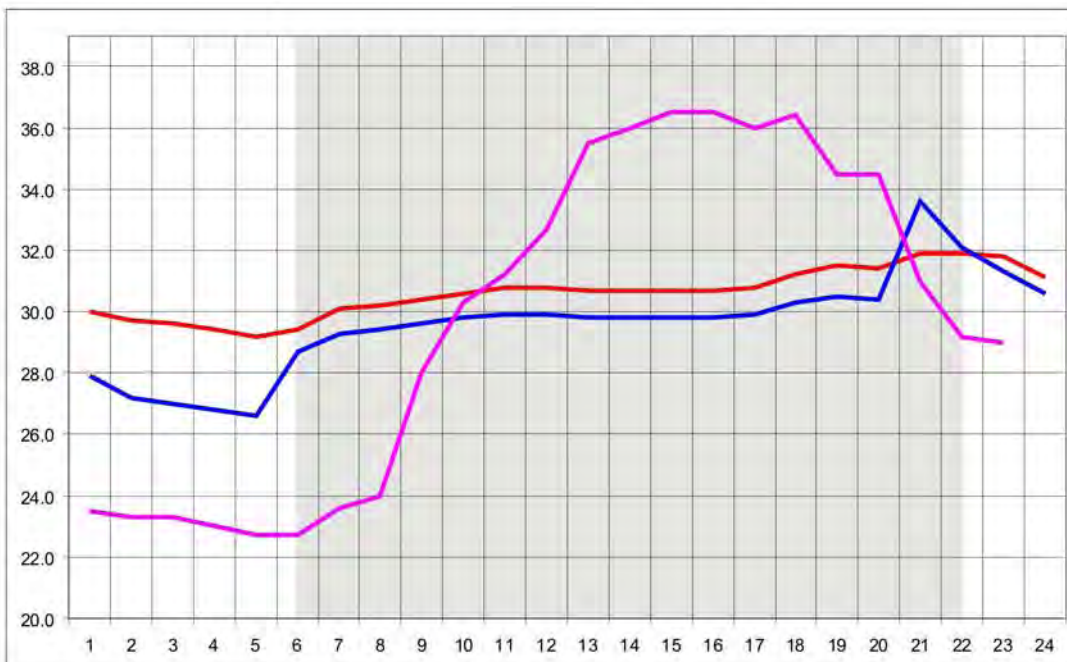
- Temperatura interna P-S-S-1
- Temperatura interna P-S-S-10
- Temperatura interna P-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	28.0	30.0	29.3	29.3	30.1	29.4	28.4	30.1	29.3	28.4	30.1	29.4	28.4	30.2	29.4	28.5
1	28.0	30.0	29.3	29.3	30.1	29.4	28.4	30.1	29.3	28.4	30.1	29.4	28.4	30.2	29.4	28.5
2	28.0	30.0	29.3	29.3	30.1	29.4	28.4	30.1	29.3	28.4	30.1	29.4	28.4	30.2	29.4	28.5
3	28.0	30.0	29.3	29.3	30.1	29.4	28.4	30.1	29.3	28.4	30.1	29.4	28.4	30.2	29.4	28.5
4	28.0	30.0	29.3	29.3	30.1	29.4	28.4	30.1	29.3	28.4	30.1	29.4	28.4	30.2	29.4	28.5
5	28.0	30.0	29.3	29.3	30.1	29.4	28.4	30.1	29.3	28.4	30.1	29.4	28.4	30.2	29.4	28.5
6	22.7	30.1	29.3	29.3	30.1	29.4	28.4	30.1	29.3	28.4	30.1	29.4	28.4	30.2	29.4	28.5
7	23.6	30.2	29.4	29.4	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5
8	24.0	30.4	29.6	29.6	30.4	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6
9	28.0	30.6	29.8	29.8	30.6	29.7	28.7	30.6	29.7	28.7	30.6	29.7	28.7	30.5	29.7	28.6
10	30.3	30.8	29.9	29.9	30.7	29.8	28.7	30.8	29.9	28.8	30.7	29.9	28.7	30.7	29.8	28.7
11	31.2	30.8	29.9	29.9	30.7	29.8	28.7	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7
12	32.7	30.7	29.8	29.8	30.6	29.7	28.7	30.7	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7	30.6	29.7	28.7
13	35.5	30.7	29.8	29.8	30.5	29.7	28.6	30.6	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7	30.5	29.7	28.6
14	36.0	30.7	29.8	29.8	30.6	29.7	28.7	30.6	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7	30.5	29.7	28.6
15	36.5	30.7	29.8	29.8	30.6	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7	30.6	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7
16	36.5	30.8	29.9	29.9	30.7	29.9	28.7	30.8	29.9	28.8	30.8	29.9	28.8	30.7	29.8	28.7
17	36.0	31.2	30.3	30.3	31.2	30.3	29.0	31.2	30.3	29.0	31.2	30.3	29.0	31.2	30.3	29.0
18	36.4	31.5	30.5	30.5	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1
19	34.5	31.4	30.4	30.4	31.5	30.5	29.1	31.4	30.4	29.1	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1
20	34.5	31.9	33.6	33.6	32.0	33.6	38.1	31.9	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1
21	31.0	31.9	32.1	32.1	32.0	32.2	33.5	31.9	32.1	33.4	32.0	32.2	33.5	32.0	32.2	33.5
22	29.2	31.8	31.3	31.3	31.9	31.4	31.0	31.8	31.3	31.0	31.9	31.4	31.0	31.9	31.4	31.0
23	29.0	31.7	31.4	31.4	31.9	31.4	31.0	31.7	31.4	31.0	31.9	31.4	31.0	31.9	31.4	31.0
24	29.0	31.7	31.4	31.4	31.9	31.4	31.0	31.7	31.4	31.0	31.9	31.4	31.0	31.9	31.4	31.0
PERCENTUAL DE HC		0%	65%	65%	0%	65%	82%	0%	65%	82%	0%	65%	82%	0%	65%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-L-S-1, P-L-S-10, P-L-S-50



LEGENDA:

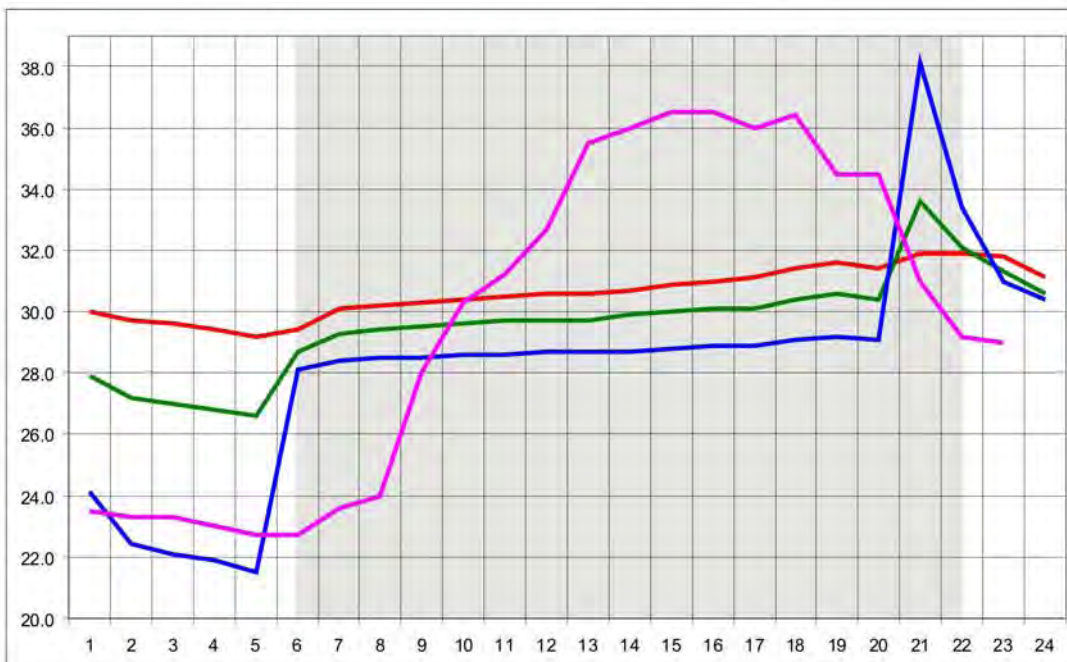
- Temperatura interna P-L-S-1
- Temperatura interna P-L-S-10
- Temperatura interna P-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.0	26.0	27.4	28.1	30.1	30.0	32.2	30.0	30.9	30.1	30.1	30.7	34.1	30.1	30.0	31.2
1	23.0	26.0	26.9	28.0	29.9	30.0	32.4	29.9	30.2	30.0	30.0	30.6	34.0	29.9	29.9	31.2
2	22.5	26.0	27.0	27.1	29.4	29.0	32.1	29.6	30.4	30.1	30.6	33.8	33.1	29.7	29.1	30.7
3	22.0	26.0	26.8	27.8	29.4	28.8	32.0	29.4	30.4	30.0	30.6	33.6	33.1	29.4	28.8	30.6
4	21.5	26.0	26.6	27.6	29.1	28.6	31.8	29.1	30.4	30.0	30.6	33.4	32.8	29.1	28.6	30.6
5	21.0	26.0	26.4	27.4	28.8	28.4	31.6	28.8	30.4	30.0	30.6	33.2	32.4	28.8	28.4	30.6
6	22.7	26.0	27.1	28.4	30.1	29.1	31.4	30.1	30.1	30.0	30.1	33.0	32.1	28.6	28.2	30.6
7	23.6	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5
8	24.0	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5	30.2	29.4	28.5
9	28.0	30.4	29.6	28.6	30.3	29.5	28.5	30.4	29.5	28.6	30.3	29.5	28.5	30.3	29.5	28.5
10	30.3	30.5	29.7	28.6	30.4	29.6	28.6	30.5	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6
11	31.2	30.6	29.7	28.7	30.5	29.6	28.6	30.5	29.7	28.6	30.5	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6
12	32.7	30.6	29.7	28.7	30.5	29.7	28.6	30.6	29.7	28.7	30.5	29.7	28.6	30.5	29.6	28.6
13	35.5	30.7	29.9	28.7	30.6	29.8	28.7	30.7	29.8	28.7	30.6	29.8	28.7	30.6	29.7	28.7
14	36.0	30.9	30.0	28.8	30.8	29.9	28.8	30.9	30.0	28.8	30.8	29.9	28.8	30.8	29.9	28.8
15	36.5	31.0	30.1	28.9	30.9	30.0	28.8	31.0	30.1	28.9	30.9	30.0	28.8	30.9	30.0	28.8
16	36.5	31.1	30.1	28.9	31.0	30.1	28.9	31.1	30.1	28.9	31.0	30.1	28.9	31.0	30.1	28.9
17	36.0	31.4	30.4	29.1	31.4	30.4	29.1	31.4	30.4	29.1	31.4	30.4	29.1	31.4	30.4	29.1
18	36.4	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2
19	34.5	31.4	30.4	29.1	31.5	30.5	29.1	31.4	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1	31.5	30.5	29.1
20	34.5	31.9	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1
21	31.0	31.9	32.1	33.4	32.0	32.2	33.5	31.9	32.1	33.4	32.0	32.2	33.5	32.0	32.2	33.5
22	29.2	31.8	31.3	31.0	31.9	31.4	31.0	31.8	31.3	31.0	31.9	31.4	31.0	31.9	31.4	31.0
23	29.0	31.1	30.4	29.1	30.6	30.4	31.1	30.6	30.4	31.1	30.6	30.4	29.1	30.6	30.4	31.1
PERCENTUAL DE HC		0%	53%	82%	0%	59%	82%	0%	53%	82%	0%	59%	82%	0%	59%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-O-S-1; P-O-S-10; P-O-S-50



LEGENDA:

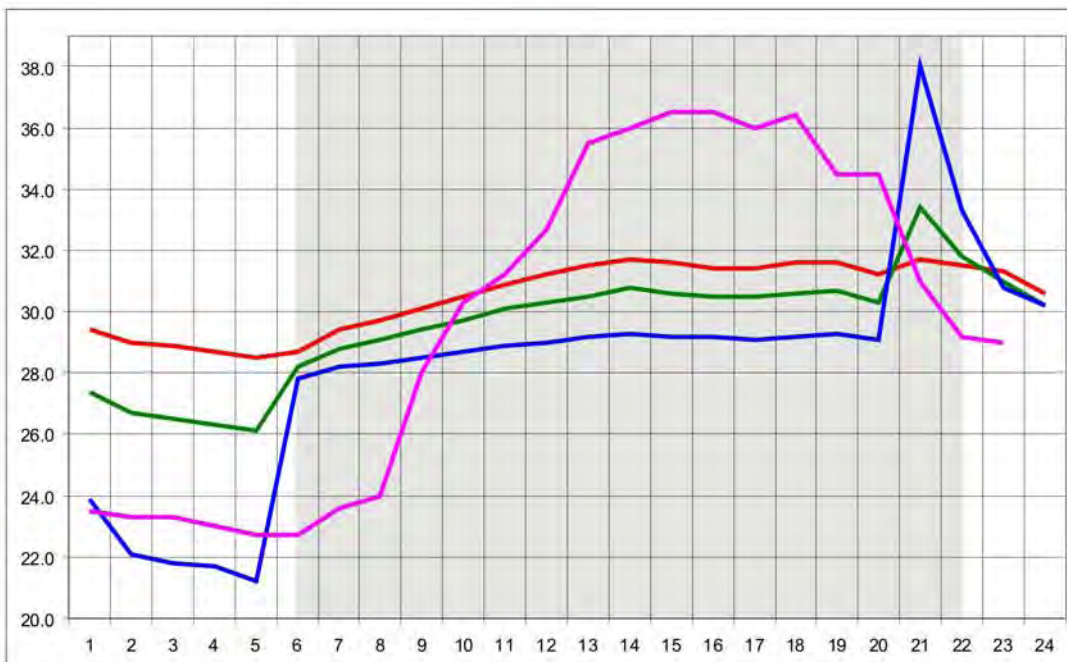
- Temperatura interna P-O-S-1
- Temperatura interna P-O-S-10
- Temperatura interna P-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	26.7	29.4	28.8	28.2	29.6	28.9	28.2	29.5	28.9	28.2	29.5	29.0	28.2	29.6	29.0	28.3
1	26.2	29.0	28.5	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.1	29.4	28.9	28.2	29.5	28.9	28.3
2	25.1	28.3	28.5	28.8	29.6	28.6	28.3	29.8	28.2	28.5	29.7	28.4	28.3	29.1	28.7	28.3
3	24.8	28.4	28.2	28.1	29.8	28.4	28.3	29.7	28.2	28.2	29.7	28.4	28.3	29.1	28.8	28.3
4	24.8	28.4	28.2	28.1	29.8	28.4	28.3	29.7	28.2	28.2	29.7	28.4	28.3	29.1	28.8	28.3
5	25.1	28.7	28.5	28.6	29.8	28.3	28.4	29.7	28.2	28.2	29.7	28.4	28.3	29.1	28.8	28.3
6	22.7	29.4	28.8	28.2	29.6	28.9	28.2	29.5	28.9	28.2	29.5	29.0	28.2	29.6	29.0	28.3
7	23.6	29.7	29.1	28.3	29.8	29.1	28.3	29.8	29.1	28.3	29.8	29.1	28.3	29.8	29.1	28.3
8	24.0	30.1	29.4	28.5	30.0	29.3	28.4	30.1	29.4	28.5	30.1	29.3	28.4	30.0	29.3	28.4
9	28.0	30.5	29.7	28.7	30.4	29.6	28.6	30.5	29.7	28.7	30.5	29.6	28.6	30.3	29.5	28.6
10	30.3	30.9	30.1	28.9	30.7	29.9	28.8	30.9	30.0	28.9	30.9	29.9	28.8	30.6	29.8	28.8
11	31.2	31.2	30.3	29.0	30.9	30.1	28.9	31.1	30.3	29.0	31.1	30.1	28.9	30.8	30.0	28.9
12	32.7	31.5	30.5	29.2	31.2	30.3	29.1	31.4	30.5	29.2	31.4	30.3	29.0	31.1	30.2	29.0
13	35.5	31.7	30.8	29.3	31.5	30.6	29.2	31.7	30.7	29.3	31.7	30.5	29.2	31.4	30.4	29.1
14	36.0	31.6	30.6	29.2	31.3	30.4	29.1	31.5	30.6	29.2	31.5	30.4	29.1	31.2	30.3	29.1
15	36.5	31.4	30.5	29.2	31.2	30.3	29.1	31.4	30.5	29.2	31.4	30.3	29.1	31.1	30.3	29.0
16	36.5	31.4	30.5	29.1	31.2	30.3	29.1	31.3	30.4	29.1	31.3	30.3	29.1	31.1	30.3	29.0
17	36.0	31.6	30.6	29.2	31.5	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2	31.5	30.5	29.2
18	36.4	31.6	30.7	29.3	31.6	30.7	29.3	31.6	30.7	29.3	31.6	30.7	29.3	31.7	30.7	29.3
19	34.5	31.2	30.3	29.1	31.4	30.4	29.1	31.2	30.3	29.1	31.2	30.5	29.1	31.4	30.5	29.2
20	34.5	31.7	33.4	38.0	31.8	33.5	38.1	31.7	33.4	38.0	31.7	33.5	38.1	31.9	33.6	38.1
21	31.0	31.5	31.8	33.3	31.6	31.9	33.3	31.5	31.8	33.3	31.5	31.9	33.4	31.7	32.0	33.4
22	29.2	31.3	31.0	30.8	31.5	31.1	30.9	31.4	31.0	30.8	31.4	31.1	30.9	31.5	31.1	30.9
23	29.0	30.8	30.7	30.5	30.4	30.5	30.4	30.4	30.5	30.8	30.4	30.5	30.8	30.4	30.5	30.8
PERCENTUAL DE HC		12%	24%	82%	18%	29%	82%	12%	29%	82%	12%	29%	82%	18%	35%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-N-S-1; M-N-S-10; M-N-S-50



LEGENDA:

- Temperatura interna M-N-S-1
- Temperatura interna M-N-S-10
- Temperatura interna M-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

