

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**DESEMPENHO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE
ESCRITÓRIO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO
GRANDE DO SUL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Francéli Ferreira

Santa Maria, RS, Brasil

2007

DESEMPENHO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

por

Francéli Ferreira

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Conforto Ambiental, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia Civil.**

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos

Santa Maria, RS, Brasil

2007

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DESEMPENHO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIO NA
REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL**

Elaborada por
Francéli Ferreira

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Civil

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Joaquim Cesar Pizzutti dos Santos
(Presidente/Orientador)

Prof^a. Dr^a. Renata Faccin (UNIMEP)

Prof. Dr. Jorge Luiz Pizzutti dos Santos (UFSM)

Santa Maria, 19 de janeiro de 2007.

Dedico esta dissertação a meus pais Claudete e Arnaldo, pelo apoio imprescindível nesta fase de pós-graduação, a meu querido noivo Eduardo, companheiro de todas as horas, pelo amor e apoio sempre constantes.

Agradecimentos

Ao amigo e professor **Dr. Joaquim César Pizzutti dos Santos**, do Departamento de Estruturas e Construção Civil da UFSM, pela permanente motivação, confiança, dedicação e paciência na orientação deste trabalho;

Às pessoas que se dispuseram a participar da pesquisa cedendo um espaço em seus locais de trabalho para a coleta dos dados necessários;

Aos funcionários do Setor de Planejamento Urbano das Prefeituras das cidades envolvidas neste trabalho que colaboraram com o fornecimento dos projetos arquitetônicos dos edifícios de escritório localizados em suas respectivas cidades, em especial ao dirigente de equipe de planejamento urbano, **Edson Luis Santos do Carvalho**, que dentre todos se destacou na colaboração do presente trabalho;

Ao Centro de Informações Hidrometeorológicas (CIH) do Centro Universitário UNIVATES, pela colaboração no fornecimento dos dados meteorológicos;

Aos amigos e colegas do curso de Pós-graduação de Engenharia Civil da UFSM, em especial à **Nébora Lazzarotto**, pela força e companherismo;

Aos professores **Dr^a Renata Faccin e Dr Jorge Luiz Pizzutti dos Santos** que gentilmente aceitaram compor a banca examinadora.

Ao meu noivo **Eduardo Guerra** que sempre acreditou e procurou dar o apoio necessário para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

Enfim à todos aqueles que participaram, de uma maneira ou de outra, com seu apoio, carinho e atenção, transmitindo energia e confiança sem os quais a jornada seria mais difícil.

À todos, meu muito obrigada.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil
Universidade Federal de Santa Maria

DESEMPENHO TÉRMICO EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIO NA REGIÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

AUTORA: FRANCÉLI FERREIRA

ORIENTADOR: JOAQUIM CESAR PIZZUTTI DOS SANTOS

Data de Local da Defesa: Santa Maria, 19 de janeiro de 2007.

Este trabalho visa ao diagnóstico do desempenho térmico de edifícios de escritório, pois estes contribuem com uma parcela significativa do consumo de energia do país. Pesquisas revelam que 40 % do consumo final de energia elétrica em edifícios de escritórios estão ligados aos sistemas de condicionamento climático. Dentro deste contexto observa-se ainda a inexistência de diretrizes projetivas que estabeleçam padrões mínimos de desempenho termo-energéticas frente às condições climáticas regionais, sobretudo pela amplitude térmica verificada ao longo do ano. Assim, o presente trabalho objetiva diagnosticar e comparar a situação atual de desempenho térmico de diferentes tipologias de edifícios de escritório localizados em seis cidades pertencentes à região central do Rio Grande do Sul, estando às mesmas inseridas na zona bioclimática dois do Brasil. Para tal análise foi realizado um levantamento dos edifícios de escritório existentes, com no mínimo cinco pavimentos, nas cidades de Cruz Alta, Ijuí, Lajeado, Santa Cruz do Sul, Santa Maria e Venâncio Aires. Foram selecionados uma amostra de 36 edifícios. Em seguida foram analisados os projetos arquitetônicos e os dados construtivos, sendo os prédios agrupados em cinco tipologias, de acordo com os critérios de número de pavimentos, relação largura/profundidade do prédio e relação área dos fechamentos transparentes/opacos. Para cada tipologia foi selecionado um prédio representativo, para o qual foi feito um maior detalhamento do sistema construtivo e registrados dados de temperatura interna e externa durante um período de treze dias no inverno e verão. Foi avaliado o desempenho térmico dos edifícios de acordo com a sua capacidade de amortecimento da onda térmica externa, associada à sua inércia térmica, área de aberturas e padrão de uso dos espaços internos. Observou-se a grande influência da radiação solar nos resultados obtidos, evidenciada principalmente pela influência no comportamento térmico dos edifícios da orientação das salas monitoradas, da área de aberturas, do tipo de vidro e da cor dos fechamentos opacos. Foi observada a necessidade, para o clima da região estudada, da existência de dispositivos de controle da radiação solar, para que decisões de projeto que beneficiem as condições térmicas no período de verão não resultem em prejuízo no período de inverno, ou vice-versa.

Palavras-chaves: edifício de escritório; desempenho térmico; zona bioclimática 02; tipologias arquitetônicas.

ABSTRACT

Master's Degree Thesis
Graduation Program in Civil Engineering
Federal University of Santa Maria

THERMAL PERFORMANCE IN OFFICE BUILDINGS IN THE CENTRAL REGION OF RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: FRANCÉLI FERREIRA

ORIENTATOR: JOAQUIM CESAR PIZZUTTI DOS SANTOS

Date and Place of Presentation: Santa Maria, January 19 2007.