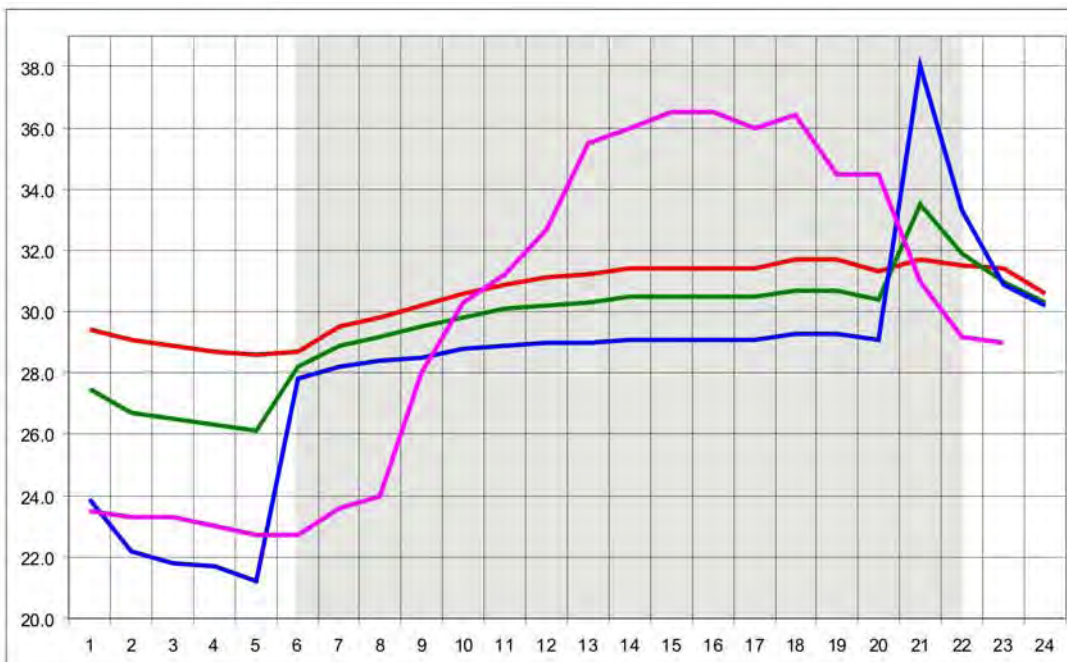


## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	22.0	29.5	28.9	28.2	29.6	29.0	28.3	29.5	28.9	28.2	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3
1	22.0	29.5	28.9	28.2	29.6	29.0	28.3	29.5	28.9	28.2	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3
2	22.1	29.5	28.9	28.2	29.6	29.0	28.3	29.5	28.9	28.2	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3
3	22.1	29.5	28.9	28.2	29.6	29.0	28.3	29.5	28.9	28.2	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3
4	22.1	29.5	28.9	28.2	29.6	29.0	28.3	29.5	28.9	28.2	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3
5	22.1	29.5	28.9	28.2	29.6	29.0	28.3	29.5	28.9	28.2	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3
6	22.7	29.5	28.9	28.2	29.6	29.0	28.3	29.5	28.9	28.2	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3
7	23.6	29.8	29.2	28.4	29.9	29.2	28.4	29.9	29.2	28.4	29.9	29.2	28.4	29.9	29.2	28.4
8	24.0	30.2	29.5	28.5	30.1	29.4	28.5	30.2	29.4	28.5	30.1	29.2	28.5	30.1	29.4	28.5
9	28.0	30.6	29.8	28.8	30.5	29.7	28.7	30.6	29.8	28.7	30.5	29.7	28.7	30.4	29.6	28.6
10	30.3	30.9	30.1	28.9	30.7	29.9	28.8	30.9	30.0	28.9	30.7	29.9	28.8	30.6	29.8	28.7
11	31.2	31.1	30.2	29.0	30.8	30.0	28.9	31.0	30.2	29.0	30.8	30.0	28.8	30.7	29.9	28.8
12	32.7	31.2	30.3	29.0	30.9	30.1	28.9	31.1	30.3	29.0	30.9	30.1	28.9	30.8	30.0	28.9
13	35.5	31.4	30.5	29.1	31.1	30.2	29.0	31.3	30.4	29.1	31.1	30.2	29.0	31.0	30.1	28.9
14	36.0	31.4	30.5	29.1	31.1	30.3	29.0	31.3	30.4	29.1	31.1	30.2	29.0	31.0	30.2	29.0
15	36.5	31.4	30.5	29.1	31.2	30.3	29.0	31.4	30.4	29.1	31.2	30.3	29.0	31.1	30.2	29.0
16	36.5	31.4	30.5	29.1	31.2	30.3	29.1	31.4	30.4	29.1	31.2	30.3	29.1	31.1	30.3	29.0
17	36.0	31.7	30.7	29.3	31.6	30.6	29.2	31.6	30.7	29.3	31.6	30.6	29.2	31.6	30.6	29.2
18	36.4	31.7	30.7	29.3	31.7	30.8	29.3	31.7	30.7	29.3	31.7	30.8	29.3	31.7	30.8	29.3
19	34.5	31.3	30.4	29.1	31.4	30.5	29.2	31.3	30.4	29.1	31.4	30.5	29.2	31.5	30.6	29.2
20	34.5	31.7	33.5	38.0	31.9	33.6	38.1	31.8	33.5	38.0	31.9	33.6	38.1	32.0	33.6	38.1
21	31.0	31.5	31.9	33.3	31.7	32.0	33.4	31.6	31.9	33.3	31.7	32.0	33.4	31.8	32.1	33.4
22	29.2	31.4	31.0	30.9	31.5	31.1	30.9	31.4	31.0	30.9	31.6	31.1	30.9	31.6	31.2	31.0
23	29.0	31.4	31.3	30.9	31.4	30.4	30.5	31.7	31.3	30.7	31.4	30.4	30.5	31.9	31.3	31.0
24	29.0	31.4	31.3	30.9	31.4	30.4	30.5	31.7	31.3	30.7	31.4	30.4	30.5	31.9	31.3	31.0
PERCENTUAL DE HC		12%	24%	82%	12%	35%	82%	12%	29%	82%	12%	35%	82%	12%	41%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-S-S-1; M-S-S-10; M-S-S-50



LEGENDA:

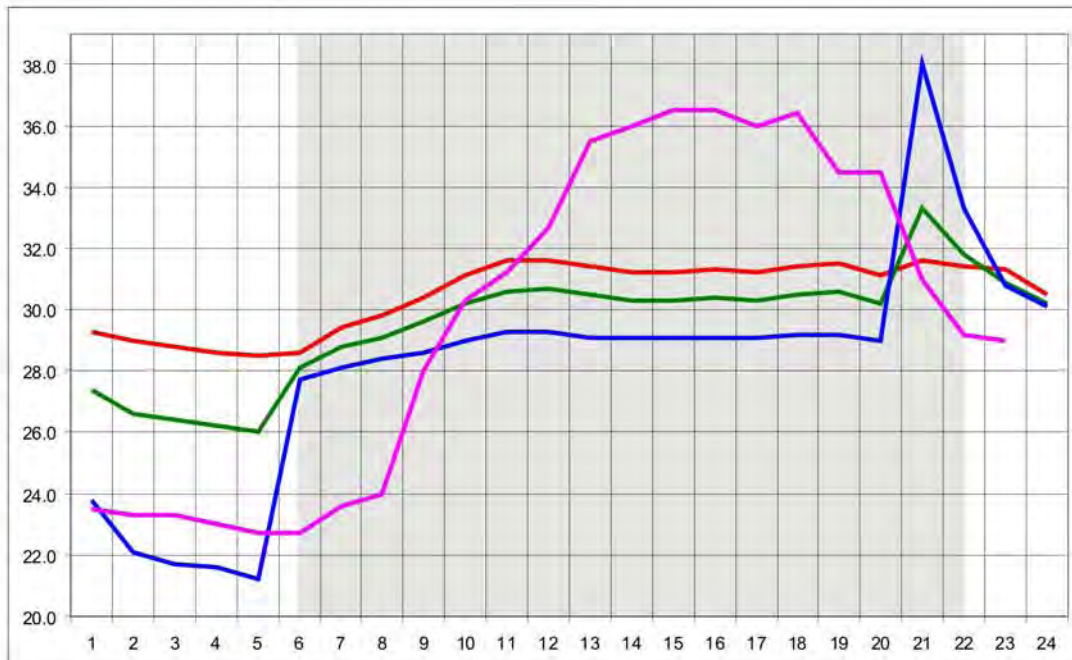
- Temperatura interna M-S-S-1
- Temperatura interna M-S-S-10
- Temperatura interna M-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	24.0	29.2	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
1	23.0	29.2	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
2	23.1	28.6	28.7	27.7	28.8	28.9	28.4	29.8	29.1	28.4	29.8	29.2	28.4	29.8	29.2	28.4
3	23.0	28.6	28.7	27.7	28.8	28.9	28.4	29.8	29.1	28.4	29.8	29.2	28.4	29.8	29.2	28.4
4	23.0	28.6	28.7	27.7	28.8	28.9	28.4	29.8	29.1	28.4	29.8	29.2	28.4	29.8	29.2	28.4
5	23.2	28.6	28.7	27.7	28.8	28.9	28.4	29.8	29.1	28.4	29.8	29.2	28.4	29.8	29.2	28.4
6	22.7	29.4	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
7	23.6	29.8	29.1	28.4	29.8	29.2	28.4	29.8	29.1	28.4	29.8	29.2	28.4	29.8	29.2	28.4
8	24.0	30.4	29.6	28.6	30.3	29.6	28.6	30.4	29.6	28.6	30.3	29.6	28.6	30.3	29.6	28.6
9	28.0	31.1	30.2	29.0	30.9	30.1	28.9	31.0	30.2	29.0	30.9	30.1	28.9	30.8	30.0	28.9
10	30.3	31.6	30.6	29.3	31.4	30.5	29.1	31.6	30.6	29.2	31.4	30.5	29.1	31.3	30.4	29.1
11	31.2	31.6	30.7	29.3	31.4	30.5	29.1	31.6	30.6	29.2	31.3	30.4	29.1	31.2	30.4	29.1
12	32.7	31.4	30.5	29.1	31.1	30.2	29.0	31.3	30.4	29.1	31.1	30.2	29.0	31.0	30.1	28.9
13	35.5	31.2	30.3	29.1	31.0	30.1	28.9	31.2	30.3	29.0	31.0	30.1	28.9	30.9	30.0	28.9
14	36.0	31.2	30.3	29.1	31.0	30.1	29.0	31.2	30.3	29.0	31.0	30.1	28.9	30.9	30.0	28.9
15	36.5	31.3	30.4	29.1	31.0	30.2	29.0	31.2	30.3	29.1	31.0	30.2	29.0	30.9	30.1	28.9
16	36.5	31.2	30.3	29.1	31.1	30.2	29.0	31.2	30.3	29.1	31.1	30.2	29.0	31.0	30.1	29.0
17	36.0	31.4	30.5	29.2	31.4	30.5	29.1	31.4	30.5	29.2	31.4	30.5	29.1	31.3	30.4	29.1
18	36.4	31.5	30.6	29.2	31.5	30.6	29.2	31.5	30.6	29.2	31.5	30.6	29.2	31.5	30.6	29.2
19	34.5	31.1	30.2	29.0	31.2	30.3	29.1	31.1	30.2	29.0	31.3	30.4	29.1	31.3	30.4	29.1
20	34.5	31.6	33.3	38.0	31.7	33.5	38.0	31.6	33.4	38.0	31.8	33.5	38.0	31.8	33.5	38.1
21	31.0	31.4	31.8	33.3	31.6	31.9	33.3	31.5	31.8	33.3	31.6	31.9	33.3	31.7	32.0	33.4
22	29.2	31.3	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9	31.3	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9	31.5	31.1	30.9
23	28.0	30.3	30.5	30.4	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3	30.3
PERCENTUAL DE HC		12%	18%	82%	12%	18%	82%	12%	18%	82%	12%	18%	82%	12%	35%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-L-S-1; M-L-S-10; M-L-S-50



LEGENDA:

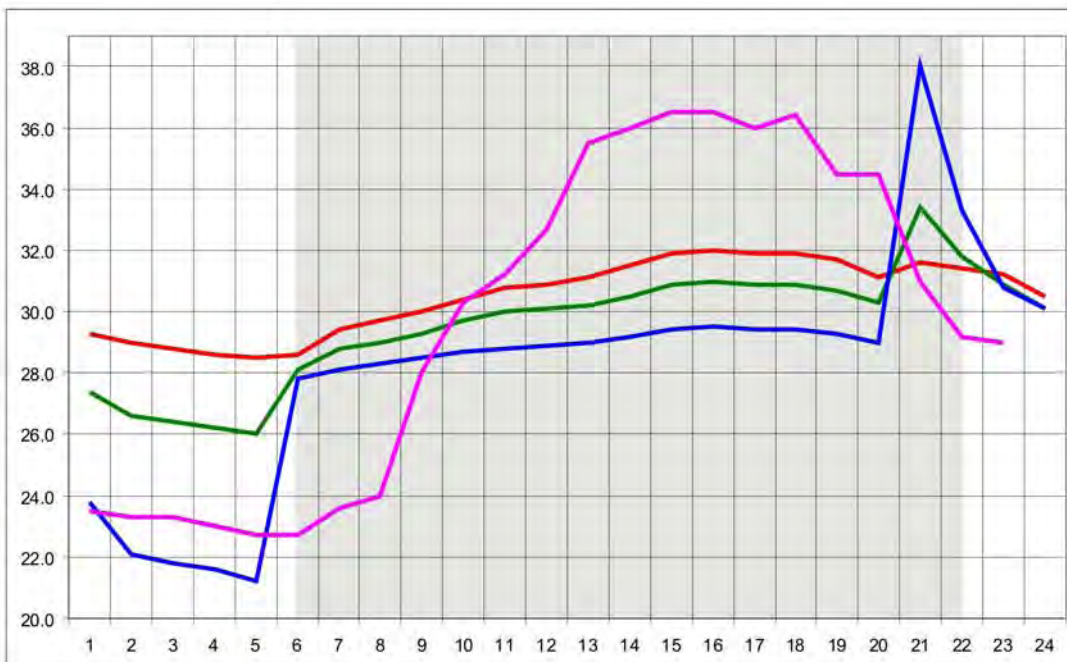
- Temperatura interna M-L-S-1
- Temperatura interna M-L-S-10
- Temperatura interna M-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	26.7	29.2	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
1	26.2	29.2	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
2	25.1	29.4	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
3	23.1	29.4	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
4	22.2	29.4	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
5	22.7	29.4	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
6	22.7	29.4	28.8	28.1	29.5	28.9	28.2	29.4	28.8	28.2	29.5	28.9	28.2	29.6	28.9	28.2
7	23.6	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3	29.7	29.0	28.3
8	24.0	30.0	29.3	28.5	29.9	29.2	28.4	30.0	29.3	28.4	29.9	29.2	28.4	29.9	29.2	28.4
9	28.0	30.4	29.7	28.7	30.3	29.5	28.6	30.4	29.7	28.7	30.3	29.5	28.6	30.2	29.5	28.6
10	30.3	30.8	30.0	28.8	30.6	29.8	28.7	30.7	29.9	28.8	30.6	29.8	28.7	30.5	29.7	28.7
11	31.2	30.9	30.1	28.9	30.7	29.9	28.8	30.9	30.1	28.9	30.7	29.9	28.8	30.6	29.8	28.7
12	32.7	31.1	30.2	29.0	30.8	30.0	28.9	31.0	30.2	29.0	30.8	30.0	28.8	30.7	29.9	28.8
13	35.5	31.5	30.5	29.2	31.2	30.3	29.1	31.4	30.5	29.2	31.2	30.3	29.0	31.1	30.2	29.0
14	36.0	31.9	30.9	29.4	31.7	30.7	29.3	31.9	30.9	29.4	31.6	30.7	29.3	31.5	30.6	29.2
15	36.5	32.0	31.0	29.5	31.8	30.8	29.4	32.0	31.0	29.4	31.8	30.8	29.3	31.7	30.7	29.3
16	36.5	31.9	30.9	29.4	31.7	30.8	29.3	31.9	30.9	29.4	31.7	30.8	29.3	31.7	30.7	29.3
17	36.0	31.9	30.9	29.4	31.8	30.8	29.3	31.8	30.9	29.4	31.8	30.8	29.3	31.7	30.8	29.3
18	36.4	31.7	30.7	29.3	31.7	30.7	29.3	31.7	30.7	29.3	31.7	30.7	29.3	31.7	30.7	29.3
19	34.5	31.1	30.3	29.0	31.3	30.4	29.1	31.2	30.3	29.0	31.3	30.4	29.1	31.4	30.4	29.1
20	34.5	31.6	33.4	38.0	31.8	33.5	38.1	31.7	33.4	38.0	31.8	33.5	38.1	31.8	33.6	38.1
21	31.0	31.4	31.8	33.3	31.6	31.9	33.3	31.5	31.8	33.3	31.6	31.9	33.3	31.7	32.0	33.4
22	29.2	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9	31.3	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9	31.5	31.1	30.9
23	29.0	30.1	30.0	29.4	30.1	30.1	29.3	30.1	29.3	29.0	30.1	29.3	29.0	30.1	29.3	29.0
PERCENTUAL DE HC		18%	29%	82%	18%	41%	82%	18%	29%	82%	18%	41%	82%	18%	41%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-O-S-1; M-O-S-10; M-O-S-50



LEGENDA:

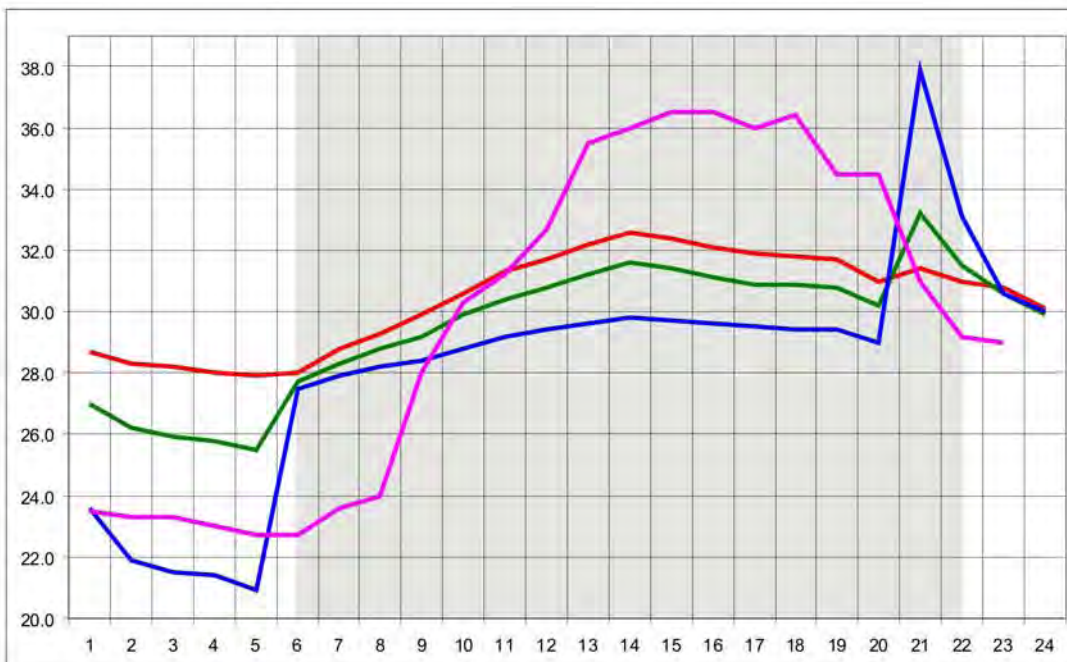
- Temperatura interna M-O-S-1
- Temperatura interna M-O-S-10
- Temperatura interna M-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: G · ORIENTAÇÃO: NORTE · PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	22.0	28.1	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	28.9	28.4	27.9	29.0	28.5	28.0	29.2	28.6	28.1
1	22.0	28.0	28.2	27.8	28.9	28.4	27.9	28.8	28.3	27.8	28.9	28.4	27.9	29.1	28.5	28.0
2	22.1	28.1	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	28.9	28.4	27.9	29.0	28.5	28.0	29.2	28.6	28.1
3	22.1	28.1	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	28.9	28.4	27.9	29.0	28.5	28.0	29.2	28.6	28.1
4	22.1	28.1	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	28.9	28.4	27.9	29.0	28.5	28.0	29.2	28.6	28.1
5	22.1	28.1	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	28.9	28.4	27.9	29.0	28.5	28.0	29.2	28.6	28.1
6	22.7	28.8	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	28.9	28.4	27.9	29.0	28.5	28.0	29.2	28.6	28.1
7	23.6	29.3	28.8	28.2	29.4	28.8	28.2	29.4	28.8	28.2	29.4	28.8	28.2	29.4	28.8	28.2
8	24.0	29.9	29.2	28.4	29.7	29.1	28.4	29.8	29.2	28.4	29.8	29.1	28.4	29.7	29.1	28.3
9	28.0	30.6	29.9	28.8	30.4	29.7	28.7	30.6	29.8	28.8	30.4	29.7	28.7	30.2	29.5	28.6
10	30.3	31.3	30.4	29.2	30.9	30.1	29.0	31.2	30.4	29.1	30.9	30.1	29.0	30.7	29.9	28.9
11	31.2	31.7	30.8	29.4	31.3	30.4	29.2	31.6	30.7	29.3	31.3	30.5	29.2	31.0	30.2	29.0
12	32.7	32.2	31.2	29.6	31.7	30.8	29.4	32.1	31.1	29.5	31.7	30.8	29.4	31.4	30.6	29.2
13	35.5	32.6	31.6	29.8	32.2	31.2	29.6	32.5	31.5	29.8	32.2	31.2	29.6	31.9	30.9	29.5
14	36.0	32.4	31.4	29.7	31.9	31.0	29.5	32.3	31.3	29.7	32.0	31.0	29.5	31.7	30.8	29.4
15	36.5	32.1	31.1	29.6	31.7	30.8	29.4	32.0	31.0	29.5	31.7	30.8	29.4	31.5	30.6	29.3
16	36.5	31.9	30.9	29.5	31.6	30.7	29.3	31.8	30.9	29.4	31.6	30.7	29.3	31.4	30.6	29.2
17	36.0	31.8	30.9	29.4	31.7	30.8	29.4	31.8	30.9	29.4	31.7	30.8	29.4	31.6	30.7	29.3
18	36.4	31.7	30.8	29.4	31.8	30.8	29.4	31.7	30.8	29.4	31.8	30.8	29.4	31.8	30.9	29.4
19	34.5	31.0	30.2	29.0	31.2	30.4	29.1	31.0	30.2	29.0	31.2	30.4	29.1	31.4	30.5	29.2
20	34.5	31.4	33.2	37.9	31.7	33.5	38.1	31.5	33.3	37.9	31.7	33.5	38.0	31.8	33.6	38.1
21	31.0	31.0	31.5	33.1	31.3	31.7	33.3	31.1	31.6	33.1	31.3	31.7	33.2	31.5	31.9	33.3
22	29.2	30.8	30.6	30.6	31.1	30.8	30.8	30.9	30.6	30.7	31.1	30.8	30.8	31.3	30.9	30.8
23	29.0	30.1	29.8	28.0	29.4	28.1	28.1	29.5	28.0	28.0	29.0	28.1	28.1	29.0	28.1	28.0
PERCENTUAL DE HC		18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	29%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-N-S-1; G-N-S-10; G-N-S-50



LEGENDA:

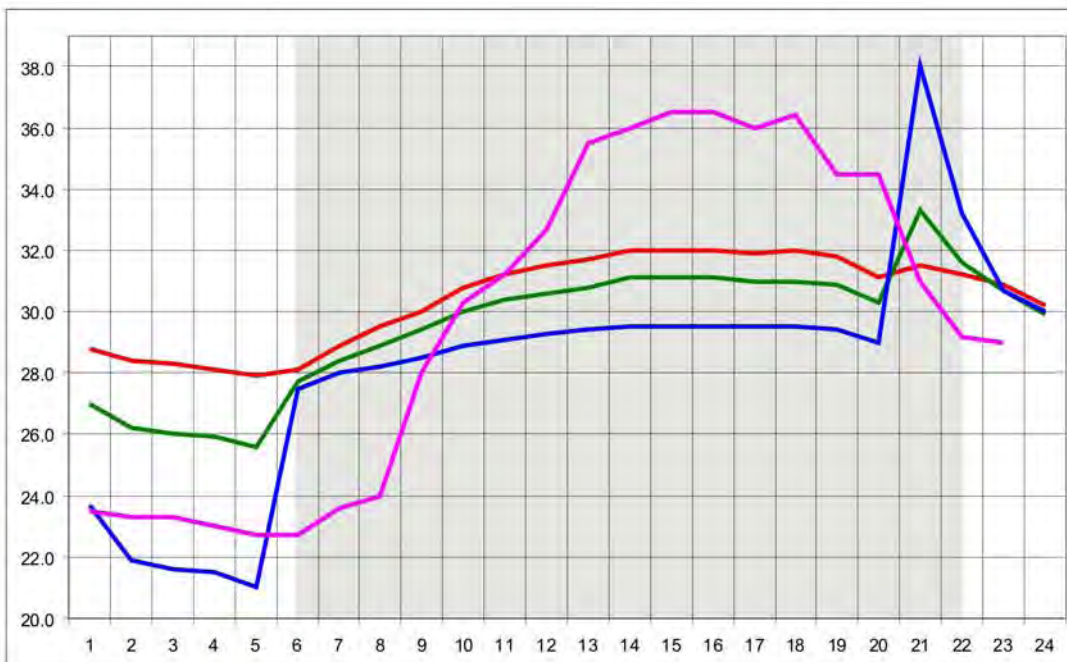
- Temperatura interna G-N-S-1
- Temperatura interna G-N-S-10
- Temperatura interna G-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	26.7	28.9	28.4	28.0	29.1	28.6	28.1	29.0	28.5	28.0	29.1	28.6	28.1	29.3	28.7	28.1
1	26.2	29.5	28.9	28.2	29.5	28.9	28.3	29.5	28.9	28.3	29.5	29.0	28.3	29.5	29.0	28.3
2	25.1	30.0	29.4	28.5	29.9	29.3	28.5	30.0	29.4	28.5	29.9	29.3	28.5	29.8	29.2	28.4
3	24.8	30.8	30.0	28.9	30.5	29.8	28.8	30.7	30.0	28.9	30.5	29.8	28.8	30.3	29.6	28.7
4	24.5	31.2	30.6	29.3	31.1	30.3	29.1	31.4	30.5	29.2	31.1	30.3	29.1	30.8	30.0	28.9
5	23.1	31.7	30.8	29.4	31.3	30.4	29.2	31.6	30.7	29.3	31.3	30.4	29.2	31.0	30.2	29.0
6	22.7	32.0	31.1	29.5	31.6	30.7	29.3	31.9	31.0	29.5	31.6	30.7	29.3	31.3	30.5	29.2
7	23.6	32.0	31.1	29.5	31.6	30.7	29.3	31.9	31.0	29.5	31.6	30.7	29.3	31.3	30.5	29.2
8	24.0	32.0	31.1	29.5	31.6	30.7	29.3	31.9	31.0	29.5	31.6	30.7	29.3	31.3	30.5	29.2
9	28.0	31.9	31.0	29.5	31.6	30.7	29.3	31.8	30.9	29.4	31.6	30.7	29.3	31.4	30.6	29.2
10	30.3	32.0	31.0	29.5	31.9	30.9	29.4	32.0	31.0	29.5	31.9	30.9	29.4	31.8	30.9	29.4
11	31.2	31.8	30.9	29.4	31.9	31.0	29.5	31.9	30.9	29.4	31.9	31.0	29.5	31.9	31.0	29.5
12	32.7	31.1	30.3	29.0	31.3	30.5	29.2	31.1	30.3	29.1	31.3	30.5	29.2	31.5	30.6	29.3
13	35.5	31.5	33.3	38.0	31.8	33.6	38.1	31.6	33.4	38.0	31.8	33.5	38.1	31.9	33.7	38.2
14	36.0	31.2	31.6	33.2	31.4	31.8	33.3	31.2	31.6	33.2	31.4	31.8	33.3	31.6	32.0	33.4
15	36.5	30.9	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
16	36.5	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
17	36.0	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
18	36.4	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
19	34.5	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
20	34.5	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
21	31.0	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
22	29.2	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
23	29.0	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
24	29.0	30.7	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8	31.4	31.0	30.9
PERCENTUAL DE HC		18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	24%	82%	18%	35%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-S-S-1; G-S-S-10; G-S-S-50



LEGENDA:

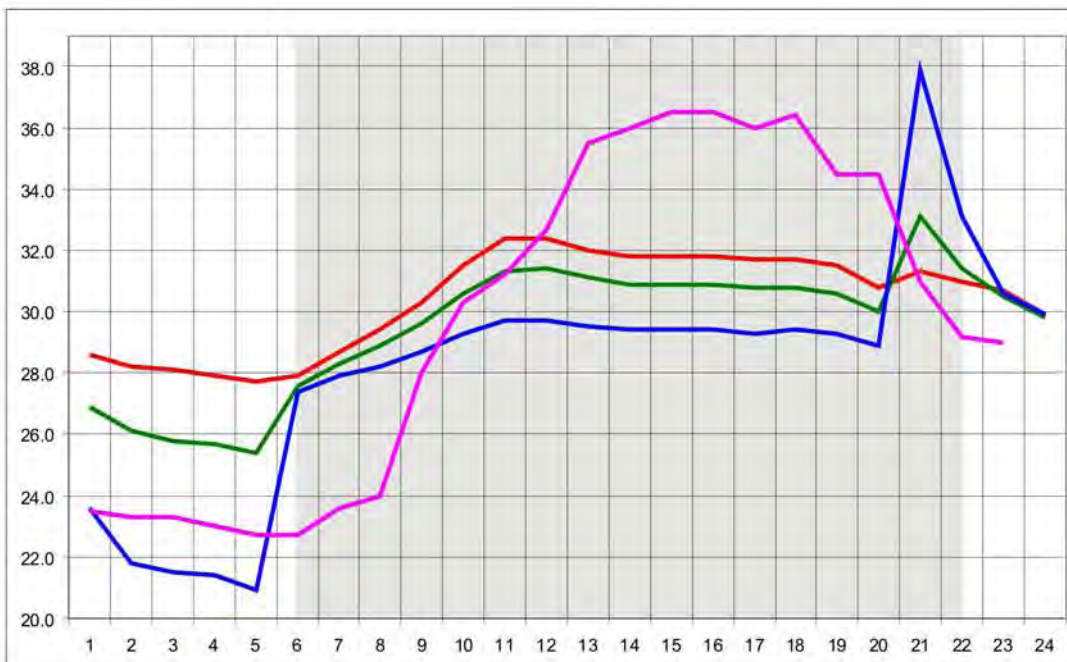
- Temperatura interna G-S-S-1
- Temperatura interna G-S-S-10
- Temperatura interna G-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	28.0	28.7	28.3	27.9	28.9	28.5	28.0	28.8	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	29.1	28.6	28.0
1	28.0	29.4	28.9	28.2	29.5	28.9	28.3	29.5	28.9	28.2	29.5	28.9	28.3	29.5	28.9	28.3
2	28.1	30.3	29.6	28.7	30.2	29.5	28.6	30.3	29.6	28.7	30.2	29.6	28.6	30.1	29.5	28.6
3	28.1	31.5	30.6	29.3	31.2	30.4	29.1	31.4	30.6	29.2	31.3	30.4	29.1	31.1	30.3	29.1
4	28.1	32.4	31.3	29.7	32.0	31.0	29.5	32.3	31.3	29.7	32.0	31.0	29.5	31.8	30.8	29.4
5	28.1	32.4	31.4	29.7	31.9	31.0	29.5	32.3	31.3	29.7	32.0	31.0	29.5	31.7	30.8	29.4
6	22.7	32.0	31.1	29.5	31.6	30.7	29.3	31.9	31.0	29.5	31.6	30.7	29.3	31.3	30.4	29.2
7	23.6	31.8	30.9	29.4	31.4	30.5	29.2	31.7	30.8	29.4	31.4	30.5	29.2	31.1	30.3	29.1
8	24.0	31.8	30.9	29.4	31.4	30.5	29.2	31.7	30.8	29.4	31.4	30.5	29.2	31.1	30.3	29.1
9	28.0	31.8	30.9	29.4	31.4	30.6	29.2	31.7	30.8	29.4	31.5	30.6	29.2	31.2	30.4	29.1
10	30.3	31.7	30.8	29.3	31.4	30.5	29.2	31.6	30.7	29.3	31.4	30.5	29.2	31.2	30.4	29.1
11	31.2	31.7	30.8	29.4	31.5	30.7	29.3	31.6	30.7	29.3	31.5	30.7	29.3	31.4	30.6	29.2
12	32.7	31.5	30.6	29.3	31.6	30.7	29.3	31.5	30.6	29.3	31.6	30.7	29.3	31.6	30.7	29.3
13	35.5	30.8	30.0	28.9	31.1	30.3	29.1	30.9	30.1	28.9	31.1	30.3	29.0	31.2	30.4	29.1
14	36.0	31.3	33.1	37.9	31.6	33.4	38.0	31.4	33.2	37.9	31.6	33.4	38.0	31.7	33.5	38.1
15	36.5	31.0	31.4	33.1	31.3	31.7	33.2	31.1	31.5	33.1	31.3	31.7	33.2	31.4	31.8	33.3
16	36.5	30.7	30.5	30.6	31.0	30.7	30.7	30.8	30.5	30.6	31.0	30.7	30.7	31.2	30.9	30.8
17	36.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5
18	36.4	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5
19	34.5	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5
20	34.5	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5
21	31.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5
22	29.2	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5
23	29.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5
24	29.0	28.1	28.2	28.3	28.4	28.5	28.6	28.7	28.8	28.9	29.0	29.1	29.2	29.3	29.4	29.5
PERCENTUAL DE HC		12%	24%	82%	12%	18%	82%	12%	18%	82%	12%	18%	82%	12%	18%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-L-S-1; G-L-S-10; G-L-S-50



LEGENDA:

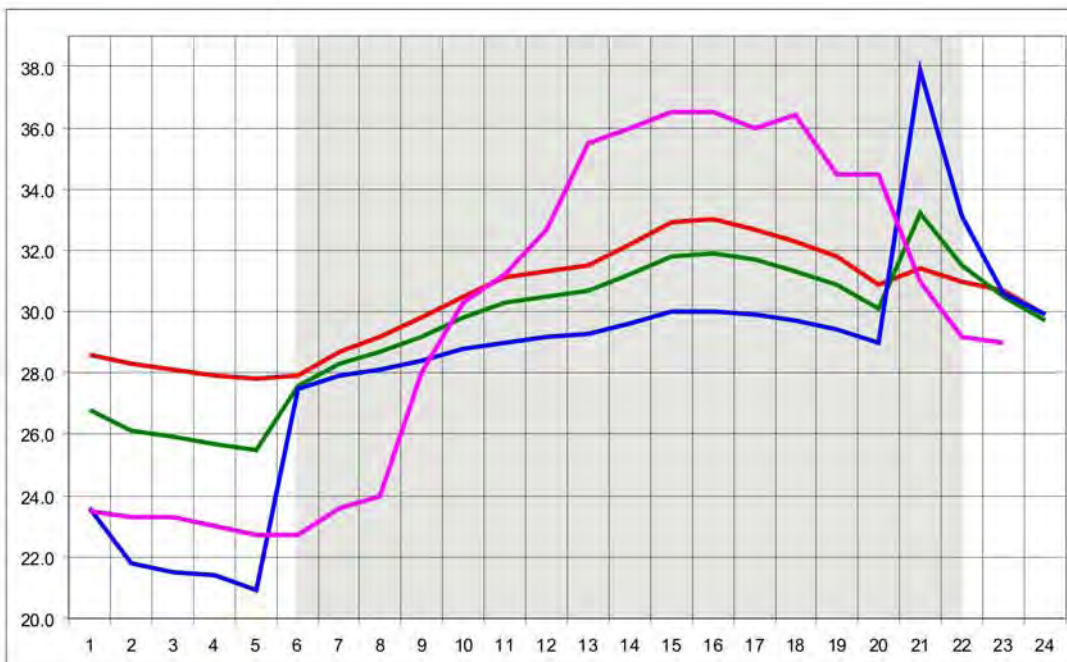
- Temperatura interna G-L-S-1
- Temperatura interna G-L-S-10
- Temperatura interna G-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: VERÃO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	26.7	28.4	28.3	27.9	28.9	28.5	28.0	28.8	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	29.1	28.6	28.0
1	26.2	28.2	28.1	27.9	28.9	28.5	28.0	28.7	28.1	28.6	29.1	28.5	28.0	29.0	28.5	28.0
2	25.1	28.1	28.1	27.9	28.9	28.5	28.0	28.7	28.1	28.6	29.1	28.5	28.0	29.0	28.5	28.0
3	24.1	28.1	28.1	27.9	28.9	28.5	28.0	28.7	28.1	28.6	29.1	28.5	28.0	29.0	28.5	28.0
4	23.1	28.1	28.1	27.9	28.9	28.5	28.0	28.7	28.1	28.6	29.1	28.5	28.0	29.0	28.5	28.0
5	22.7	28.1	28.1	27.9	28.9	28.5	28.0	28.7	28.1	28.6	29.1	28.5	28.0	29.0	28.5	28.0
6	22.7	28.7	28.3	27.9	28.9	28.5	28.0	28.8	28.3	27.9	29.0	28.5	28.0	29.1	28.6	28.0
7	23.6	29.2	28.7	28.1	29.3	28.7	28.1	29.3	28.7	28.1	29.3	28.8	28.2	29.3	28.8	28.2
8	24.0	29.8	29.2	28.4	29.6	29.1	28.3	29.7	29.1	28.4	29.7	29.1	28.3	29.6	29.0	28.3
9	28.0	30.5	29.8	28.8	30.3	29.6	28.6	30.5	29.8	28.7	30.3	29.6	28.6	30.1	29.4	28.6
10	30.3	31.1	30.3	29.0	30.7	29.9	28.9	31.0	30.2	29.0	30.7	30.0	28.9	30.5	29.7	28.7
11	31.2	31.3	30.5	29.2	30.9	30.1	29.0	31.2	30.4	29.1	30.9	30.1	29.0	30.6	29.9	28.8
12	32.7	31.5	30.7	29.3	31.1	30.3	29.1	31.4	30.6	29.2	31.1	30.3	29.1	30.8	30.0	28.9
13	35.5	32.2	31.2	29.6	31.7	30.8	29.4	32.1	31.1	29.6	31.7	30.8	29.4	31.5	30.6	29.2
14	36.0	32.9	31.8	30.0	32.5	31.4	29.8	32.8	31.7	29.9	32.5	31.4	29.8	32.2	31.2	29.6
15	36.5	33.0	31.9	30.0	32.6	31.6	29.8	32.9	31.8	30.0	32.6	31.6	29.8	32.4	31.4	29.7
16	36.5	32.7	31.7	29.9	32.4	31.4	29.7	32.6	31.6	29.8	32.5	31.4	29.7	32.3	31.3	29.7
17	36.0	32.3	31.3	29.7	32.2	31.2	29.6	32.3	31.3	29.7	32.2	31.2	29.6	32.1	31.1	29.6
18	36.4	31.8	30.9	29.4	31.9	30.9	29.5	31.8	30.9	29.4	31.9	30.9	29.4	31.9	31.0	29.5
19	34.5	30.9	30.1	29.0	31.1	30.3	29.1	30.9	30.2	29.0	31.1	30.3	29.1	31.3	30.5	29.2
20	34.5	31.4	33.2	37.9	31.6	33.4	38.0	31.4	33.2	37.9	31.6	33.4	38.0	31.8	33.6	38.1
21	31.0	31.0	31.5	33.1	31.3	31.7	33.2	31.1	31.5	33.1	31.3	31.7	33.2	31.4	31.8	33.3
22	29.2	30.7	30.5	30.6	31.0	30.7	30.7	30.8	30.5	30.6	31.0	30.7	30.7	31.1	30.8	30.8
23	29.0	30.4	30.2	30.5	30.8	30.0	30.0	30.0	30.8	30.5	30.2	30.8	30.0	30.5	30.0	30.1
PERCENTUAL DE HC		18%	24%	82%	18%	29%	82%	18%	24%	82%	18%	29%	82%	18%	41%	82%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-O-S-1; G-O-S-10; G-O-S-50



LEGENDA:

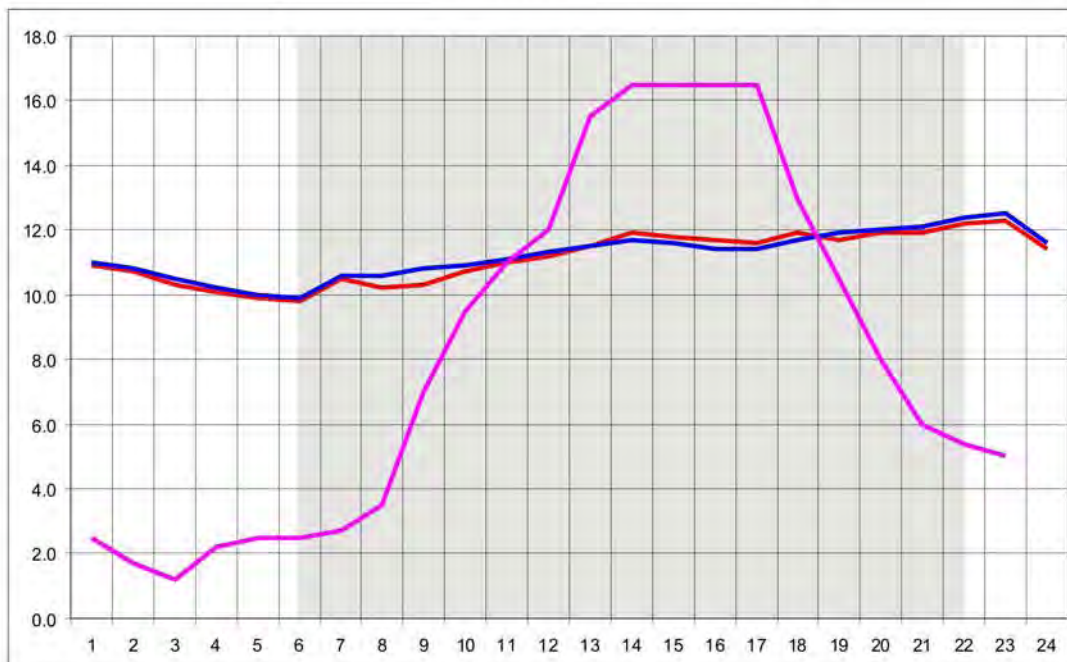
- Temperatura interna G-O-S-1
- Temperatura interna G-O-S-10
- Temperatura interna G-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	1	10.9	10.6	10.6	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
1	1	10.2	10.6	10.6	10.7	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
2	1	10.3	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
3	3	10.1	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
4	4	10.8	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
5	3	10.5	10.6	10.6	10.5	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
6	3	10.5	10.6	10.6	10.5	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
7	3	10.2	10.6	10.6	10.2	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
8	4	10.3	10.8	10.8	10.3	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
9	7	10.7	10.9	10.9	10.7	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
10	10	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
11	11	11.2	11.3	11.3	11.2	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.2	11.2	11.2	11.1	11.2	11.2
12	12	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.4	11.4	11.4
13	16	11.9	11.7	11.7	11.8	11.6	11.6	11.8	11.7	11.7	11.8	11.6	11.6	11.7	11.6	11.6
14	17	11.8	11.6	11.6	11.8	11.5	11.5	11.8	11.6	11.6	11.8	11.5	11.5	11.7	11.5	11.5
15	17	11.7	11.4	11.4	11.6	11.4	11.4	11.7	11.4	11.4	11.6	11.4	11.4	11.6	11.4	11.4
16	17	11.6	11.4	11.4	11.6	11.3	11.3	11.6	11.3	11.3	11.6	11.3	11.3	11.6	11.3	11.3
17	17	11.9	11.7	11.7	11.9	11.7	11.7	11.9	11.7	11.7	11.9	11.7	11.7	11.9	11.7	11.7
18	13	11.7	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9
19	11	11.9	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1	11.9	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1	11.9	12.1	12.1
20	8	11.9	12.1	12.1	11.9	12.1	12.1	11.9	12.1	12.1	11.9	12.1	12.1	11.9	12.1	12.1
21	6	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4	12.4	12.2	12.4	12.4
22	5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5
23	5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5
24	1	10.9	10.6	10.6	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-N-S-1; P-N-S-10; P-N-S-50



LEGENDA:

- Temperatura interna P-N-S-1
- Temperatura interna P-N-S-10
- Temperatura interna P-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

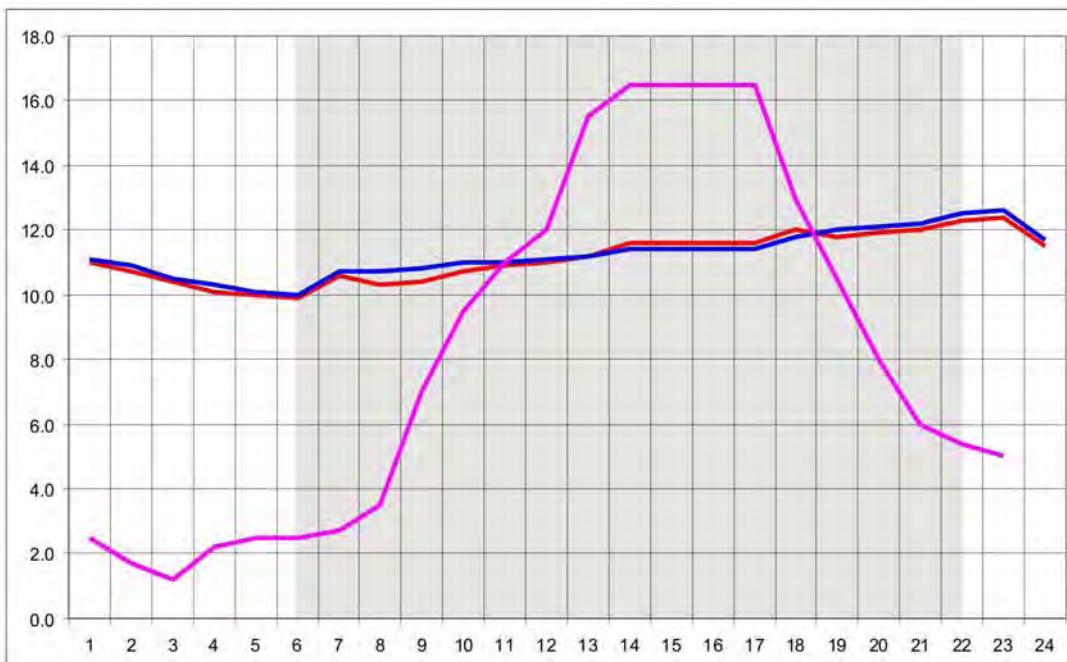


## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA															
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50	
0	1	11,0	11,7	11,1	10,5	11,2	11,2	11,6	11,7	11,1	11,0	11,5	11,0	11,0	11,2	11,2	
1	1	10,2	10,9	10,0	10,8	10,9	10,9	10,8	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	
2	3	10,4	10,5	10,3	10,4	10,8	10,8	10,8	10,8	10,5	10,8	10,8	10,6	10,4	10,8	10,8	
3	3	10,1	10,3	10,3	10,2	10,9	10,9	10,9	10,9	10,8	10,9	10,9	10,3	10,3	10,8	10,8	
4	4	10,0	10,1	10,1	10,0	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	
5	5	10,9	10,9	10,0	10,9	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	
6	3	10,6	10,7	10,7	10,6	10,8	10,8	10,6	10,7	10,7	10,6	10,8	10,8	10,6	10,8	10,8	
7	3	10,3	10,7	10,7	10,3	10,8	10,8	10,8	10,3	10,7	10,7	10,3	10,8	10,8	10,3	10,8	10,8
8	4	10,4	10,8	10,8	10,4	10,8	10,8	10,8	10,4	10,8	10,8	10,4	10,8	10,8	10,4	10,8	10,8
9	7	10,7	11,0	11,0	10,7	10,9	10,9	10,7	11,0	11,0	10,7	10,9	10,9	10,7	10,9	10,9	
10	10	10,9	11,0	11,0	10,9	11,0	11,0	10,9	11,0	11,0	10,9	11,0	11,0	10,8	11,0	11,0	
11	11	11,0	11,1	11,1	11,0	11,0	11,0	11,0	11,1	11,1	11,0	11,0	11,0	10,9	11,0	11,0	
12	12	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	
13	16	11,6	11,4	11,4	11,5	11,3	11,3	11,5	11,4	11,4	11,5	11,3	11,3	11,5	11,3	11,3	
14	17	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,5	11,3	11,3	
15	17	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,5	11,3	11,3	
16	17	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,6	11,3	11,3	
17	17	12,0	11,8	11,8	12,0	11,8	11,8	12,0	11,8	11,8	12,0	11,8	11,8	12,0	11,8	11,8	
18	13	11,8	12,0	12,0	11,8	12,0	12,0	11,8	12,0	12,0	11,8	12,0	12,0	11,8	12,0	12,0	
19	11	11,9	12,1	12,1	12,0	12,2	12,2	12,0	12,1	12,1	12,0	12,2	12,2	12,0	12,2	12,2	
20	8	12,0	12,2	12,2	12,0	12,2	12,2	12,0	12,2	12,2	12,0	12,2	12,2	12,0	12,2	12,2	
21	6	12,3	12,5	12,5	12,3	12,5	12,5	12,3	12,5	12,5	12,3	12,5	12,5	12,3	12,5	12,5	
22	5	12,4	12,6	12,6	12,4	12,6	12,6	12,4	12,6	12,6	12,4	12,6	12,6	12,4	12,6	12,6	
23	5	11,8	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	
24	5	11,8	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	11,8	11,7	11,7	
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-S-S-1; P-S-S-10; P-S-S-50



LEGENDA:

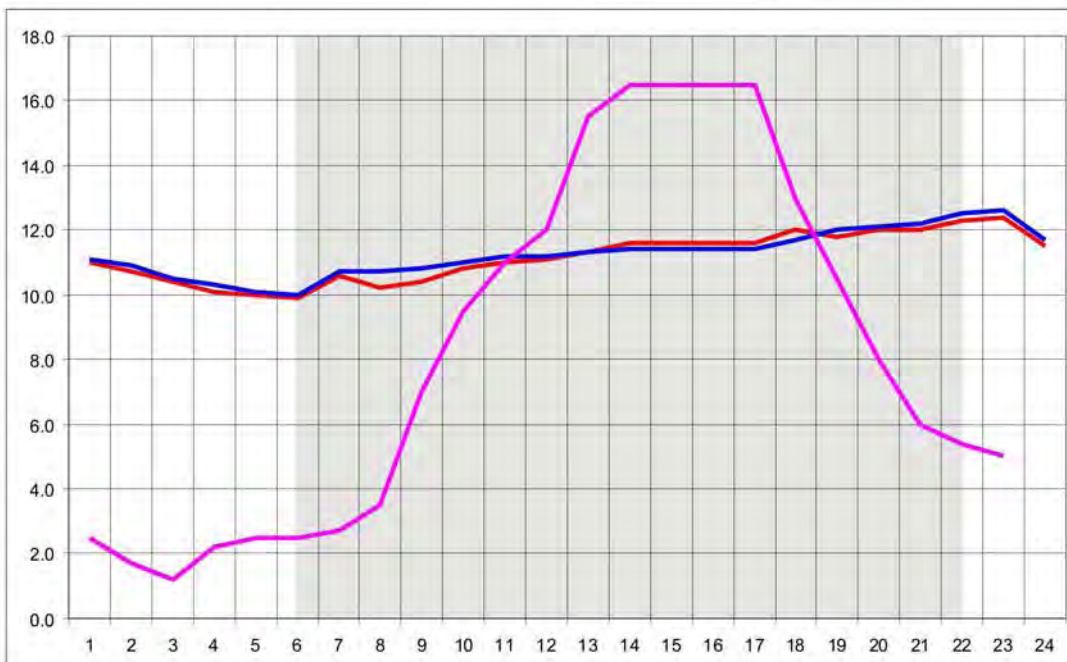
- Temperatura interna P-S-S-1
- Temperatura interna P-S-S-10
- Temperatura interna P-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	1	11,0	11,2	11,1	10,9	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,0	11,1	11,0	11,1	11,2	11,2
1	1	10,2	10,9	10,9	10,8	10,9	10,9	10,7	10,9	10,9	10,8	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9
2	3	10,4	10,5	10,3	10,4	10,6	10,6	10,4	10,5	10,5	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6	10,6
3	1	10,1	10,3	10,3	10,2	10,3	10,3	10,1	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
4	2	10,9	10,1	10,1	10,9	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1	10,1
5	3	12,9	10,8	10,0	11,1	11,0	11,0	11,1	10,5	10,0	11,1	10,5	10,0	11,1	10,0	10,0
6	3	10,6	10,7	10,7	10,6	10,8	10,8	10,6	10,7	10,7	10,6	10,8	10,8	10,6	10,8	10,8
7	3	10,2	10,7	10,7	10,3	10,8	10,8	10,3	10,7	10,7	10,3	10,8	10,8	10,3	10,8	10,8
8	4	10,4	10,8	10,8	10,4	10,8	10,8	10,4	10,8	10,8	10,4	10,8	10,8	10,4	10,8	10,8
9	7	10,8	11,0	11,0	10,8	11,0	11,0	10,8	11,0	11,0	10,8	11,0	11,0	10,7	11,0	11,0
10	10	11,0	11,2	11,2	11,0	11,1	11,1	11,0	11,2	11,2	11,0	11,1	11,1	11,0	11,1	11,1
11	11	11,1	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	11,1	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
12	12	11,3	11,3	11,3	11,2	11,2	11,2	11,3	11,3	11,3	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
13	16	11,6	11,4	11,4	11,5	11,3	11,3	11,5	11,3	11,3	11,5	11,3	11,3	11,4	11,3	11,3
14	17	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,5	11,3	11,3
15	17	11,6	11,4	11,4	11,5	11,3	11,3	11,6	11,3	11,3	11,6	11,3	11,3	11,5	11,3	11,3
16	17	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,6	11,4	11,4	11,6	11,3	11,3	11,6	11,3	11,3
17	17	12,0	11,7	11,7	12,0	11,7	11,7	12,0	11,7	11,7	12,0	11,7	11,7	12,0	11,7	11,7
18	13	11,8	12,0	12,0	11,8	12,0	12,0	11,8	12,0	12,0	11,8	12,0	12,0	11,8	12,0	12,0
19	11	12,0	12,1	12,1	12,0	12,2	12,2	12,0	12,1	12,1	12,0	12,2	12,2	12,0	12,2	12,2
20	8	12,0	12,2	12,2	12,1	12,2	12,2	12,0	12,2	12,2	12,0	12,2	12,2	12,1	12,3	12,3
21	6	12,3	12,5	12,5	12,4	12,6	12,6	12,3	12,5	12,5	12,3	12,5	12,5	12,4	12,6	12,6
22	5	12,4	12,6	12,6	12,4	12,6	12,6	12,4	12,6	12,6	12,4	12,6	12,6	12,4	12,6	12,6
23	3	11,4	11,7	11,7	11,4	11,7	11,7	11,4	11,7	11,7	11,4	11,7	11,7	11,4	11,7	11,7
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-L-S-1, P-L-S-10, P-L-S-50



LEGENDA:

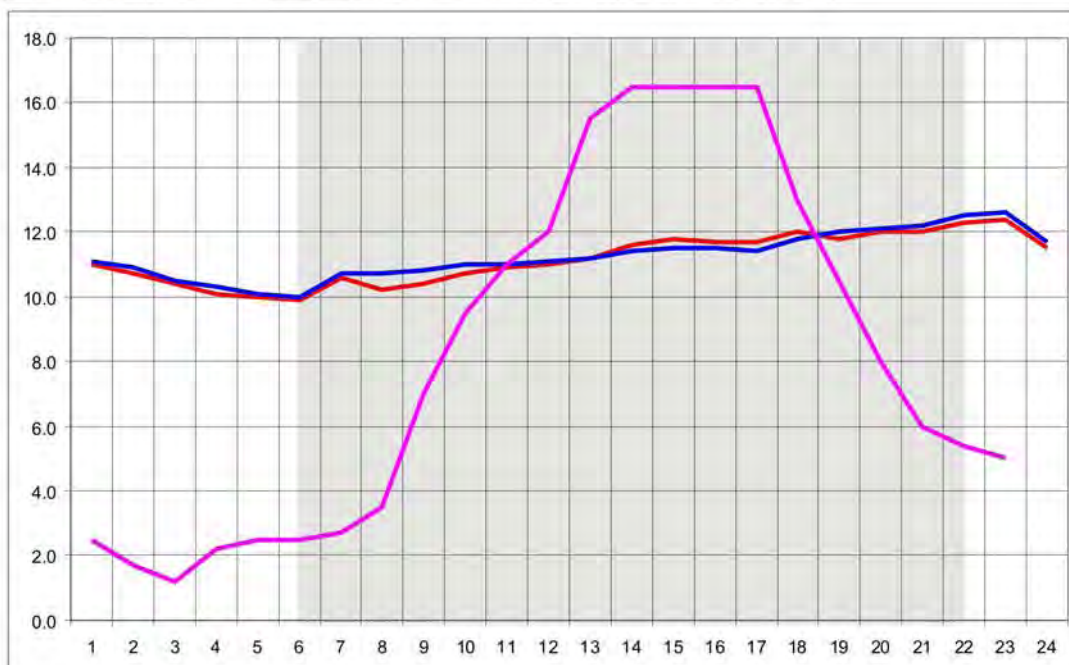
- Temperatura interna P-L-S-1
- Temperatura interna P-L-S-10
- Temperatura interna P-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: P - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
1	5	11.0	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1	11.0	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
2	4	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.3	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
3	3	10.4	10.5	10.5	10.4	10.5	10.5	10.4	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3
4	4	10.0	10.3	10.3	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
5	7	10.0	10.1	10.1	10.0	10.1	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
6	3	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9	10.9
7	3	10.2	10.7	10.7	10.3	10.8	10.8	10.3	10.7	10.7	10.3	10.8	10.8	10.3	10.8	10.8
8	4	10.4	10.8	10.8	10.4	10.8	10.8	10.4	10.8	10.8	10.4	10.8	10.8	10.4	10.8	10.8
9	7	10.7	11.0	11.0	10.7	10.9	10.9	10.7	11.0	11.0	10.7	10.9	10.9	10.7	10.9	10.9
10	10	10.9	11.0	11.0	10.9	11.0	11.0	10.9	11.0	11.0	10.9	11.0	11.0	10.8	11.0	11.0
11	11	11.0	11.1	11.1	11.0	11.0	11.0	11.0	11.1	11.1	11.0	11.0	11.0	10.9	11.0	11.0
12	12	11.2	11.2	11.2	11.2	11.1	11.1	11.2	11.2	11.2	11.2	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
13	16	11.6	11.4	11.4	11.6	11.4	11.4	11.6	11.4	11.4	11.6	11.4	11.4	11.5	11.3	11.3
14	17	11.8	11.5	11.5	11.7	11.5	11.5	11.7	11.5	11.5	11.7	11.5	11.5	11.7	11.4	11.4
15	17	11.7	11.5	11.5	11.7	11.4	11.4	11.7	11.5	11.5	11.7	11.5	11.5	11.7	11.4	11.4
16	17	11.7	11.4	11.4	11.7	11.4	11.4	11.7	11.4	11.4	11.7	11.4	11.4	11.6	11.4	11.4
17	17	12.0	11.8	11.8	12.0	11.8	11.8	12.0	11.8	11.8	12.0	11.8	11.8	12.0	11.8	11.8
18	13	11.8	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0
19	11	12.0	12.1	12.1	12.0	12.2	12.2	12.0	12.1	12.1	12.0	12.2	12.2	12.0	12.2	12.2
20	8	12.0	12.2	12.2	12.1	12.2	12.2	12.0	12.2	12.2	12.0	12.2	12.2	12.1	12.3	12.3
21	6	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.3	12.5	12.5	12.4	12.6	12.6
22	5	12.4	12.6	12.6	12.4	12.6	12.6	12.4	12.6	12.6	12.4	12.6	12.6	12.4	12.6	12.6
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: P-O-S-1; P-O-S-10; P-O-S-50



LEGENDA:

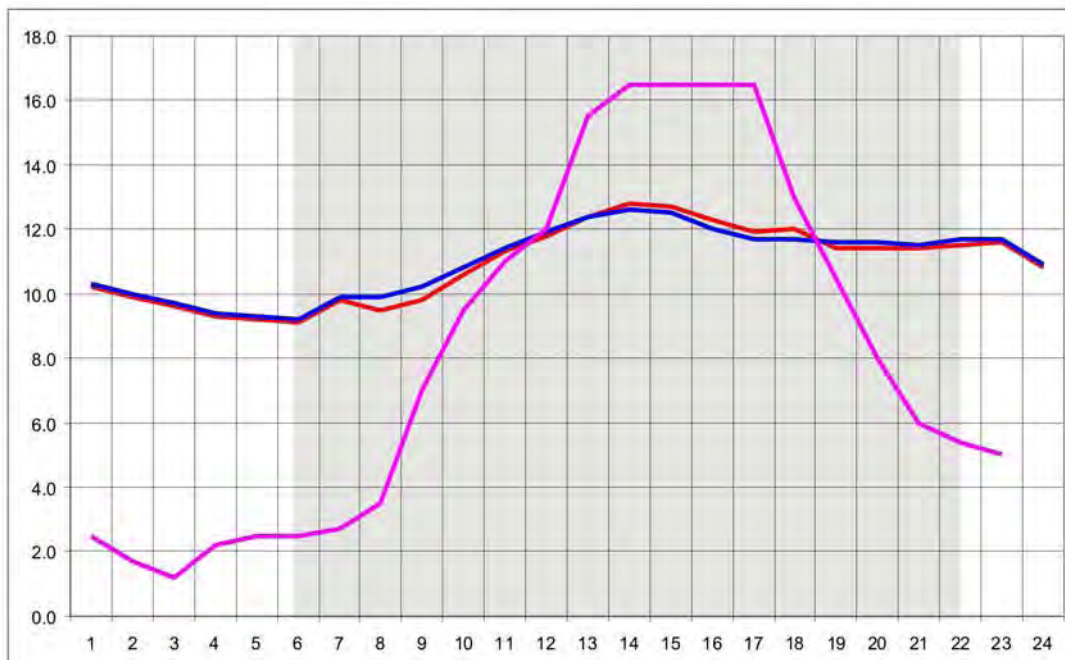
- Temperatura interna P-O-S-1
- Temperatura interna P-O-S-10
- Temperatura interna P-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	1	10.2	10.3	10.2	10.2	10.4	10.4	10.2	10.3	10.2	10.2	10.4	10.4	10.3	10.4	10.3
1	1	9.9	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.0	10.1	10.0	10.1	10.0	10.1	10.0	10.1	10.0
2	3	10.6	10.7	10.7	10.4	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7
3	1	9.9	10.0	10.0	10.4	10.5	10.5	10.3	10.4	10.4	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6	10.6
4	2	9.9	10.2	10.2	10.2	10.1	10.1	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
5	3	10.1	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.2	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.2	10.3	10.2
6	3	9.8	9.9	9.9	9.9	10.0	10.0	9.8	10.0	10.0	9.9	10.0	10.0	9.9	10.0	10.0
7	3	9.5	9.9	9.9	9.6	10.0	10.0	9.5	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0	9.6	10.1	10.1
8	4	9.8	10.2	10.2	9.8	10.2	10.2	9.8	10.2	10.2	9.9	10.3	10.3	9.8	10.2	10.2
9	7	10.6	10.8	10.8	10.5	10.7	10.7	10.6	10.8	10.8	10.5	10.8	10.8	10.5	10.7	10.7
10	10	11.3	11.4	11.4	11.2	11.3	11.3	11.3	11.4	11.4	11.2	11.3	11.3	11.1	11.2	11.2
11	11	11.8	11.9	11.9	11.7	11.7	11.7	11.8	11.9	11.9	11.7	11.7	11.7	11.6	11.6	11.6
12	12	12.4	12.4	12.4	12.2	12.2	12.2	12.3	12.3	12.3	12.2	12.2	12.2	12.1	12.1	12.1
13	16	12.8	12.6	12.6	12.6	12.5	12.5	12.8	12.6	12.6	12.6	12.5	12.5	12.6	12.4	12.4
14	17	12.7	12.5	12.5	12.5	12.3	12.3	12.7	12.4	12.4	12.5	12.3	12.3	12.5	12.2	12.2
15	17	12.3	12.0	12.0	12.2	11.9	11.9	12.3	12.0	12.0	12.2	11.9	11.9	12.1	11.8	11.8
16	17	11.9	11.7	11.7	11.8	11.6	11.6	11.9	11.7	11.7	11.9	11.6	11.6	11.8	11.6	11.6
17	17	12.0	11.7	11.7	12.0	11.7	11.7	12.0	11.7	11.7	12.0	11.7	11.7	12.0	11.7	11.7
18	13	11.4	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7	11.5	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7	11.5	11.7	11.7
19	11	11.4	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7	11.5	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7	11.5	11.7	11.7
20	8	11.4	11.5	11.5	11.4	11.6	11.6	11.4	11.5	11.5	11.4	11.6	11.6	11.5	11.6	11.6
21	6	11.5	11.7	11.7	11.6	11.8	11.8	11.6	11.7	11.7	11.6	11.8	11.8	11.6	11.8	11.8
22	5	11.6	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9
23	3	10.9	10.8	10.8	10.8	11.0	11.0	10.8	10.9	10.9	10.9	11.0	11.0	10.8	11.0	11.0
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-N-S-1, M-N-S-10, M-N-S-50



LEGENDA:

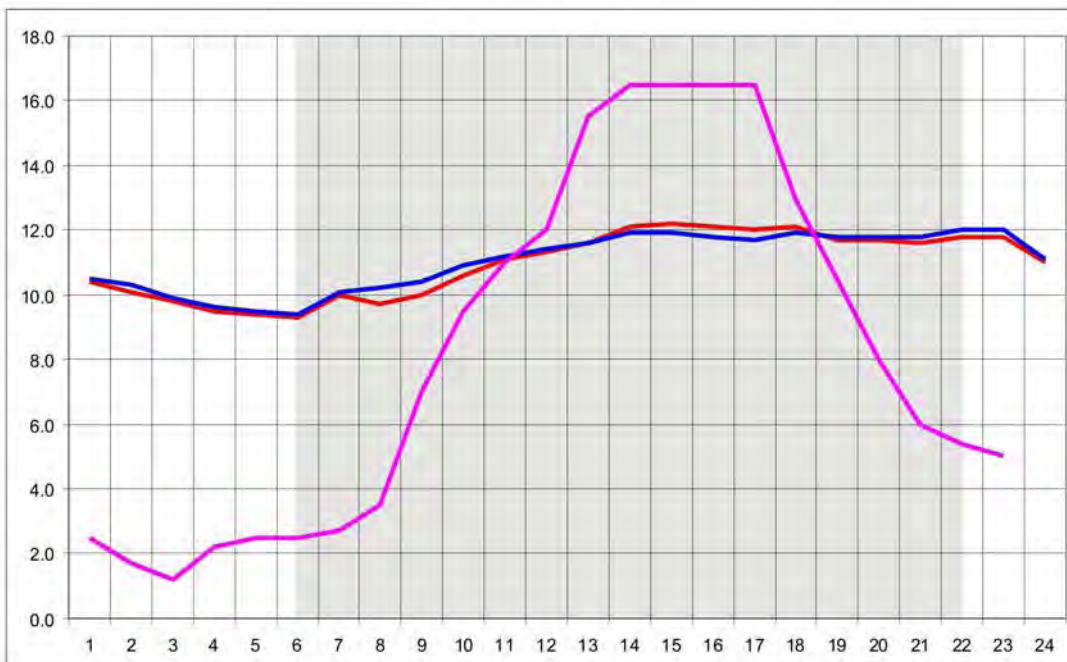
- Temperatura interna M-N-S-1
- Temperatura interna M-N-S-10
- Temperatura interna M-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	7	10.2	10.2	10.2	10.1	10.6	10.8	10.4	10.5	10.2	10.2	10.4	10.6	10.2	10.6	10.8
1	4	9.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
2	3	8.8	9.8	9.8	9.8	10.0	10.0	9.8	9.9	9.7	9.7	10.7	10.2	9.8	10.3	10.0
3	1	8.9	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.5	9.6	9.3	9.6	9.1	9.1	9.9	10.1	9.1
4	3	8.8	9.5	9.5	9.5	9.6	9.6	9.4	9.5	9.1	9.5	9.1	9.1	9.9	10.1	9.1
5	8	9.2	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5	9.4	9.5	9.1	9.4	9.1	9.1	9.9	10.1	9.1
6	3	10.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2	10.1	10.3	10.3
7	3	9.7	10.2	10.2	9.8	10.2	10.2	9.7	10.2	10.2	9.8	10.3	10.3	9.8	10.3	10.3
8	4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4
9	7	10.6	10.9	10.9	10.6	10.8	10.8	10.6	10.9	10.9	10.6	10.8	10.8	10.5	10.8	10.8
10	10	11.1	11.2	11.2	10.9	11.0	11.0	11.1	11.2	11.2	10.9	11.1	11.1	10.9	11.0	11.0
11	11	11.3	11.4	11.4	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.3	11.2	11.2	11.2	11.1	11.1	11.1
12	12	11.6	11.6	11.6	11.4	11.4	11.4	11.6	11.5	11.5	11.4	11.4	11.4	11.3	11.3	11.3
13	16	12.1	11.9	11.9	11.9	11.7	11.7	12.0	11.8	11.8	11.9	11.7	11.7	11.8	11.6	11.6
14	17	12.2	11.9	11.9	12.0	11.7	11.7	12.1	11.9	11.9	12.0	11.7	11.7	11.9	11.7	11.7
15	17	12.1	11.8	11.8	11.9	11.7	11.7	12.1	11.8	11.8	11.9	11.7	11.7	11.9	11.6	11.6
16	17	12.0	11.7	11.7	11.9	11.6	11.6	12.0	11.7	11.7	11.9	11.6	11.6	11.9	11.6	11.6
17	17	12.1	11.9	11.9	12.2	11.9	11.9	12.2	11.9	11.9	12.2	11.9	11.9	12.2	11.9	11.9
18	13	11.7	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.7	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9
19	11	11.7	11.8	11.8	11.8	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9	11.8	12.0	12.0
20	8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9
21	6	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1
22	5	11.8	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1	11.8	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1	11.9	12.1	12.1
23	5	11.6	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.6	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-S-S-1; M-S-S-10; M-S-S-50



LEGENDA:

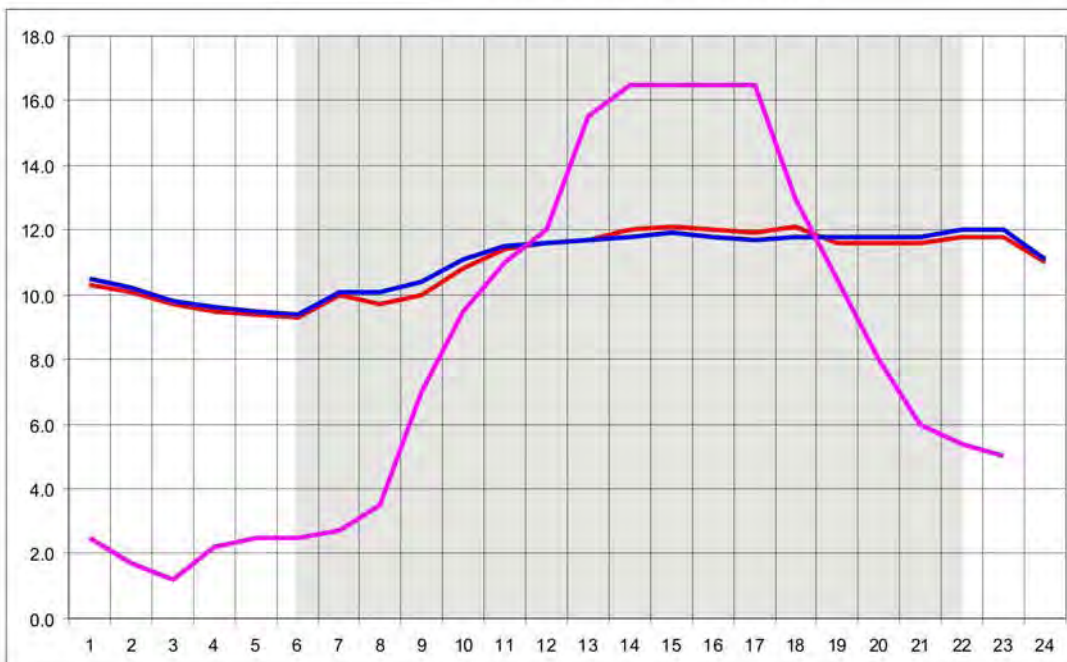
- Temperatura interna M-S-S-1
- Temperatura interna M-S-S-10
- Temperatura interna M-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	4	10.3	10.5	10.5	10.7	10.7	10.7	10.4	10.5	10.5	10.3	10.4	10.4	10.4	10.6	10.6
1	4	10.1	10.2	10.2	10.4	10.4	10.3	10.1	10.2	10.2	10.0	10.1	10.1	10.2	10.2	10.2
2	3	9.7	9.8	9.8	9.9	9.9	9.9	9.5	9.7	9.7	9.3	9.5	9.5	9.8	10.0	10.0
3	3	9.4	9.6	9.6	9.8	9.8	9.8	9.5	9.6	9.6	9.2	9.4	9.4	9.8	9.9	9.9
4	3	9.1	9.5	9.5	9.8	9.8	9.8	9.4	9.5	9.5	9.1	9.3	9.3	9.6	9.7	9.7
5	3	8.8	9.4	9.4	9.6	9.6	9.6	9.2	9.4	9.4	9.0	9.2	9.2	9.5	9.5	9.5
6	3	10.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2
7	3	9.7	10.1	10.1	9.7	10.2	10.2	9.7	10.2	10.2	9.8	10.2	10.2	9.8	10.2	10.2
8	4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4
9	7	10.8	11.1	11.1	10.7	11.0	11.0	10.8	11.1	11.1	10.8	11.0	11.0	10.7	10.9	10.9
10	10	11.4	11.5	11.5	11.3	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.3	11.4	11.4	11.2	11.3	11.3
11	11	11.6	11.6	11.6	11.4	11.5	11.5	11.6	11.6	11.6	11.4	11.5	11.5	11.4	11.4	11.4
12	12	11.7	11.7	11.7	11.5	11.5	11.5	11.7	11.7	11.7	11.5	11.5	11.5	11.4	11.4	11.4
13	16	12.0	11.8	11.8	11.9	11.7	11.7	12.0	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	11.8	11.6	11.6
14	17	12.1	11.9	11.9	12.0	11.7	11.7	12.1	11.8	11.8	11.9	11.7	11.7	11.9	11.6	11.6
15	17	12.0	11.8	11.8	11.9	11.6	11.6	12.0	11.8	11.8	11.9	11.7	11.7	11.8	11.6	11.6
16	17	11.9	11.7	11.7	11.8	11.6	11.6	11.9	11.7	11.7	11.9	11.6	11.6	11.8	11.6	11.6
17	17	12.1	11.8	11.8	12.1	11.9	11.9	12.1	11.9	11.9	12.1	11.9	11.9	12.1	11.9	11.9
18	13	11.6	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9
19	11	11.6	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.7	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9
20	8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9
21	6	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1
22	5	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1	11.9	12.1	12.1
23	5	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	11.8	11.6	11.7	11.7	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8	11.8
24	4	10.3	10.5	10.5	10.7	10.7	10.7	10.4	10.5	10.5	10.3	10.4	10.4	10.4	10.6	10.6
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-L-S-1; M-L-S-10; M-L-S-50



LEGENDA:

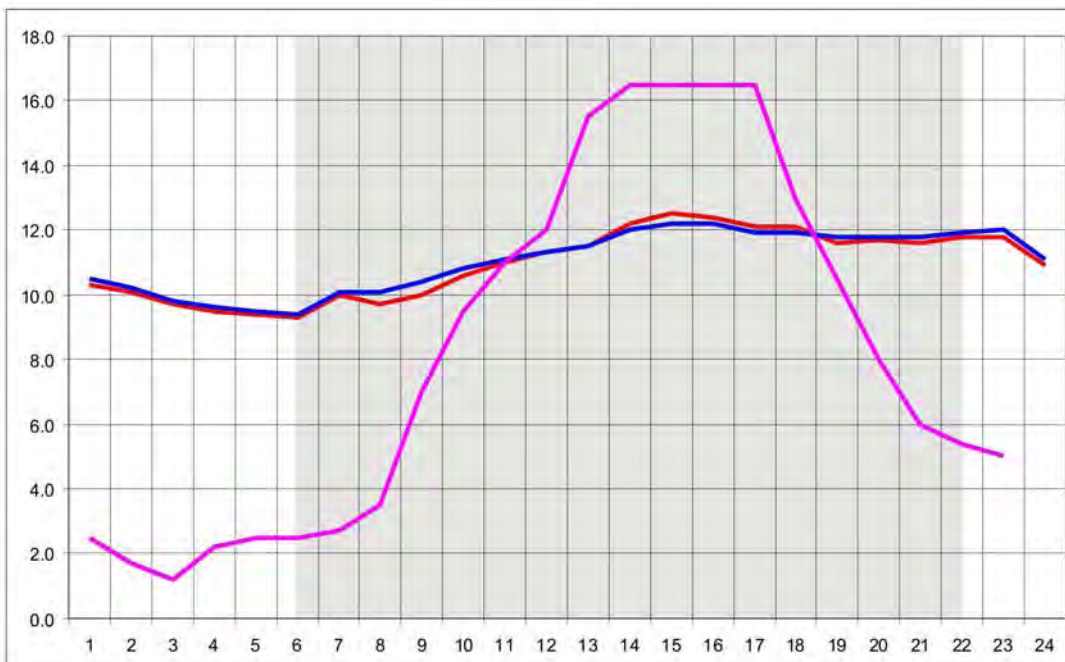
- Temperatura interna M-L-S-1
- Temperatura interna M-L-S-10
- Temperatura interna M-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: M - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	7	10.2	10.3	10.3	10.4	10.5	10.5	10.4	10.3	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
1	7	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4	10.3	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
2	7	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4	10.3	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
3	7	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4	10.3	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
4	7	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4	10.3	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
5	7	10.1	10.2	10.2	10.3	10.4	10.4	10.3	10.2	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
6	3	10.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.0	10.1	10.1	10.1	10.2	10.2	10.1	10.2	10.2
7	3	9.7	10.1	10.1	9.7	10.2	10.2	9.7	10.2	10.2	9.8	10.2	10.2	9.8	10.2	10.2
8	4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4	10.0	10.4	10.4
9	7	10.6	10.8	10.8	10.5	10.8	10.8	10.6	10.8	10.8	10.5	10.8	10.8	10.5	10.7	10.7
10	10	11.0	11.1	11.1	10.9	11.0	11.0	11.0	11.1	11.1	10.9	11.0	11.0	10.8	10.9	10.9
11	11	11.3	11.3	11.3	11.1	11.1	11.1	11.3	11.3	11.3	11.1	11.1	11.1	11.0	11.1	11.1
12	12	11.5	11.5	11.5	11.4	11.3	11.3	11.5	11.5	11.5	11.4	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3
13	16	12.2	12.0	12.0	12.0	11.8	11.8	12.2	12.0	12.0	12.0	11.8	11.8	11.9	11.7	11.7
14	17	12.5	12.2	12.2	12.3	12.1	12.1	12.5	12.2	12.2	12.3	12.1	12.1	12.2	12.0	12.0
15	17	12.4	12.2	12.2	12.3	12.0	12.0	12.4	12.1	12.1	12.3	12.0	12.0	12.2	12.0	12.0
16	17	12.1	11.9	11.9	12.1	11.8	11.8	12.1	11.9	11.9	12.1	11.8	11.8	12.0	11.8	11.8
17	17	12.1	11.9	11.9	12.2	11.9	11.9	12.2	11.9	11.9	12.2	11.9	11.9	12.2	11.9	11.9
18	13	11.6	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9
19	11	11.7	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.7	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.8	11.9	11.9
20	8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8	11.6	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9	11.7	11.9	11.9
21	6	11.8	11.9	11.9	11.9	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1
22	5	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.8	12.0	12.0	11.9	12.0	12.0	11.9	12.1	12.1
23	3	10.9	11.7	11.7	11.8	11.9	11.9	10.9	11.7	11.7	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8	11.8
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: M-O-S-1; M-O-S-10; M-O-S-50