This study seeks to detect the thermal performance in Office buildings as they add to a significant quantity of energy consumption in this country. Researches have revealed that 40 % of the final electricity consumption in office buildings is linked to the climate conditioning systems. Within this context there is no existence of projecting rules which establish minimum standards of thermal-electric performance in comparison to regional climatic conditions, considering the thermal variation experienced throughout the year. Thus, the present study aims to diagnose and compare the current condition of thermal performance in different types of office buildings located in six towns belonging to the central region of Rio Grande do Sul, which are included in bioclimatic zone two of Brasil. For such analysis a list of existing office buildings with at least five floors was made, in the towns of Cruz Alta, Ijuí, Lajeado, Santa Cruz do Sul, Santa Maria and Venâncio Aires. A sample of 36 buildings was selected. Following, the architecture designs and the construction information were analyzed, the buildings were sorted in five categories, according to criteria of floors number, width/depth relation of building and opaque/transparent closing area relation. For each category a representative building was selected, to which a better detail process of the construction system was made as well as internal and external temperature data for a period of thirteen days in summer and winter were recorded. The thermal performance of the buildings was assessed according to their capacity of absorption of the external thermal wave, related to its thermal inertia, opening areas and use standards of internal rooms. There was a great influence of solar radiation on the results, increased mainly by the influence on the thermal behavior of the orientation buildings of the monitored rooms, the opening area, the kind of glass and the color of opaque closings. It was noticed the necessity, for the climate of the studied region, of solar radiation control systems, so that the project decisions for the benefit of thermal conditions in summer do not cause loss in wintertime or vice-versa.

Key words: office building; thermal performance; bioclimatic zone 02; architecture categories.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Zoneamento bioclimático para o Brasil	23
FIGURA 2 – Diagrama bioclimático de Givoni.....	23
FIGURA 3 – Carta bioclimática apresentando as normais climatológicas de cidades desta zona destacando a cidade de Ponta Grossa, PR.....	24
FIGURA 4 – Regiões climáticas do Brasil.....	25
FIGURA 5 – Gráfico do limite aceitável de temperatura operativa para espaços condicionados naturalmente	42
FIGURA 6 – Gráfico PMV x PPD	44
FIGURA 7 – Gráfico de percentual de pessoas insatisfeitas	45
FIGURA 8 – Localização das cidades estudadas	48
FIGURA 9 – Aparelho de medição e sua proteção contra a radiação.....	51
FIGURA 10 – Ocorrência de pavimentos em edifícios de escritório	55
FIGURA 11 – Ocorrência de pavimentos tipo em edifícios de escritório	55
FIGURA 12 – Orientação da fachada principal dos edifícios de escritório	57
FIGURA 13 – Percentual de área de janelas por fachadas principais.....	57
FIGURA 14 – Percentual de área de janelas por fachada.....	58
FIGURA 15 – Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia A	62
FIGURA 16 – Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia B	63
FIGURA 17 – Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia C	63
FIGURA 18 – Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia D	64
FIGURA 19 – Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia E	65

FIGURA 20 – Localização dos sensores na planta para período de inverno e verão da tipologia A.....	69
FIGURA 21 – Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia A	69
FIGURA 22 – Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia A..	71
FIGURA 23 – Localização dos sensores na planta para período de inverno e verão da tipologia B.....	72
FIGURA 24 – Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia B	73
FIGURA 25 – Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia B..	74
FIGURA 26 – Localização dos sensores na planta para período de inverno e verão - tipologia C	76
FIGURA 27 – Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia C	77
FIGURA 28 – Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia C..	78
FIGURA 29 – Localização dos sensores na planta para período de inverno e verão da tipologia D.....	79
FIGURA 30 – Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia D	80
FIGURA 31 – Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia D..	81
FIGURA 32 – Localização dos sensores na planta para período de inverno e verão da tipologia E.....	82
FIGURA 33 – Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia E	83
FIGURA 34 – Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia E..	84
FIGURA 35 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia A.....	87
FIGURA 36 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia B.....	88
FIGURA 37 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia C.....	89
FIGURA 38 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia D.....	90

FIGURA 39 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia E	91
FIGURA 40 – Gráfico de amplitude média das salas no período de inverno	92
FIGURA 41 – Gráfico de amortecimento médio das salas no período de inverno ...	93
FIGURA 42 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia A	94
FIGURA 43 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia B	95
FIGURA 44 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia C.....	97
FIGURA 45 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia D.....	98
FIGURA 46 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia E	99
FIGURA 47 – Gráfico de amplitude média das salas no período de verão.....	100
FIGURA 48 – Gráfico de amortecimento médio das salas no período de verão....	101
FIGURA 49 – Amortecimento médio x Capacidade térmica total para período de inverno.....	102
FIGURA 50 – Amortecimento médio x Capacidade térmica total para período de verão.....	102
FIGURA 51 – Amortecimento x Área total de janela por área de fachada com abertura e área de janela por área total de fachadas para período de inverno.....	103
FIGURA 52 – Amortecimento x Área total de janela por área de fachada com abertura e área de janela por área total de fachadas para período de verão.....	104

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Dados referentes ao instrumento de aquisição de dados.....	51
TABELA 2 – Período de coleta de dados	52
TABELA 3 – Número de edifícios	54
TABELA 4 – Área e relação comprimento x largura dos edifícios.....	56
TABELA 5 – Padrão de ocupação nos edifícios referentes às tipologias	59
TABELA 6 – Número de edifícios de cada tipologia	60
TABELA 7 – Critérios utilizados para divisão das tipologias	61
TABELA 8 – Características dos edifícios representativos de cada tipologia	65
TABELA 9 – Características construtivas das salas monitoradas	66
TABELA 10 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia A para o período de inverno	70
TABELA 11 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia A para o período de verão	71
TABELA 12 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia B para o período de inverno	73
TABELA 13 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia B para o período de verão	75
TABELA 14 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia C para o período de inverno	77
TABELA 15 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia C para o período de verão	79
TABELA 16 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia D para o período de inverno	80
TABELA 17 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia D para o período de verão	81