LEGENDA:

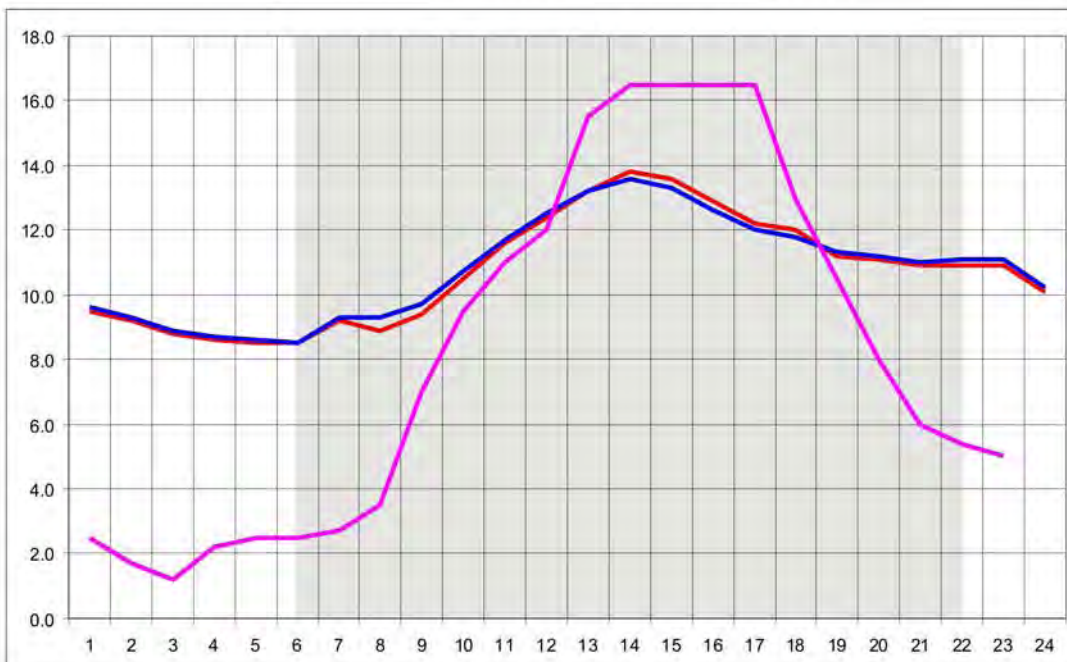
- Temperatura interna M-O-S-1
- Temperatura interna M-O-S-10
- Temperatura interna M-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: NORTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	7	8.5	8.6	8.8	8.4	8.7	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8
1	7	8.5	8.5	8.8	8.4	8.7	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8
2	7	8.4	8.5	8.8	8.4	8.7	8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7	8.7	8.7	8.8	8.8
3	7	8.8	8.9	8.9	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
4	7	8.8	8.8	8.8	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
5	7	8.7	8.8	8.8	8.6	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7
6	3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4	9.2	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4	9.4	9.5	9.5
7	3	8.9	9.3	9.3	9.0	9.4	9.4	8.9	9.3	9.3	9.0	9.4	9.4	9.1	9.5	9.5
8	4	9.4	9.7	9.7	9.4	9.8	9.8	9.4	9.8	9.8	9.4	9.8	9.8	9.4	9.8	9.8
9	7	10.5	10.7	10.7	10.4	10.6	10.6	10.5	10.7	10.7	10.4	10.6	10.6	10.3	10.5	10.5
10	10	11.6	11.7	11.7	11.4	11.5	11.5	11.6	11.7	11.7	11.4	11.5	11.5	11.2	11.3	11.3
11	11	12.4	12.5	12.5	12.2	12.2	12.2	12.4	12.4	12.4	12.2	12.2	12.2	12.0	12.0	12.0
12	12	13.2	13.2	13.2	12.9	12.9	12.9	13.1	13.1	13.1	12.9	12.9	12.9	12.7	12.7	12.7
13	16	13.8	13.6	13.6	13.5	13.3	13.3	13.7	13.5	13.5	13.5	13.3	13.3	13.3	13.1	13.1
14	17	13.6	13.3	13.3	13.3	13.0	13.0	13.5	13.3	13.3	13.3	13.1	13.1	13.1	12.9	12.9
15	17	12.9	12.6	12.6	12.6	12.4	12.4	12.8	12.6	12.6	12.7	12.4	12.4	12.5	12.2	12.2
16	17	12.2	12.0	12.0	12.1	11.9	11.9	12.2	12.0	12.0	12.1	11.9	11.9	12.0	11.8	11.8
17	17	12.0	11.8	11.8	12.0	11.7	11.7	12.0	11.8	11.8	12.0	11.8	11.8	12.0	11.8	11.8
18	13	11.2	11.3	11.3	11.3	11.5	11.5	11.2	11.4	11.4	11.3	11.5	11.5	11.4	11.5	11.5
19	11	11.1	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.1	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3	11.3	11.4	11.4
20	8	10.9	11.0	11.0	11.0	11.1	11.1	10.9	11.0	11.0	11.0	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2
21	6	10.9	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.0	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.1	11.3	11.3
22	5	10.9	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.0	11.1	11.1	11.1	11.2	11.2	11.2	11.3	11.3
23	3	10.1	10.2	10.2	10.2	10.4	10.4	10.2	10.3	10.3	10.3	10.4	10.4	10.3	10.3	10.3
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-N-S-1; G-N-S-10; G-N-S-50



LEGENDA:

- Temperatura interna G-N-S-1
- Temperatura interna G-N-S-10
- Temperatura interna G-N-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

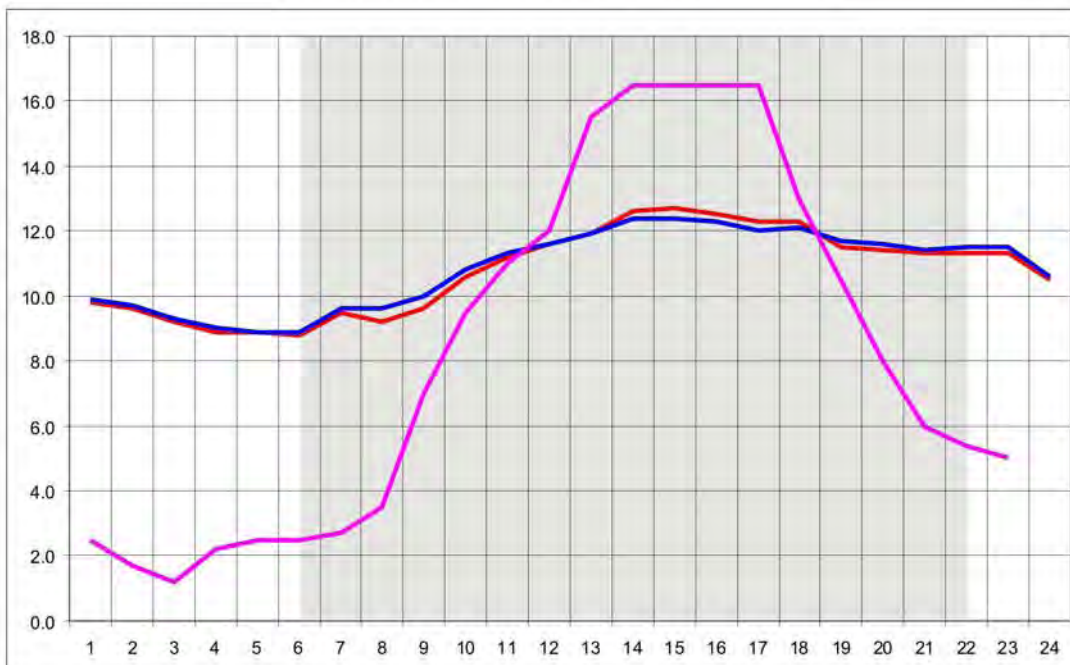


## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: SUL - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	1	8.8	8.8	8.8	10.0	10.7	10.7	9.8	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1	10.0	10.1	10.1
1	1	8.8	8.8	8.8	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
2	3	8.8	8.8	8.8	8.8	9.1	9.1	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
3	3	8.8	8.8	8.8	8.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
4	4	8.8	8.8	8.8	8.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
5	4	8.8	8.8	8.8	8.8	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1	9.1
6	3	9.5	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.6	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.7	9.8	9.8
7	3	9.2	9.6	9.6	9.3	9.8	9.8	9.3	9.7	9.7	9.4	9.8	9.8	9.4	9.8	9.8
8	4	9.6	10.0	10.0	9.7	10.1	10.1	9.7	10.1	10.1	9.7	10.1	10.1	9.7	10.1	10.1
9	7	10.6	10.8	10.8	10.5	10.7	10.7	10.6	10.8	10.8	10.5	10.7	10.7	10.4	10.6	10.6
10	10	11.2	11.3	11.3	11.0	11.1	11.1	11.2	11.3	11.3	11.0	11.1	11.1	10.9	11.0	11.0
11	11	11.6	11.6	11.6	11.3	11.4	11.4	11.6	11.6	11.6	11.4	11.4	11.4	11.2	11.2	11.2
12	12	11.9	11.9	11.9	11.6	11.6	11.6	11.9	11.9	11.9	11.7	11.6	11.6	11.4	11.4	11.4
13	16	12.6	12.4	12.4	12.3	12.1	12.1	12.5	12.3	12.3	12.3	12.1	12.1	12.1	11.9	11.9
14	17	12.7	12.4	12.4	12.4	12.1	12.1	12.6	12.4	12.4	12.4	12.2	12.2	12.2	12.0	12.0
15	17	12.5	12.3	12.3	12.3	12.1	12.1	12.5	12.2	12.2	12.3	12.1	12.1	12.2	11.9	11.9
16	17	12.3	12.0	12.0	12.2	11.9	11.9	12.3	12.0	12.0	12.2	11.9	11.9	12.1	11.8	11.8
17	17	12.3	12.1	12.1	12.3	12.1	12.1	12.3	12.1	12.1	12.4	12.1	12.1	12.3	12.1	12.1
18	13	11.5	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8	11.6	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8	11.7	11.9	11.9
19	11	11.4	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.5	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8
20	8	11.3	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.3	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.5	11.6	11.6
21	6	11.3	11.5	11.5	11.5	11.6	11.6	11.4	11.5	11.5	11.5	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7
22	5	11.3	11.5	11.5	11.5	11.6	11.6	11.4	11.5	11.5	11.5	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7
23	3	10.2	10.2	10.2	10.2	10.7	10.7	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-S-S-1; G-S-S-10; G-S-S-50



LEGENDA:

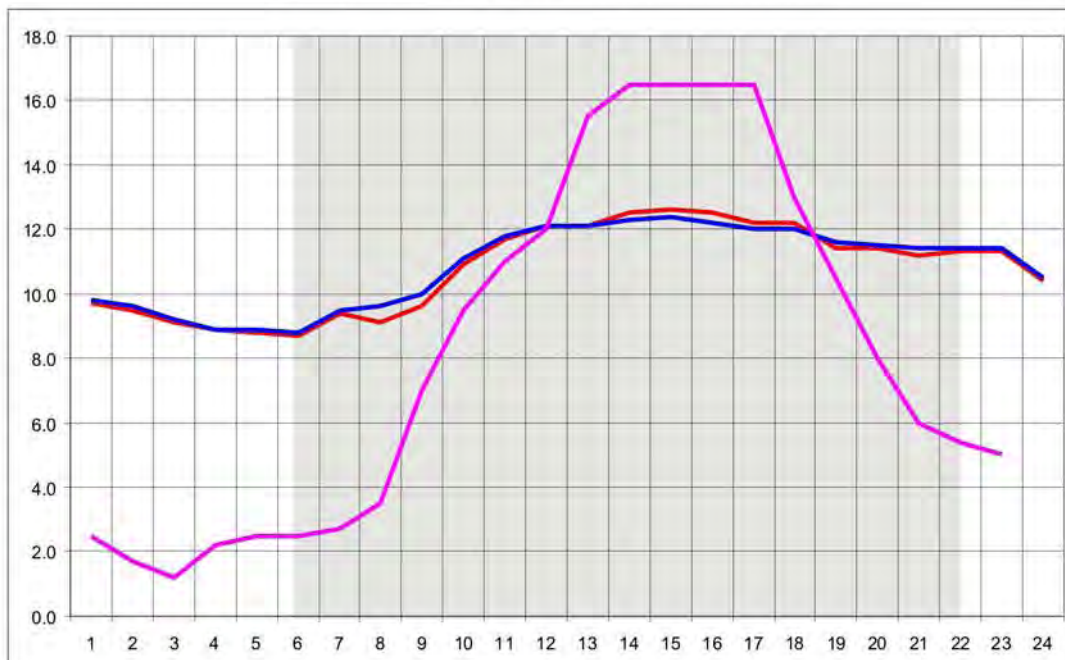
- Temperatura interna G-S-S-1
- Temperatura interna G-S-S-10
- Temperatura interna G-S-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: LESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	1	8.7	8.8	8.8	8.7	10.0	10.0	9.8	8.7	8.8	9.8	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1
1	2	8.2	8.6	8.8	8.6	9.3	10.0	9.5	8.6	8.6	9.6	9.7	9.8	9.7	9.8	9.8
2	3	8.1	9.3	9.9	8.3	9.3	10.0	9.5	8.3	8.3	9.5	9.7	10.4	9.8	9.8	9.8
3	3	8.8	8.8	8.9	9.0	8.3	9.1	8.5	8.8	9.8	9.0	9.1	8.1	8.3	8.1	8.1
4	4	8.8	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	8.9	8.8	8.8	9.1	8.9	9.0	8.8	9.1	9.1
5	5	8.7	8.8	8.8	8.9	9.0	9.0	8.8	8.7	8.7	9.0	9.0	9.0	8.8	9.0	9.0
6	3	9.4	9.5	9.5	9.6	9.7	9.7	9.5	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
7	3	9.1	9.6	9.6	9.3	9.7	9.7	9.2	9.6	9.6	9.3	9.7	9.7	9.4	9.8	9.8
8	4	9.6	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0
9	7	10.9	11.1	11.1	10.7	11.0	11.0	10.8	11.1	11.1	10.8	11.0	11.0	10.7	10.9	10.9
10	10	11.7	11.8	11.8	11.5	11.6	11.6	11.7	11.8	11.8	11.5	11.6	11.6	11.4	11.5	11.5
11	11	12.1	12.1	12.1	11.8	11.8	11.8	12.0	12.0	12.0	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	11.6
12	12	12.1	12.1	12.1	11.8	11.8	11.8	12.1	12.0	12.0	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	11.6
13	16	12.5	12.3	12.3	12.2	12.0	12.0	12.4	12.2	12.2	12.2	12.0	12.0	12.0	11.8	11.8
14	17	12.6	12.4	12.4	12.3	12.1	12.1	12.5	12.3	12.3	12.3	12.1	12.1	12.1	11.9	11.9
15	17	12.5	12.2	12.2	12.2	12.0	12.0	12.4	12.2	12.2	12.3	12.0	12.0	12.1	11.8	11.8
16	17	12.2	12.0	12.0	12.1	11.9	11.9	12.2	12.0	12.0	12.1	11.9	11.9	12.0	11.8	11.8
17	17	12.2	12.0	12.0	12.2	12.0	12.0	12.2	12.0	12.0	12.3	12.0	12.0	12.3	12.0	12.0
18	13	11.4	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.5	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.7	11.8	11.8
19	11	11.4	11.5	11.5	11.5	11.7	11.7	11.4	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7	11.6	11.7	11.7
20	8	11.2	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.3	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.4	11.6	11.6
21	6	11.3	11.4	11.4	11.4	11.6	11.6	11.3	11.5	11.5	11.4	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7
22	5	11.3	11.4	11.4	11.4	11.6	11.6	11.3	11.5	11.5	11.4	11.6	11.6	11.5	11.6	11.6
23	3	10.9	10.1	10.5	9.8	10.7	10.7	10.3	10.5	10.5	10.2	10.7	10.7	10.8	10.8	10.8
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-L-S-1; G-L-S-10, G-L-S-50



LEGENDA:

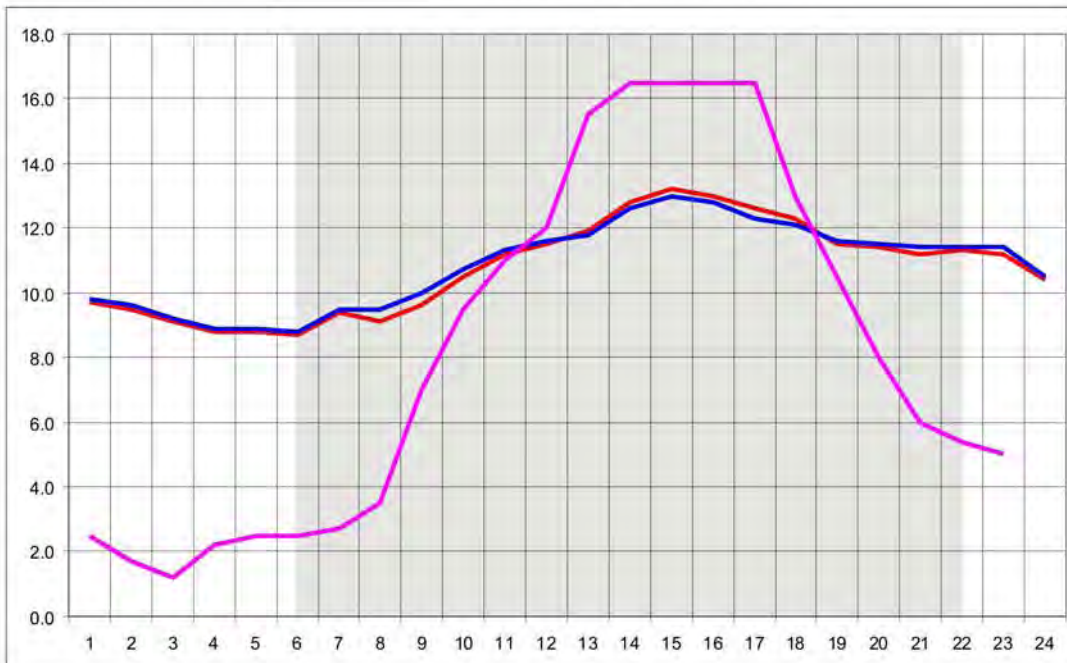
- Temperatura interna G-L-S-1
- Temperatura interna G-L-S-10
- Temperatura interna G-L-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO - SALA

TAMANHO DA ABERTURA: G - ORIENTAÇÃO: OESTE - PERÍODO: INVERNO

HORA	TEMP. EXTERNA	TEMPERATURA INTERNA														
		S-1	S-10	S-50	H-1	H-10	H-50	V-1	V-10	V-50	M-1	M-10	M-50	F-1	F-10	F-50
0	1	8.7	8.8	8.8	8.7	10.0	10.0	9.8	9.7	9.8	9.8	10.0	10.0	10.0	10.1	10.1
1	1	8.2	7.6	7.9	7.6	9.3	9.3	9.5	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8
2	3	9.1	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.2	9.3	9.3	9.3	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
3	3	8.8	8.8	8.9	8.9	8.1	8.1	8.5	8.9	8.8	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9	8.9
4	3	8.8	8.7	8.9	8.9	9.0	9.0	9.1	8.8	8.9	8.9	8.9	9.0	9.0	8.8	8.9
5	3	8.7	8.2	8.6	8.7	8.2	8.0	8.8	8.8	8.7	8.7	8.9	9.0	8.8	9.0	8.9
6	3	9.4	9.5	9.5	9.6	9.7	9.7	9.5	9.6	9.6	9.6	9.7	9.7	9.6	9.7	9.7
7	3	9.1	9.5	9.5	9.3	9.7	9.7	9.2	9.6	9.6	9.3	9.7	9.7	9.3	9.8	9.8
8	4	9.6	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0	9.6	10.0	10.0
9	7	10.5	10.7	10.7	10.4	10.6	10.6	10.5	10.7	10.7	10.4	10.6	10.6	10.3	10.5	10.5
10	10	11.2	11.3	11.3	10.9	11.0	11.0	11.1	11.2	11.2	11.0	11.1	11.1	10.8	10.9	10.9
11	11	11.5	11.6	11.6	11.3	11.3	11.3	11.5	11.5	11.5	11.3	11.3	11.3	11.1	11.1	11.1
12	12	11.9	11.8	11.8	11.6	11.5	11.5	11.8	11.8	11.8	11.6	11.6	11.6	11.4	11.3	11.3
13	16	12.8	12.6	12.6	12.5	12.3	12.3	12.7	12.5	12.5	12.5	12.3	12.3	12.3	12.1	12.1
14	17	13.2	13.0	13.0	12.9	12.7	12.7	13.1	12.9	12.9	12.9	12.7	12.7	12.7	12.5	12.5
15	17	13.0	12.8	12.8	12.8	12.6	12.6	13.0	12.8	12.8	12.8	12.6	12.6	12.7	12.4	12.4
16	17	12.6	12.3	12.3	12.4	12.2	12.2	12.5	12.3	12.3	12.5	12.2	12.2	12.4	12.1	12.1
17	17	12.3	12.1	12.1	12.3	12.1	12.1	12.3	12.1	12.1	12.4	12.1	12.1	12.4	12.1	12.1
18	13	11.5	11.6	11.6	11.6	11.7	11.7	11.5	11.7	11.7	11.6	11.8	11.8	11.7	11.8	11.8
19	11	11.4	11.5	11.5	11.5	11.7	11.7	11.4	11.6	11.6	11.5	11.7	11.7	11.6	11.7	11.7
20	8	11.2	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.3	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.4	11.6	11.6
21	6	11.3	11.4	11.4	11.4	11.6	11.6	11.3	11.5	11.5	11.4	11.6	11.6	11.5	11.6	11.6
22	5	11.2	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.3	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.5	11.6	11.6
23	3	10.9	10.7	10.5	10.7	10.8	10.8	10.9	10.7	10.5	10.5	10.6	10.6	10.4	10.7	10.7
PERCENTUAL DE HC		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

EXEMPLO DO COMPORTAMENTO DAS TEMPERATURAS REFERENTE AOS CÓDIGOS: G-O-S-1; G-O-S-10; G-O-S-50



LEGENDA:

- Temperatura interna G-O-S-1
- Temperatura interna G-O-S-10
- Temperatura interna G-O-S-50
- Temperatura externa
- Período de ocupação

## APÊNDICE B – RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

---

## RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO (Wh/ano) – DORMITÓRIO

## TAMANHO DA ABERTURA: PEQUENA

## ORIENTAÇÃO: NORTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	36715	36670	36695	36667	38016
10	37560	37251	37562	37251	37524
50	233356	233398	233391	233397	233407

## ORIENTAÇÃO: SUL

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	36414	37845	36418	37843	37873
10	37242	37514	37244	37513	37128
50	233307	233349	233342	233348	233358

## ORIENTAÇÃO: LESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	36513	36393	36470	36390	37183
10	37547	37238	37548	37237	37101
50	233383	233425	233419	233425	233435

## ORIENTAÇÃO: OESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	36649	36394	36556	36392	37180
10	38242	37248	37558	37247	37107
50	233538	233580	233573	233579	233589

## RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO (Wh/ano) - DORMITÓRIO

## TAMANHO DA ABERTURA: MÉDIA

## ORIENTAÇÃO SOLAR DA ABERTURA: N

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	67857	68636	67539	67469	68755
10	76600	76003	74756	75018	74918
50	271098	270944	269802	269781	270992

## ORIENTAÇÃO SOLAR DA ABERTURA: S

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	67891	67900	66561	66661	69055
10	75486	74528	74141	72766	73417
50	270066	269904	268855	268762	269843

## ORIENTAÇÃO SOLAR DA ABERTURA: L

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	66924	67763	65761	66409	67837
10	73825	74901	73970	73645	74505
50	270316	270029	268960	268725	269983

## ORIENTAÇÃO SOLAR DA ABERTURA: O

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	67122	67931	65957	66682	67592
10	75203	75396	72872	74279	75023
50	270835	270602	269636	269230	270484

## RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO (Wh/ano) - DORMITÓRIO

## TAMANHO DA ABERTURA: GRANDE

## ORIENTAÇÃO: NORTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	114833	115211	113020	113308	115270
10	129991	128050	127358	126151	127331
50	320486	321368	318670	319384	321193

## ORIENTAÇÃO: SUL

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	113043	111044	111044	110979	113119
10	127118	124450	124450	121885	123930
50	319056	317542	317542	316861	318686

## ORIENTAÇÃO: LESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	112877	111082	111082	110791	112642
10	127907	125686	125686	124111	124118
50	318557	316666	316666	316868	318975

## ORIENTAÇÃO: OESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	113695	111816	111816	111683	113543
10	129091	126813	126813	125821	125950
50	319712	317887	317887	318116	320151

## RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO (Wh/ano) - SALA

## TAMANHO DA ABERTURA: PEQUENA

## ORIENTAÇÃO: NORTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	92985	91412	92764	91434	92018
10	34460	31389	33022	31407	31289
50	53272	53886	53397	53844	54203

## ORIENTAÇÃO: SUL

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	97554	95968	96334	95893	96542
10	33362	32974	32739	32949	33655
50	54430	55832	54809	55747	56496

## ORIENTAÇÃO: LESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	92923	92412	92248	92563	92203
10	35736	34824	35628	34823	34259
50	35736	54896	54060	54823	55470

## ORIENTAÇÃO: OESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	100646	100078	100005	99636	100410
10	36268	34632	35379	34626	33447
50	54254	55389	54490	55316	55970



## RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO (Wh/ano) - SALA

## TAMANHO DA ABERTURA: MÉDIA

## ORIENTAÇÃO: NORTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	129240	114301	126140	113306	109431
10	61143	51146	56481	50348	49939
50	61203	62006	60969	61678	62559

## ORIENTAÇÃO: SUL

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	125255	114673	122660	113119	112265
10	57173	52988	54826	52091	49951
50	61930	64354	61726	64110	65708

## ORIENTAÇÃO: LESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	131037	119668	127558	117320	115713
10	61345	55939	60417	53986	51921
50	60970	62599	60722	62212	63293

## ORIENTAÇÃO: OESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	148870	134015	143975	132531	130004
10	69009	59819	62899	58774	55259
50	63325	64448	63141	64116	65597

## RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO (Wh/ano) - SALA

## TAMANHO DA ABERTURA: GRANDE

## ORIENTAÇÃO: NORTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	231035	172450	209387	171971	144273
10	101805	82942	93473	81976	72951
50	85137	78782	82981	78019	77456

## ORIENTAÇÃO: SUL

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	182523	147383	167722	146514	141209
10	87355	76978	85241	76980	71544
50	77684	77906	76033	77054	82031

## ORIENTAÇÃO: LESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	208161	165357	193172	165861	146018
10	108876	84528	104078	83616	74640
50	81960	79548	79718	78826	78027

## ORIENTAÇÃO: OESTE

VENTILAÇÃO DA ABERTURA (ACH)	SOMBREAMENTO				
	S	H	V	M	F
1	240524	198207	227375	196397	181952
10	120839	98108	115161	97003	86420
50	87158	84194	83177	83324	86900

APÊNDICE C – FICHAS DE AVALIAÇÃO DOS EDIFÍCIOS

---

## DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO



EDIFÍCIO SAN ANTÔNIO  
Rua Eudora Berlink, 920 - Bairro Auxiliadora; 1978; 77,32m²; 3 pavimentos; 6 apartamentos; 2 dormitórios

### 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

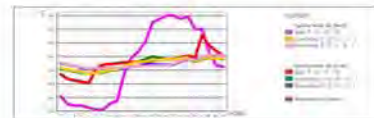
COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	P - O - S - 10	P - O - S - 10
Dormitório 1	M - S - S - 1	M - N - S - 1
Dormitório 2	P - S - S - 1	P - N - S - 1

### 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do comportamento das temperaturas nas 24 horas do dia.

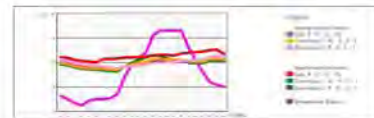
#### 2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	53%	53%
Dormitório 1	73%	73%
Dormitório 2	73%	73%
Dormitório 3	73%	73%



#### 2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	0%	0%
Dormitório 1	0%	0%
Dormitório 2	0%	0%
Dormitório 3	0%	0%



### 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m².ano

#### 3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	36268Wh	36268Wh
Dormitório 1	67891Wh	67857Wh
Dormitório 2	36414Wh	36715Wh

#### 3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO

FÓRMULA CE <sub>AP</sub> (Wh/m².ano)	APTO 1	APTO 2
$CE_{AP} = \left( \frac{CE_{Sala}}{12} + \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{D3}}{24} \right)$	10203,2 Wh/m².ano	10225,5 Wh/m².ano
	* 3 APTO	* 3 APTO

FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m².ano)	EDIFÍCIO
$CE_{EDIF} = (CE_{AP1} + CE_{AP2} + \dots + CE_{APn})$	61286,2 Wh/m².ano ou 61,28 Kwh/m².ano

### 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

#### 4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA VERÃO		NOTA INVERNO	
		APTO 1	APTO 2	APTO 1	APTO 2
100% — 67%	A	B	B	C	C
66% — 34%	B	A	A	C	C
33% — 0%	C	A	A	C	C

#### 4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 — 0,10	$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{AP1}}{n_{AP1}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{AP2}}{n_{AP2}} \right] \cdot F_C$	<p style="text-align: center;"><b>B</b></p> <p style="text-align: center;">valor = 0,11</p>
0,11 — 0,21	$F_C = \frac{1}{90363,81}$	
0,22 — 1		

### DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

Análise complementar no verso da ficha de avaliação

# DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO



EDIFÍCIO MONTE ARABELO  
Rua Dona Ondina, 180 - Bairro Menino Deus; 1974; 118,80m²; 4 pavimentos; 16 apartamentos; 3 dormitórios

## 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

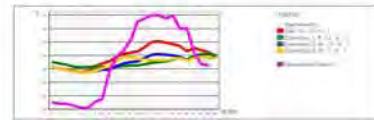
COMPARTIMENTOS	APTO 1, 2, 3 e 4
Sala	G - O - H - 1
Dormitório 1	P - O - V - 1
Dormitório 2	M - O - V - 1
Dormitório 3	M - L - V - 1

## 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC na período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do comportamento das temperaturas nas 24 horas do dia.

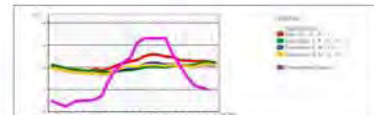
### 2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1, 2, 3 e 4
Sala	18%
Dormitório 1	73%
Dormitório 2	73%
Dormitório 3	73%



### 2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1, 2, 3 e 4
Sala	0%
Dormitório 1	0%
Dormitório 2	0%
Dormitório 3	0%



## 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtêm o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m².ano

### 3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1, 2, 3 e 4
Sala	198207Wh
Dormitório 1	36556Wh
Dormitório 2	65957Wh
Dormitório 3	65761Wh

### 3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO

FÓRMULA CE <sub>APT</sub> (Wh/m².ano)	APTO 1, 2, 3 e 4
$CE_{APT} = \left( \frac{CE_{Sala}}{12} + \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{D3}}{24} \right)$	22281.4 Wh/m².ano
	* 16 APTO

FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m².ano)	EDIFÍCIO
$CE_{EDIF} = (CE_{APT} + CE_{EXT} + \dots + CE_{INT})$	356503,3 Wh/m².ano ou 356,50 kWh/m².ano

## 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

### 4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA VERÃO APTO 1, 2, 3 e 4	NOTA INVERNO APTO 1, 2, 3 e 4
100% — 67%	A	C	C
66% — 34%	B	A	C
33% — 0%	C	A	C

### 4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 — 0,10	$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{VERAO}}{n_{VERAO}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{INVERNO}}{n_{INVERNO}} \right] \cdot F_C$	C valor = 0,25
0,11 — 0,21	$F_C = \frac{1}{90363,81}$	
0,22 — 1		

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

Análise complementar no verso da ficha de avaliação

## DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

EDIFÍCIO VILA REAL  
Rua Bernardo Pires, 325 - Bairro Santana; 1986; 67,10m<sup>2</sup>; 3 pavimentos; 6 apartamentos; 2 dormitórios



### 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

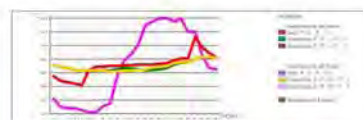
COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	P - S - F - 10	P - S - F - 10
Dormitório 1	P - L - F - 1	P - O - F - 1
Dormitório 2	P - L - F - 1	P - O - F - 1

### 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do comportamento das temperaturas nas 24 horas do dia.

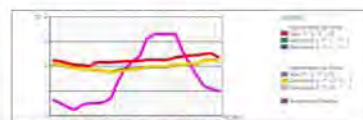
#### 2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	41%	41%
Dormitório 1	73%	73%
Dormitório 2	73%	73%



#### 2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	0%	0%
Dormitório 1	0%	0%
Dormitório 2	0%	0%



### 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m<sup>2</sup>.ano

#### 3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	49951Wh	49951Wh
Dormitório 1	37183Wh	37180Wh
Dormitório 2	37183Wh	37180Wh

#### 3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO

FÓRMULA CE <sub>AP</sub> (Wh/m <sup>2</sup> .ano)	APTO 1	APTO 2
$CE_{AP} = \left( \frac{CE_{Sala}}{12} + \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{B}}{24} \right)$	8278,4 Wh/m <sup>2</sup> .ano	8277,9 Wh/m <sup>2</sup> .ano
	* 3 APTO	* 3 APTO

FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m <sup>2</sup> .ano)	EDIFÍCIO
$CE_{EDIF} = (CE_{AP1} + CE_{AP2} + \dots + CE_{APn})$	49669,2 Wh/m <sup>2</sup> .ano ou 49,66 Kwh/m <sup>2</sup> .ano

### 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

#### 4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA VERÃO		NOTA INVERNO	
		APTO 1	APTO 2	APTO 1	APTO 2
100% — 67%	A	B	B	C	C
66% — 34%	B	A	A	C	C
33% — 0%	C	A	A	C	C

#### 4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 — 0,10	$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{AP1}}{n_{AP1}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{AP2}}{n_{AP2}} \right] \cdot F_C$	<p style="text-align: center;"><b>A</b></p> <p style="text-align: center;">valor = 0,09</p>
0,11 — 0,21	$F_C = \frac{1}{90363,81}$	
0,22 — 1	C	

### DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

Análise complementar no verso da ficha de avaliação

# DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO



**EDIFÍCIO TREVO**  
Rua Tamaz Flores, 112 - Bairro Bom Fim; 1983; 93,67m<sup>2</sup>; 4 pavimentos; 8 apartamentos; 3 dormitórios

## 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

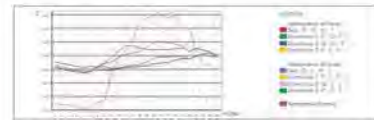
COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	G - O - H - 1	G - L - H - 1
Dormitório 1	P - O - F - 1	P - L - F - 1
Dormitório 2	M - O - F - 1	M - L - F - 1
Dormitório 3	P - L - F - 1	P - O - F - 1

## 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do compartimento das temperaturas nas 24 horas do dia.

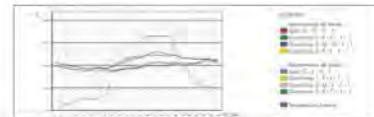
### 2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	18%	18%
Dormitório 1	73%	73%
Dormitório 2	73%	73%
Dormitório 3	73%	73%



### 2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	0%	0%
Dormitório 1	0%	0%
Dormitório 2	0%	0%
Dormitório 3	0%	0%



## 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m<sup>2</sup>.ano

### 3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2
Sala	198207Wh	165357Wh
Dormitório 1	37180Wh	37183Wh
Dormitório 2	67592Wh	67837Wh
Dormitório 3	37183Wh	37180Wh

### 3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO

FÓRMULA CE <sub>AP</sub> (Wh/m <sup>2</sup> .ano)	APTO 1	APTO 2
$CE_{AP} = \left( \frac{CE_{S1}}{12} + \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{D3}}{24} \right)$	20088,1 Wh/m <sup>2</sup> .ano	18739,9 Wh/m <sup>2</sup> .ano
	* 4 APTO	* 4 APTO

FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m <sup>2</sup> .ano)	EDIFÍCIO
$CE_{EDIF} = (CE_{AP1} + CE_{AP2} + \dots + CE_{APn})$	155312,1 Wh/m <sup>2</sup> .ano ou 155,31 Kwh/m <sup>2</sup> .ano

## 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

### 4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA VERÃO		NOTA INVERNO	
		APTO 1	APTO 2	APTO 1	APTO 2
100% — 67%	A	C	C	C	C
66% — 34%	B	A	A	C	C
33% — 0%	C	A	A	C	C

### 4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 — 0,10	$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{AP1}}{n_{AP1}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{AP2}}{n_{AP2}} \right] F_c$	<p style="text-align: center;"><b>B</b></p> <p style="text-align: center;">valor = 0,21</p>
0,11 — 0,21		
0,22 — 1		

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

Análise complementar no verso da ficha de avaliação

# DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO



EDIFÍCIO L'ADRESSE  
Rua Anita Garibaldi, 850 - Bairro Man'á Serra; 1997; 53,51m<sup>2</sup>; 6 pavimentos; 12 apartamentos; 2 dormitórios

## 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

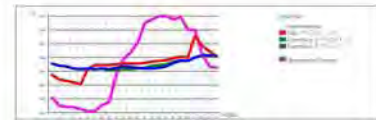
COMPARTIMENTOS	APTO 1 e 2
Sala	P - O - F - 10
Dormitório 1	P - O - F - 1
Dormitório 2	P - L - F - 1

## 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do comportamento das temperaturas nas 24 horas do dia.

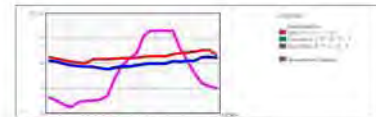
### 2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1 e 2
Sala	59%
Dormitório 1	73%
Dormitório 2	73%



### 2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1 e 2
Sala	0%
Dormitório 1	0%
Dormitório 2	0%



## 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m<sup>2</sup>.ano

### 3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1 e 2
Sala	61345Wh
Dormitório 1	37180Wh
Dormitório 2	37183Wh

### 3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO

FÓRMULA CE <sub>AP</sub> (Wh/m <sup>2</sup> .ano)	APTO 1 e 2
$CE_{AP} = \left( \frac{CE_{S1}}{12} + \frac{CE_{S2}}{12} + \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{24} \right)$	8752,95 Wh/m <sup>2</sup> .ano * 12 APTO

FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m <sup>2</sup> .ano)	EDIFÍCIO
$CE_{EDIF} = (CE_{AP1} + CE_{AP2} + \dots + CE_{APn})$	105035,4 Wh/m <sup>2</sup> .ano ou 105,03 Kwh/m <sup>2</sup> .ano

## 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

### 4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA VERÃO APTO 1 e 2	NOTA INVERNO APTO 1 e 2
100% — 67%	A	B	C
66% — 34%	B	A	C
33% — 0%	C	A	C

### 4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 — 0,10	$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{AP1}}{n_{AP1}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{AP2}}{n_{AP2}} \right] F_C$	<p style="text-align: center;"><b>A</b></p> <p style="text-align: center;">valor = 0,09</p>
0,11 — 0,21		
0,22 — 1		

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

Análise complementar no verso da ficha de avaliação



# DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO



EDIFÍCIO CONDE DE AVIANTES  
Rua Barão de Ubá, 793 - Bela Vista; 1997; 158,02m²; 7 pavimentos; 6 apartamentos; 3 dormitórios

## 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

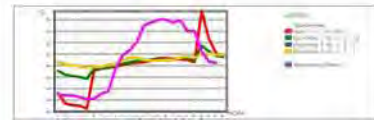
COMPARTIMENTOS	APTO 1
Sala	G - O - H - 50
Dormitório 1	M - S - S - 10
Dormitório 2	M - L - F - 1
Dormitório 3	M - L - F - 1

## 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do comportamento das temperaturas nas 24 horas do dia.

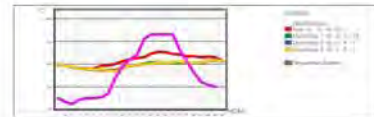
### 2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1
Sala	82%
Dormitório 1	73%
Dormitório 2	73%
Dormitório 3	73%



### 2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1
Sala	0%
Dormitório 1	0%
Dormitório 2	0%
Dormitório 3	0%



## 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas do apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m².ano

### 3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS

COMPARTIMENTOS	APTO 1
Sala	84194Wh
Dormitório 1	75486Wh
Dormitório 2	67837Wh
Dormitório 3	67837Wh

### 3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO

FÓRMULA CE <sub>APT</sub> (Wh/m².ano)	APTO 1
$CE_{APT} = \left( \frac{CE_{S1}}{12} + \frac{CE_{S2}}{12} + \frac{CE_{S3}}{12} + \frac{CE_{S4}}{24} \right)$	21104,75 Wh/m².ano
	* 6 APTO

FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m².ano)	EDIFÍCIO
$CE_{EDIF} = (CE_{APT1} + CE_{APT2} + \dots + CE_{APTn})$	126628,50 Wh/m².ano
	ou
	126,62 Kwh/m².ano

## 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

### 4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA - VERÃO APTO 1	NOTA - INVERNO APTO 1
100% — 67%	A	A	C
66% — 34%	B	A	C
33% — 0%	C	A	C

### 4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 — 0,10	$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{VERAO}}{n_{VERAO}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{INVERNO}}{n_{INVERNO}} \right] \cdot FC$	<p style="text-align: center;"><b>C</b></p> <p>valor = 0,23</p>
0,11 — 0,21	$FC = \frac{1}{90363,81}$	
0,22 — 1		

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

Análise complementar no verso da ficha de avaliação

## AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM PORTO ALEGRE

Imagem representativa da edificação

Nome do edifício: \_\_\_\_\_ Endereço: \_\_\_\_\_  
 Ano de aprovação: \_\_\_\_\_ Área útil do apartamento: \_\_\_\_\_ N° de pavimento: \_\_\_\_\_ N° de apartamento: \_\_\_\_\_ N° de dormitório: \_\_\_\_\_

### 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros da abertura identificados nesse item são: (1) tamanho, (2) orientação, (3) sombreamento e (4) ventilação. Cada variável gera um código de identificação por compartimento que permite, ao final deste item, consultar os resultados das horas com temperatura de conforto (HTC) e do consumo energético (CE), a partir da combinação desses quatro parâmetros.