TABELA 18 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia E para o período de inverno	83
TABELA 19 – Temperaturas mínimas e máximas referentes à tipologia E para o período de verão	84
TABELA 20 – Dias considerados na análise	86
TABELA 21 – Amplitude média e amortecimento médio no período de inverno para a tipologia A	87
TABELA 22 – Amplitude média e amortecimento médio no período de inverno para a tipologia B	88
TABELA 23 – Amplitude média e amortecimento médio no período de inverno para a tipologia C	90
TABELA 24 – Amplitude média e amortecimento médio no período de inverno para a tipologia D	91
TABELA 25 – Amplitude média e amortecimento médio no período de inverno para a tipologia E	92
TABELA 26 – Amplitude média e amortecimento médio no período de verão para a tipologia A	95
TABELA 27 – Amplitude média e amortecimento médio no período de verão para a tipologia B	96
TABELA 28 – Amplitude média e amortecimento médio no período de verão para a tipologia C	97
TABELA 29 – Amplitude média e amortecimento médio no período de verão para a tipologia D	98
TABELA 30 – Amplitude média e amortecimento médio no período de verão para a tipologia E	99
TABELA 31 – Percentual de horas de conforto no período de inverno e no período de verão.....	105

LISTA DE ANEXO

ANEXO A – Planilha utilizada para coleta de dados	116
---	-----

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Planilhas dos edifícios pesquisados	118
APÊNDICE B – Gráficos de temperatura interna e externa das cinco tipologias para o período de inverno e verão	171
APÊNDICE C – Tabela de amplitude da temperatura para o período de inverno sem uso de ar condicionado	176
APÊNDICE D – Tabela de amplitude da temperatura para o período de verão sem uso de ar condicionado	177
APÊNDICE E – Tabela de amortecimento térmico das salas para o período de inverno sem uso de ar condicionado	178
APÊNDICE F – Tabela de amortecimento térmico das salas para o período de verão sem uso de ar condicionado	179
APÊNDICE G – Tabela de cálculo da capacidade térmica das cinco tipologias	180

SUMÁRIO

Agradecimentos	
Lista de Figuras	
Lista de Tabelas	
Lista de Anexo	
Lista de Apêndices	
Resumo	
Abstract	
1. INTRODUÇÃO	17
1.1 Objetivos	20
1.1.1 Objetivo Geral.....	20
1.1.2 Objetivos Específicos.....	20
1.2 Estrutura da dissertação	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Zoneamento bioclimático brasileiro	22
2.1.1 Características do clima da região central do Rio Grande do Sul.....	24
2.2 A importância do clima no desempenho térmico dos edifícios	26
2.2.1 Arquitetura bioclimática.....	27
2.3 Desempenho térmico e eficiência energética em edifícios de escritório ..	29
2.4 Análise de desempenho térmico em edificações	31
2.5 Normas de desempenho e eficiência energética	37
2.5.1 ASHRAE.....	39
2.5.1.1 Método alternativo para determinar as condições térmicas aceitáveis em ambientes condicionados naturalmente.....	42
2.5.2 ABNT.....	43
2.5.3 ISO7730.....	44
3. MÉTODOS E EQUIPAMENTOS	46
3.1 Introdução	46
3.2 Levantamento de dados	47
3.2.1 Pesquisa dos edifícios de escritório.....	47
3.2.2 Levantamento das características construtivas.....	48
3.2.3 Orientação solar.....	48
3.2.4 Levantamento das atividades profissionais.....	49

3.2.5 Levantamento do uso de equipamentos.....	49
3.3 Definição das tipologias predominantes.....	49
3.3.1 Forma e proporção em planta dos edifícios.....	49
3.3.2 Percentual de área de janela nas fachadas.....	50
3.3.3 Percentual de área de janela em relação à área total de parede.....	50
3.4 Monitoramento de temperatura e umidade.....	50
3.4.1 Instrumento utilizado.....	50
3.4.2 Período de coleta de dados.....	51
3.4.3 Locais de realização de coleta de dados.....	52
3.5 Definição da zona de conforto térmico para a região.....	52
4. RESULTADOS	54
4.1 Levantamento dos edifícios.....	54
4.1.1 Número de pavimentos.....	55
4.1.2 Área dos pavimentos tipo e proporção em planta do edifício.....	56
4.1.3 Orientação da fachada principal.....	56
4.1.4 Percentual de área de janela nas fachadas (PJF).....	57
4.1.5 Padrão de ocupação e uso de equipamentos.....	58
4.2 Definição das tipologias.....	59
4.3 Monitoramento dos edifícios.....	66
5. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	68
5.1 Variação de temperatura interna e externa.....	68
5.1.1 Tipologia A.....	68
5.1.2 Tipologia B.....	72
5.1.3 Tipologia C.....	75
5.1.4 Tipologia D.....	79
5.1.5 Tipologia E.....	82
5.2 Amplitude térmica e amortecimento.....	85
5.2.1 Período de inverno.....	86
5.2.2 Período de verão.....	94
5.3 Relação do amortecimento com a capacidade térmica.....	101
5.4 Relação do amortecimento com o percentual de área de janela.....	103
5.5 Horas de conforto.....	105
6. CONCLUSÕES.....	107
6.1 Limitação do trabalho.....	109
6.2 Sugestões para trabalhos futuros.....	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
ANEXO.....	115
ANEXO A – Planilha utilizada para coleta de dados	116
APÊNDICE	117
APÊNDICE A – Planilhas dos edifícios pesquisados.....	118
APÊNDICE B – Gráficos de temperatura interna e externa das cinco tipologias para o período de inverno e verão.....	171
APÊNDICE C – Tabela de amplitude da temperatura para o período de inverno	176

sem uso de ar condicionado.....	
APÊNDICE D – Tabela de amplitude da temperatura para o período de verão sem uso de ar condicionado.....	177
APÊNDICE E – Tabela de amortecimento térmico das salas para o período de inverno sem uso de ar condicionado	178
APÊNDICE F – Tabela de amortecimento térmico das salas para o período de verão sem uso de ar condicionado.....	179
APÊNDICE G – Tabela de cálculo da capacidade térmica das cinco tipologias	180

1 INTRODUÇÃO

Atualmente há uma necessidade de combate ao desperdício de energia elétrica para que não ocorra o esgotamento de recursos não renováveis e para impedir um possível colapso no seu fornecimento. Esse é um panorama mundial e vem se agravando a cada ano em virtude do crescente aumento no consumo de energia elétrica.

A disponibilidade de recursos energéticos sempre foi um fator determinante no desenvolvimento dos países industrializados e desenvolvidos. Com a crise do petróleo nos anos de 1970 estes países passaram a repensar suas estratégias de crescimento econômico, adotando medidas de conservação de energia, principalmente no setor da construção civil, tendo como objetivo reduzir custos operacionais e de manutenção (Bulla, 1995).

Hoje, o Brasil já não possui folga em seu orçamento para investir na geração e distribuição de energia elétrica. Recentemente o país passou por blecautes na região sul e sudeste, esse fato desencadeou uma preocupação no sentido de racionalizar o seu uso, pois a disponibilidade de energia está vinculada diretamente ao desenvolvimento econômico do país.

O consumo de energia elétrica tem crescido substancialmente no Brasil, conforme dados do Balanço Energético Nacional (BEN, 2004) o consumo final de energia em 2004 foi de 191,1 milhões de tep (toneladas equivalente de petróleo), montante correspondente a 89,6% da oferta de energia e 3,1 vezes superior ao consumo de 1970. O setor que mais cresceu em relação ao consumo de energia foi o comercial e público, onde de 1970 a 2004, este cresceu 700%.

Esse aumento se deve em grande parte ao uso indiscriminado de sistemas de condicionamento de ar artificial nos edifícios de escritório na busca de obter melhores condições de conforto térmico aos ocupantes. Alguns trabalhos apontam que esse consumo em sistemas de condicionamento de ar é da ordem de 40% do total em edifícios de escritórios.

Nota-se que apesar da evolução dos materiais na construção civil como vidros especiais e outros, não houve uma melhoria no conforto e desempenho térmico destes edifícios (Amorin, 2004). Isto comprova a falta de interesse ou de

conhecimento dos profissionais ligados à construção civil em adotar medidas conservativas ainda na fase de projeto, o que levaria à edifícios com um bom desempenho térmico.

Oportuno se torna dizer que existe uma tendência para projetar edifícios energeticamente eficientes, e em virtude dessa consideração o arquiteto e o engenheiro, têm a obrigação de considerar os aspectos energéticos no projeto dos edifícios, a fim de garantir um produto final que esteja a favor do usuário e do meio ambiente.

Estima-se que edifícios com projetos adequados, que levem em conta as condições climáticas externas e busquem opções para um bom desempenho térmico, possam reduzir o consumo de energia elétrica em até 30%, quando comparados com outros que ofereçam níveis de conforto e utilização similares (Signor, 1999).

Outro ponto importante a ser destacado é a importância de projetar levando em consideração as condições climáticas locais, o que não vem acontecendo desde a criação do condicionador de ar, pois com ele os projetistas começaram a projetar ambientes independentes do clima externo. Assim, a arquitetura da genialidade e do gesto surgiu e tornou-se uma tendência arquitetônica, que, em geral, é totalmente desvinculada das características econômicas e ambientais do país.

Soluções criativas de arquitetura além de gerarem ambientes construídos com qualidade, com menos custos energéticos e econômicos, tanto na construção como na operação, manutenção e conservação das edificações, contribuem, para minimizar impactos ambientais decorrente da produção de energia elétrica e melhorar a qualidade de vida (Mascarenhas, 1997).

Conforme Carrieres (2005), o potencial de conservação de energia em prédios já construídos pode chegar a 30% e para prédios novos o ganho pode ser de até 50% na economia de energia.

Os edifícios de escritórios, por figurarem entre os maiores consumidores de energia, constituem o objeto de estudo deste trabalho. Na presente pesquisa, entende-se por “Edifícios de Escritório” um tipo de edificação comercial, que possui vários pavimentos e é composto por módulos constituídos por uma ou duas salas principais, sanitário e sala de espera, geralmente ocupados por profissionais liberais ou representantes comerciais. Estes edifícios apresentam uma tipologia bastante uniforme nas diversas regiões do Brasil, qualquer que seja o clima.

O Brasil apresenta significativa diversidade climática, sendo que cada região requer soluções específicas. O desconhecimento sobre essas especificidades e o insuficiente estudo das soluções apropriadas para cada realidade vêm sendo responsáveis pela proliferação, em nossas cidades, de edifícios com baixo desempenho térmico e, por consequência, de elevado consumo de energia.