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

### 2. RESULTADOS DAS HORAS COM TEMPERATURA DE CONFORTO

As HTC são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HTC no período de ocupação são demonstrados nas tabelas da apêndice 1. Os gráficos permitem a visualização do compartimento das temperaturas nas 24 horas do dia.

**2.1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS**

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

Gráfico das temperaturas no verão:

**2.2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS**

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

Gráfico das temperaturas no inverno:

### 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O CE é verificado nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de um ano. Os resultados do CE no período de ocupação são demonstrados nas tabelas da apêndice 2. Através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m².ano

**3.1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTOS**

COMPARTIMENTOS	APTO 1	APTO 2	...	APTO n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

**3.2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTO E EDIFÍCIO**

FÓRMULA CE <sub>APT</sub> (Wh/m².ano)	APTO 1	APTO 2	...	APTO n	FÓRMULA CE <sub>EDIF</sub> (Wh/m².ano)	EDIFÍCIO
$CE_{APT} = \left( \frac{CE_{S1}}{12} + \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{D3}}{24} \right)$					$CE_{EDIF} = (CE_{APT1} + CE_{APT2} + \dots + CE_{APTn})$	

### 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das HTC dos compartimentos e do CE do edifício. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

**4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS**

INTERVALOS	COMPARTIMENTOS	NOTA VERÃO			NOTA INVERNO			
		APTO 1	APTO 2	APTO n	APTO 1	APTO 2	APTO n	
100% – 67%	A	Sala						
66% – 34%	B	Dormitório 1						
33% – 0%	C	Dormitório 2						
		Dormitório 3						

**4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO**

INTERVALOS	FÓRMULA DO ÍNDICE DE CLASSIFICAÇÃO (IC <sub>EDIF</sub> )	NOTA ANUAL DO EDIFÍCIO
0 – 0,10	A	
0,11 – 0,21	B	
0,22 – 1	C	

$$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{APT1}}{n_{APT1}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{APT2}}{n_{APT2}} \right] \cdot FC \quad FC = \frac{1}{90363,81}$$

### DADOS COMPLEMENTARES

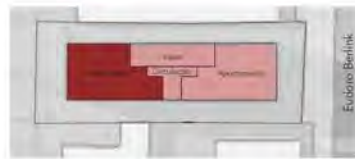
Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.



Planta de situação



Planta do pavimento tipo



Entorno - insolação



Entorno - ventilação



Planta do apartamento



Radiação solar



Movimentação do ar



Corte Dormitórios:  
perda de calor para o exterior



Corte Sala:  
ganhos de calor da radiação solar



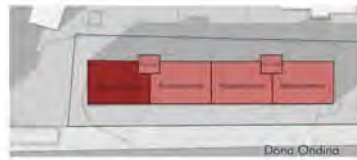
Corte Sala:  
sistema de ventilação cruzada

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.



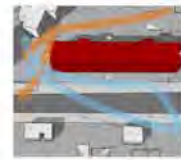
Planta de situação



Planta do pavimento tipo



Entorno - insolação



Entorno - ventilação



Planta do apartamento



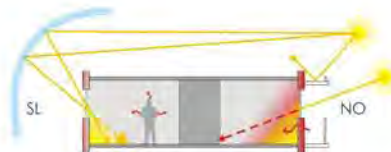
Radiação solar



Movimentação do ar



Corte Dormitórios:  
perda de calor para o exterior



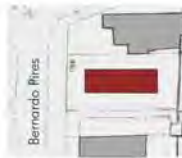
Corte Sala:  
ganhos de calor da radiação solar



Corte Sala:  
sistema de ventilação cruzada

## DADOS COMPLEMENTARES

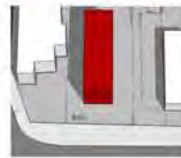
Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.



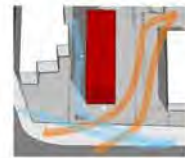
Planta de situação



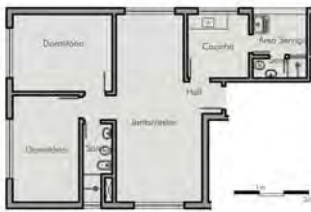
Planta do pavimento tipo



Entorno - insolação



Entorno - ventilação



Planta do apartamento



Radiação solar



Movimentação do ar



Corte Dormitórios:  
perda de calor para o exterior



Corte Sala:  
ganhos de calor da radiação solar



Corte Sala:  
sistema de ventilação cruzada

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.



Planta de situação



Planta do pavimento tipo



Entorno - insolação



Entorno - ventilação



Planta do apartamento



Radiação solar



Movimentação do ar



Corte Dormitórios:  
perda de calor para o exterior



Corte Sala:  
ganhos de calor da radiação solar



Corte Sala:  
sistema de ventilação cruzada

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.



Planta de situação



Planta do pavimento tipo



Entorno - insolação



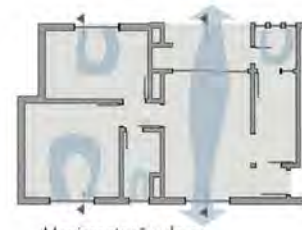
Entorno - ventilação



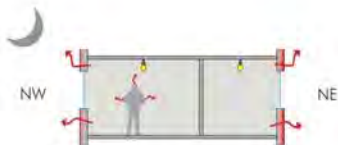
Planta do apartamento



Radiação solar



Movimentação do ar



Corte Dormitórios:  
perda de calor para o exterior



Corte Sala:  
ganhos de calor da radiação solar



Corte Sala:  
sistema de ventilação cruzada

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.



Planta de situação



Planta do pavimento tipo



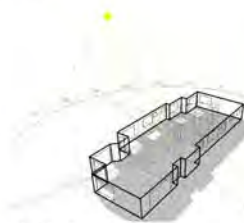
Entorno - insolação



Entorno - ventilação



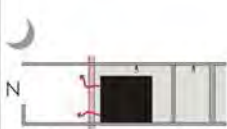
Planta do apartamento



Radiação solar



Movimentação do ar



Corte Dormitórios:  
perda de calor para o exterior



Corte Sala:  
ganhos de calor da radiação solar



Corte Sala:  
sistema de ventilação cruzada



APÊNDICE D – CARTELA DE REFERÊNCIA DA FICHA

---

# AValiação DO DESEMPENHO TéRMICO E ENERgÉTICO NOS EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM PORTO ALEGRE

Imagem representativa do edifício

Nome do edifício: \_\_\_\_\_  
 Endereço: \_\_\_\_\_  
 Ano de aprovação: \_\_\_\_ Área útil do apto.: \_\_\_\_ Nº de pavimentos: \_\_\_\_ Nº de apartamentos: \_\_\_\_ Nº de dormitórios: \_\_\_\_

## 1. IDENTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS QUANTITATIVOS E QUALITATIVOS

Os quatro parâmetros adotados neste item devem ser verificados nos compartimentos dos dormitórios e da sala da edificação em análise. Cada variável gera um código de identificação que permite, ao final deste item, consultar nas tabelas (Apêndice A e B) os resultados das horas de conforto e do consumo energético, a partir da combinação desses quatro parâmetros.

### 1. 1 TAMANHO DA ABERTURA

**Detalhamento:**

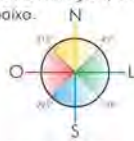
Os códigos P, M e G são utilizados conforme a relação de proporção de área das aberturas da envoltória edificada com a área das paredes que as contém. Essa relação é estabelecida a partir de valores percentuais em intervalos de tamanhos.

P (pequeno)	0% a 33% da área da parede
M (médio)	34% a 66% da área da parede
G (grande)	67% a 100% da área da parede

### 1. 2 ORIENTAÇÃO SOLAR DA ABERTURA

**Detalhamento:**

Os códigos N, S, L e O são estabelecidos para as quatro principais orientações, conforme a definição dos quadrantes abaixo.



N (norte)	De 0 a 45,0° e de 315,1° a 360,0°
S (sul)	De 135,10 a 225,0°
L (leste)	De 45,10 a 135,0°
O (oeste)	De 225,10° a 315,0°

### 1. 3 SOMBREAMENTO DA ABERTURA

**Detalhamento:**

Os códigos S, H, V, M e F representam sistemas de sombreamento da abertura. O exame deste parâmetro considera aspectos arquitetônicos da edificação. São considerados sombreamentos horizontais: sacada aberta, brise-soleil e beirais; sombreamentos verticais: venezianas abertas, brise-soleil e planos verticais de parede e sombreamento frontal: persiana fechada e projetada para fora da abertura.

S (sem plano)	Sem sombreamento ângulo 0°
H (horizontal)	Ângulo vertical máximo de 45°
V (vertical)	Ângulo horizontal máximo de 18°
M (misto)	Combinação do sombreamento H e V
F (frontal)	Plano frontal com ângulo de 30°

### 1. 4 VENTILAÇÃO DA ABERTURA

**Detalhamento:**

Os códigos 1, 10 e 50 representam a movimentação do ar nos ambientes. Para isso é considerado a relação da quantidade de aberturas com o número de troca de ar por hora. Estes valores são proporcionais aos intervalos numéricos para remoção do ar saturado e à dissipação do calor na estrutura da edificação e na superfície da pele do ocupante.

1 ac/h	1 unidade de abertura
10 ac/h	2 unidades de aberturas
50 ac/h	3 unidades de aberturas

### CÓDIGOS ADOTADOS NOS COMPARTIMENTOS

**Detalhamento:**

Os códigos adotados nos dormitórios e sala, são verificados nos apartamentos da edificação. Cada compartimento contém quatro códigos, referentes aos quatro parâmetros. Pode-se preencher esses códigos no quadro ao lado. A combinação destes códigos gera resultados de HC e de CE que são consultados nas tabelas dos apêndices A e B.

	Apto 1	Apto 2	Apto n
Sala			
Dormitório 1			
Dormitório 2			
Dormitório 3			

## 2. RESULTADOS DAS HORAS DE CONFORTO

As horas de conforto (HC) são verificadas nos dormitórios e na sala da edificação em análise, no período de verão e inverno. Os resultados das temperaturas e do percentual das HC nos compartimentos são demonstradas nas tabelas do apêndice A. Em gráficos pode-se visualizar o comportamento das temperaturas nas 24 horas do dia. Cabe destacar, que o percentual das HC são contabilizados nos horários de ocupação dos dormitórios e da sala.

### 2. 1 HORAS DE CONFORTO NO VERÃO: COMPARTIMENTOS

**Detalhamento:**

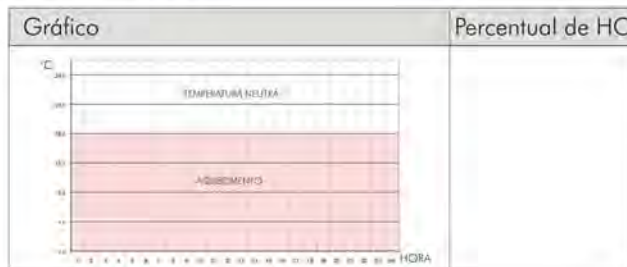
O dia de verão, 24 de janeiro, representa as temperaturas externas mais elevadas do ano segundo o arquivo climático. O gráfico demonstra o comportamento das temperaturas externas e internas (dormitórios e sala) ao longo do dia. Enquanto o percentual de HC considera os horários de ocupação dos compartimentos. Nota-se que ambientes com temperaturas acima de 30,0°C, no verão, necessitam de resfriamento.



### 2. 2 HORAS DE CONFORTO NO INVERNO: COMPARTIMENTOS

**Detalhamento:**

O dia de inverno, 20 de maio, representa as temperaturas externas mais baixas do ano segundo o arquivo climático. O gráfico demonstra o comportamento das temperaturas externas e internas (dormitórios e sala) ao longo do dia. Enquanto o percentual de HC considera os horários de ocupação dos compartimentos. Nota-se que ambientes com temperaturas abaixo de 16,0°C, no inverno, necessitam de aquecimento.



## 3. RESULTADOS DO CONSUMO ENERGÉTICO

O consumo energético (CE) é verificado nos dormitórios e da sala da edificação em análise, no período de um ano. Os valores do CE dos compartimentos são demonstrados nas tabelas do apêndice B, e os resultados são preenchidos no item 3.1 abaixo. Por conseguinte, através de fórmulas matemáticas se obtém o CE dos apartamentos e do edifício na unidade de Wh/m<sup>2</sup>.ano.

### 3. 1 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: COMPARTIMENTO

	Apto 1	Apto 2	...	Apto n
Sala				
Dormitório 1				
Dormitório 2				
Dormitório 3				

### 3. 2 CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL: APARTAMENTOS E EDIFÍCIO

**Detalhamento:**

O consumo energético do apartamento (CE<sub>AP</sub>) equivale à soma da energia gasta (Wh) de cada compartimento dividido pela sua área (m<sup>2</sup>). Esta fórmula possibilita verificar o consumo energético em apartamentos de dois ou três dormitórios. Isso ocorre com a adição ou a subtração do consumo energético do terceiro dormitório (CE<sub>U3</sub>). O consumo energético do edifício (CE<sub>EDIF</sub>) equivale a soma do CE<sub>AP</sub>.

Fórmula do CE <sub>AP</sub>	Fórmula do CE <sub>EDIF</sub>
$CE_{AP} = \left( \frac{CE_{D1}}{12} + \frac{CE_{D2}}{12} + \frac{CE_{D3}}{12} + \frac{CE_S}{24} \right) Wh/m^2.ano$ <p>Onde consumo energético (CE):                      CE<sub>AP</sub>, apartamento                      CE<sub>D1</sub>, dormitório 1                      CE<sub>D2</sub>, dormitório 2                      CE<sub>D3</sub>, dormitório 3                      CE<sub>S</sub>, sala</p>	$CE_{EDIF} = (CE_{AP1} + CE_{AP2} + \dots + CE_{APn}) Wh/m^2.ano$ <p>Onde consumo energético (CE):                      CE<sub>EDIF</sub>, edifício                      CE<sub>AP1</sub>, apartamento 1                      CE<sub>AP2</sub>, apartamento 2                      CE<sub>APn</sub>, enésimo apartamento</p>

## 4. CLASSIFICAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO E ENERGÉTICO

A classificação do desempenho térmico e energético é definida a partir das horas de conforto (HC) dos compartimentos e do consumo energético do edifício (CE<sub>EDIF</sub>). Esta classificação permite comparar as HC entre os compartimentos e o CE entre diferentes edifícios residenciais, considerando a combinação dos parâmetros adotados na avaliação. A partir de intervalos numéricos verifica-se a nota dos compartimentos e do edifício.

### 4.1 CLASSE DE EFICIÊNCIA: COMPARTIMENTOS

#### Detalhamento:

Os intervalos das HC equivalem ao percentual de horas com temperaturas aceitáveis para o conforto do ocupante. Esse percentual de HC considera os horários de ocupação dos compartimentos. No dormitório esse horário corresponde a 10 horas (21h-7h) e na sala corresponde a 16 horas (6h-22h) de ocupação.

#### Intervalos

100%	–	67%	corresponde ao conceito A
66%	–	34%	corresponde ao conceito B
33%	–	0%	corresponde ao conceito C

#### Especificação da nota:

Nota A = 100% a 67% de horas em conforto  
 Nota B = 66% a 34% de horas em conforto  
 Nota C = 33% a 0% de horas em conforto

### 4.2 CLASSE DE EFICIÊNCIA: EDIFÍCIO

#### Detalhamento:

Para determinar a nota do edifício aplica-se o índice de classificação (IC<sub>EDIF</sub>):

$$IC_{EDIF} = \left[ \frac{\sum CE_{AP2D}}{n_{2D}} \right] + \left[ \frac{\sum CE_{AP3D}}{n_{3D}} \right] F_C \quad F_C = \frac{1}{90363,8}$$

#### Onde:

IC<sub>EDIF</sub> = índice de classificação da eficiência energética do edifício  
 CE<sub>AP2D</sub> = consumo energético do apto de dois dormitórios  
 n<sub>2D</sub> = número de apartamentos de dois dormitórios  
 CE<sub>AP3D</sub> = consumo energético do apto de três dormitórios  
 n<sub>3D</sub> = número de apartamentos de três dormitórios  
 F<sub>C</sub> = fator de classificação dos apartamentos

#### Intervalos

0	–	0,10	corresponde ao conceito A
0,11	–	0,21	corresponde ao conceito B
0,22	–	1	corresponde ao conceito C

#### Especificação da nota:

Nota A = baixo consumo energético  
 Nota B = médio consumo energético  
 Nota C = alto consumo energético

## DADOS COMPLEMENTARES

Para complementar a avaliação do desempenho térmico e energético, cabe considerar os aspectos relativos à implantação da edificação e seu entorno imediato. Esses aspectos se referem à composição formal, aos edifícios adjacentes, à vegetação, à topografia e outros elementos que influenciam no microclima da edificação. Esta avaliação do entorno deve ser feita individualmente para cada edifício analisado, em função das variáveis particulares de cada local. Assim, o espaço abaixo destina-se às análises bioclimáticas mensuráveis através de documentos de projeto, como plantas, cortes, fachadas, perspectivas entre outros.