No anseio de ver este quadro revertido, esta pesquisa vem dar uma contribuição para um trabalho maior que vem sendo desenvolvido em conjunto com outras instituições federais de ensino superior, todas localizadas em cada uma das oito zonas bioclimáticas brasileiras. A zona bioclimática que abrange esta pesquisa é a dois, dentro desta, foram selecionadas algumas cidades que se localizam na região central do Rio Grande do Sul.

Espera-se, com esta pesquisa, verificar o desempenho térmico de diferentes tipologias de edifícios de escritório frente às condições climáticas locais, relacionando este desempenho a algumas variáveis de projeto importantes na análise preliminar de um projeto de arquitetura deste tipo de edificação.

A presente pesquisa caracteriza-se como sendo de cunho quantitativo, pois supõe-se uma população de objetos comparáveis entre si. Esta foi conduzida através do levantamento de dados dos edifícios, da definição das tipologias com escolha dos prédios representativos de cada tipologia levantada e em seguida com o monitoramento da temperatura interna e externa destes. O monitoramento foi realizado no período de inverno e no verão, num período de 13 dias em cada uma das estações, em condições climáticas aleatórias.

Com os dados do monitoramento da temperatura do ar, foi possível avaliar o comportamento térmico das diferentes tipologias, relacionando a temperatura interna com a externa ao longo do tempo. Esta análise foi realizada considerando a curva de variação de temperatura e dos valores da amplitude térmica e do amortecimento da onda térmica para o período diário e para todo o período de medição. A variação destes parâmetros foi posteriormente analisada em função de duas características de projeto, importantes na definição das tipologias, a capacidade térmica e o percentual de área de janela total em função da área de fachada total.

Em seguida foi definido o intervalo de conforto térmico, de acordo com os dados climáticos da região, para apurar, para cada tipologia, as horas de conforto no período de frio e no período de calor, considerando o ambiente externo e o interno.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo principal diagnosticar e comparar a situação atual de desempenho térmico de diferentes tipologias de edifícios de escritório localizados em seis cidades pertencentes à região central do Rio Grande do Sul que se encontram na zona bioclimática dois do Brasil.

1.1.2 Objetivos específicos

- Levantar as diferentes tipologias de edifícios de escritórios encontradas nas cidades de Cruz Alta, Ijuí, Lajeado, Santa Cruz do Sul, Santa Maria e Venâncio Aires, todas localizadas na zona bioclimática dois do Brasil;
- Definir um edifício representativo de cada uma das tipologias construtivas encontradas na região estudada;
- Analisar as características construtivas dos edifícios selecionados;
- Monitorar as temperaturas internas destes edifícios e externas durante um período de dias consecutivos no inverno e no verão;
- Analisar a variação das temperaturas internas em relação às externas, avaliando a influência de parâmetros arquitetônicos importantes na definição das diferentes tipologias;

1.2 Estrutura da dissertação

A dissertação de mestrado encontra-se subdividida em seis capítulos: Introdução, Revisão de Literatura, Métodos e Equipamentos, Resultados, Análise dos Resultados e Conclusões.

Na introdução, fez-se a apresentação do tema a ser desenvolvido, abordando a importância do tema e as justificativas para a realização desta pesquisa e os objetivos a serem alcançados.

Na revisão de literatura, aborda-se o zoneamento bioclimático brasileiro com a caracterização da região estudada, logo após são apresentados trabalhos realizados

a nível nacional envolvendo desempenho térmico de edificações. Por fim são abordadas as normas mais importantes que tratam de desempenho térmico e eficiência energética.

No terceiro capítulo apresenta-se o procedimento metodológico aplicado ao estudo de forma a se obter os objetivos estabelecidos no primeiro capítulo. Este item consta do levantamento de dados, da definição das tipologias, do monitoramento e, em seguida da definição do intervalo de conforto térmico.

O quarto capítulo apresenta os resultados obtidos para o estudo através da metodologia proposta. São apresentados os resultados referentes à caracterização das tipologias, padrão de ocupação e uso de equipamentos e por fim monitoramento das edificações.

O quinto capítulo refere-se à análise dos resultados onde são realizadas análise de amortecimento e atraso da onda térmica para o período de inverno e de verão assim como o conforto térmico interno para estes períodos.

O sexto capítulo remete-se as conclusões extraídas da análise dos resultados juntamente com as limitações e sugestões para trabalhos futuros.

Em seguida, são apresentados as referências bibliográficas, anexo e apêndices com planilhas utilizada no levantamento dos dados construtivos como os de monitoramento e demais dados que embasam esta dissertação de mestrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Apresenta-se a seguir uma revisão bibliográfica com ênfase ao tema referido a presente dissertação onde são abordados trabalhos semelhantes a este, desenvolvidos no Brasil. Como complemento foi enfocada algumas normas existentes de desempenho térmico e energético da envolvente de edifícios, como a ASHRAE, relatando os pontos mais significativos de versões anteriores até a atual, a norma brasileira NBR 15220 desenvolvida pela ABNT (Associação Brasileira das Normas Técnicas), e também a ISO7730.

O estudo do desempenho térmico em edifícios de escritórios é uma maneira de contribuir para a redução no consumo de energia elétrica destas edificações, pois atualmente estes edifícios são os maiores consumidores de energia.

A avaliação do desempenho térmico de uma edificação contempla a resposta global do projeto arquitetônico em relação às trocas térmicas entre o ambiente construído e o ambiente externo, onde o clima afeta tanto o desempenho térmico como o conforto dos usuários destas edificações. Uma edificação projetada para o clima no qual está inserida torna-se confortável, além de economizar energia, contudo torna-se imprescindível um prévio estudo do zoneamento bioclimático brasileiro e as características climáticas da região em estudo.

2.1 Zoneamento bioclimático brasileiro

Segundo Siqueira et al. (2005) o clima predominante no Brasil é o Tropical. A influência da continentalidade, maritimidade, latitude, relevo e massas de ar fazem com que, no Brasil, existam vários subtipos de clima tropical, o subtropical e o equatorial.

A NBR 15220 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) trata do desempenho térmico de edificações. Na parte 3 da norma é abordado o zoneamento bioclimático brasileiro, que foi criado para padronizar o clima em relação a análise térmica dos ambientes. Este zoneamento compreende oito diferentes zonas, conforme Figura 1.

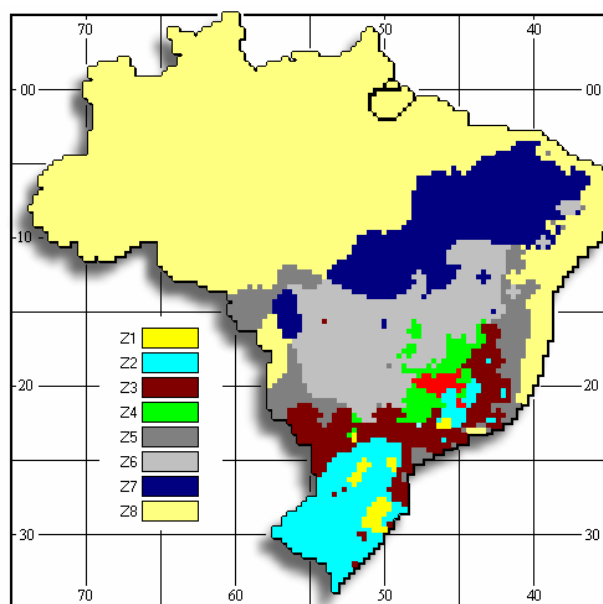


Figura 1 - Zoneamento bioclimático para o Brasil.

Fonte: ABNT, 2005c.

Segundo Roriz et al (1999 apud DUMKE, 2002, p. 68), o zoneamento bioclimático tem por finalidade adequar às edificações ao clima, melhorando seu desempenho térmico. Este zoneamento foi definido por meio de uma base de dados climáticos, obtida pela divisão do território brasileiro em 6500 células (quadradas de 36km de lado), caracterizadas pela sua posição geográfica, bem como pelas médias mensais de temperaturas máximas e mínimas e da umidade relativa do ar. Mediante a aplicação de uma adaptação do Diagrama Bioclimático de Givoni (1992) apresentado na Figura 2, foi classificado o clima de cada célula, agrupando-as conforme as Zonas Bioclimáticas.

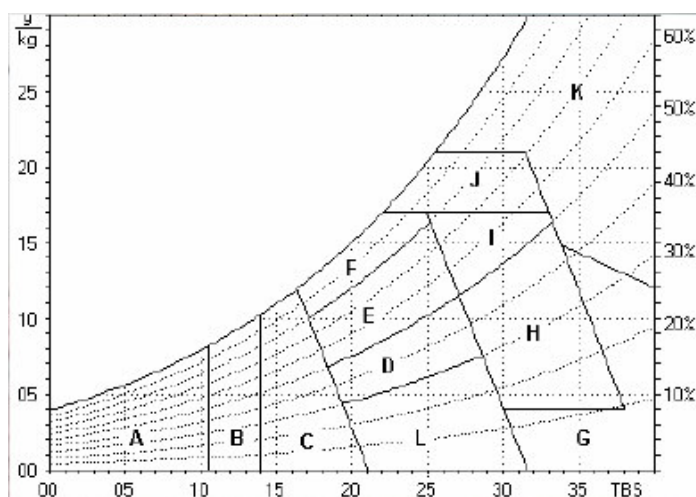


Figura 2 – Diagrama bioclimático de Givoni

A presente pesquisa se desenvolve na zona bioclimática dois, conforme já relatado, que corresponde a 6,4% do território nacional.

O diagrama apresentado na Figura 3 é constituído por zonas distintas;

- 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 refrigeração;
- I +J – Zona de ventilação;
- K – Zona de refrigeração artificial
- L – Zona de umidificação do ar;

Em seguida foi realizada a identificação das Zonas Bioclimáticas, agrupando em cada uma o conjunto das células classificadas em um mesmo tipo.

Na Figura 3 é apresentado um modelo de carta bioclimática para a cidade de Ponta Grossa pertencente à zona bioclimática dois, com as normais climatológicas.

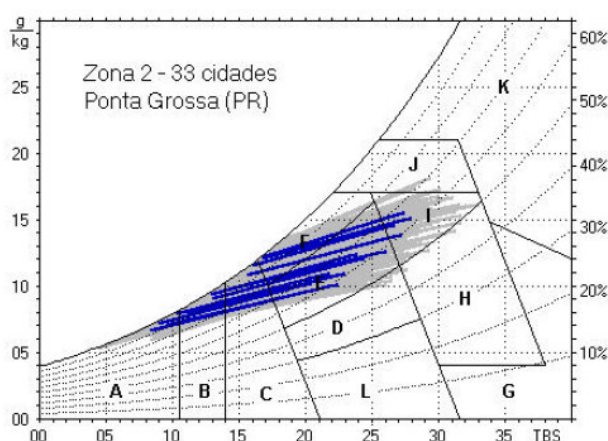


Figura 3 - Carta Bioclimática apresentando as normais climatológicas de cidades desta zona, destacando a cidade de Ponta Grossa, PR.

Fonte: ABNT, 2005c.

2.1.1 Características do clima da região central do Rio Grande do Sul

O clima no Brasil apresenta características muito diversas, ainda que em regiões muito próximas entre si. No Brasil, dada sua grande extensão territorial e sua

localização geográfica (entre dois trópicos), vários tipos diferentes de clima são identificados, mais precisamente são seis tipos de clima (Lamberts, et al, 1997):

- Tropical – verão quente e chuvoso e inverno quente e seco, e temperaturas médias acima de 20 °C.
- Equatorial – compreendendo toda a Amazônia, apresentando chuva em abundância e temperaturas médias entre 24 °C e 26 °C.
- Semi-árido – região climática mais seca, com temperaturas médias em torno de 27 °C, chuvas escassas.
- Subtropical – temperaturas médias abaixo de 20 °C, e chuvas fartas, inverno rigoroso podendo ocorrer neve nas regiões mais elevadas.
- Tropical Atlântico – característico das regiões litorâneas, com temperaturas médias entre 18 °C e 26 °C, chuvas em abundância, sendo que para as regiões situadas mais ao sul estas se concentram no verão e para as regiões próximas ao equador, de latitudes mais baixas, as chuvas se concentram mais no inverno e outono.
- Tropical de Altitude – temperaturas médias entre 18 °C e 22 °C.

Estas regiões climáticas estão ilustradas no mapa que se segue, Figura 4.

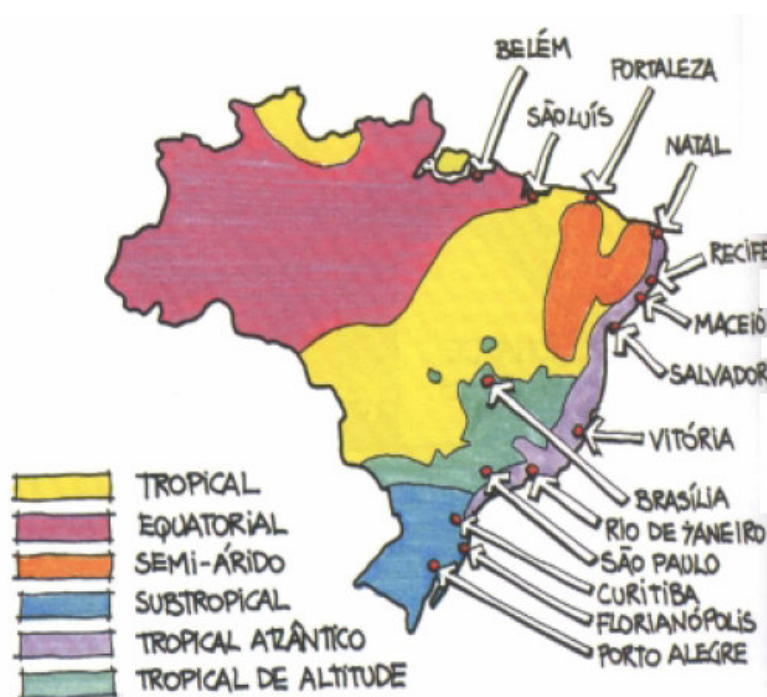


Figura 4 – Regiões climáticas do Brasil

Neste trabalho a análise do desempenho térmico de edifícios de escritório está restrita ao estado do Rio Grande do Sul, que se encontra dentro da zona bioclimática dois do Brasil, sendo o clima desta região classificado como subtropical, e marcado durante todo o ano por entradas de frentes frias.

2.2 A importância do clima no desempenho térmico dos edifícios

O abrigo sempre serviu como proteção do homem frente as variáveis climáticas externas, na qual estava inserido. Assim, o clima sempre foi um dos elementos principais no projeto e construção da habitação do homem. Nas edificações mais antigas havia uma maior preocupação em conseguir suavizar os excessos das condições ambientais exteriores. A luz natural era a principal iluminação utilizada, havendo um controle das dimensões das janelas. No verão o conforto térmico era controlado por sombreamento e no inverno era utilizada a radiação solar e a inércia térmica para aquecer os ambientes.

As técnicas construtivas variavam de acordo com o clima local. Utilizavam-se os recursos disponíveis na região, com a finalidade de proporcionar conforto ambiental aos usuários, conforme observa Bulla (1995). Assim, os fatores estáticos (posição geográfica e relevo) e dinâmicos (temperatura, umidade e movimento do ar e radiação solar) eram levados mais em consideração na elaboração dos projetos.

Para Mascaró (1991), a taxa de ganhos ou perdas de calor do edifício depende de um conjunto de fatores, tais como:

- diferenças entre a temperatura interior e exterior. O ganho ou perda de calor radiante está vinculado às características do material e da cor das superfícies que constituem as paredes externas do edifício;
- localização, orientação (ao sol e aos ventos), forma e altura do edifício;
- características do entorno natural e construído;
- ação da radiação solar e térmica e, conseqüentemente, das características isolantes térmicas do envolvente do edifício;
- ação do vento sobre as superfícies interiores e fachadas e nos locais do edifício;
- desenho e proteção das aberturas para iluminação e ventilação, assim como sua adequada proteção;

- localização estratégica dos equipamentos de climatização artificial, tanto dentro como fora do edifício, assim como dos principais aparelhos eletrodomésticos.

Segundo Siqueira (2005), o clima afeta a execução, a segurança, o conforto e desempenho energético de edificações. Portanto o estudo da climatologia aplicada à construção é imprescindível em todas as fases do projeto arquitetônico e, além disso, envolve um processo interativo, onde deve ser levadas em conta a influência do clima na edificação e a influência da edificação sobre o clima do entorno.

De acordo com Maciel (2002), com um melhor conhecimento do clima da região, é possível evitar, ou pelo menos minimizar os aspectos ambientais indesejáveis, como ventos fortes, altas temperaturas, entre outros. Portanto, a análise das condições climáticas e microclimáticas locais revertem-se de fundamental importância no que diz respeito à arquitetura, sendo esta a principal criadora do microclima no ambiente interno.

2.2.1 Arquitetura bioclimática

O futuro da arquitetura não é o de arranha-céus feitos de ferro e vidro, isso pode parecer estranho, diante das várias tecnologias e inovações que encontramos no mercado da construção civil nos dias de hoje, mas já é a realidade nos Estados Unidos e países da Europa, devido à preocupação com o consumo de energia nas edificações deste porte. Devido a isto, estes países já estão mudando o conceito de arquitetura e voltando aos projetos mais eficientes energeticamente, que respeitam a natureza e que promovem conforto sem esquecer da estética.

Construções que aproveitam os recursos naturais e favorecem o conforto térmico de seus ocupantes com menor consumo de energia, constituem a denominada Arquitetura bioclimática, onde, para a otimização das condições ideais, são utilizados os próprios elementos arquitetônicos e tecnologias construtivas (Lamberts, et al,1997).

Em 1962, Olygay (apud ADRIAZOLA, 2002, p.13) escreveu um livro sobre uma arquitetura distinta da convencional e que passa a ser referência para todos que buscam trabalhar com o que veio a ser chamado de arquitetura solar, arquitetura passiva ou arquitetura bioclimática. Este texto trata do clima e sua

relação com o ser humano; das ações do clima sobre a arquitetura e apresenta exemplos destas ações, na arquitetura e no urbanismo.

Olygay (1998 apud ANDREASI, 2001, p. 26-27) manifesta-se no sentido de que o processo construtivo de uma moradia climaticamente equilibrada deveria dividir-se em quatro etapas, sendo que a última delas seria a expressão arquitetônica. A seqüência proposta seria: análise dos Dados Climáticos (segundo suas características anuais de temperatura, umidade relativa, radiação e vento), análise das Variáveis Biológicas (sensações humanas transladadas ao gráfico bioclimático), análise das Soluções tecnológicas possíveis (localização, orientação, sombra, forma, movimento do ar e equilíbrio da temperatura interior) e finalmente a tradução arquitetônica das conclusões anteriores.

Segundo Dumke (2002), a concepção bioclimatologia consiste em utilizar corretamente os recursos naturais, como o sol, o vento, a vegetação, e a temperatura do ambiente. Deste modo é possível tirar partido dos fenômenos naturais de transmissão energética para obter ganhos ou perdas de calor através do envelope do edifício.

Podemos destacar algumas características da arquitetura bioclimática:

1. adequação do espaço construído as características do clima local e as necessidade humanas;
2. racionalização do consumo de energia;
3. conforto ambiental proporcionado pelo uso otimizado de recursos naturais.

Le Corbusier a partir de 1920 foi um dos primeiros arquitetos que começou a considerar a influência do sol e do vento em seus projetos de planejamento de cidades. Foi Le Corbusier quem recomendou a Oscar Niemeyer em 1936, o uso de protetores solares, o chamado *brise-soleil* para o Edifício Público Nacional de Saúde e Educação, localizado na cidade do Rio de Janeiro (Adriazola, 2002, p. 13).

Esse novo elemento arquitetônico começou a ser empregados por muitos arquitetos brasileiros em suas obras o que proporcionou um melhor desempenho térmico em muitas edificações.

Nas escolas de arquitetura brasileiras a arquitetura bioclimática vem sendo cada vez mais destacada, pois é necessário que este conceito de arquitetura seja passado para os futuros arquitetos ainda na fase de aprendizagem, para que na vida profissional seja colocado em prática, pois hoje grande parte das construções é

ineficiente energeticamente devido ao desconhecimento dos profissionais neste assunto.

A arquitetura bioclimática não se restringe às características arquitetônicas adequadas, preocupa-se, também, com o desenvolvimento de equipamentos e sistemas que são necessários ao uso da edificação (aquecimento de água, circulação de ar, iluminação, conservação de alimentos, etc.) e com uso de materiais de conteúdo energético tão baixo quanto possível.

Segundo Dumke (2002) apesar da grande diversidade climática que o Brasil possui, as características da maior parte do território permitem construções em condições de conforto térmico, utilizando-se apenas técnicas de projeto adequadas, sem a necessidade de condicionamento artificial ou de insumos energéticos.

2.3 Desempenho térmico e eficiência energética em edifícios de escritório

Segundo Lamberts et al. (1997), um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com um menor custo de energia. Nos edifícios, a energia é usada na forma de eletricidade para operar equipamentos destinados à segurança, eficiência e conforto de seus ocupantes e usuários. Tais equipamentos incluem sistemas de refrigeração, iluminação, transporte vertical, operação dos escritórios e outros dispositivos.

Nos últimos anos o desenvolvimento tecnológico e a descoberta de novos materiais tem contribuído para que o ato de construir e projetar se desvincule do ambiente natural, pois o clima local e os materiais disponíveis na região já não são devidamente levados em consideração na fase de projeto, o que leva a projetos com baixo índices de conforto térmico e em conseqüência a um elevado consumo de energia para condicionar artificialmente os ambientes. Os projetistas devem ter como parâmetros para seus projetos medidas de eficiência energética, pois estas são premissas básicas para um projeto e não empecilhos para a elaboração deste.

Para Romero (1995), a perda para o usuário final e para o país como gerador de energia para suprir estes edifícios é irrecuperável, pois, como já vimos o potencial de conservação de energia elétrica em edificações existentes é bastante inferior ao potencial que pode ser conservado em edifícios que ainda encontra-se na etapa do projeto.

Mascarenhas et al. (1995), em um estudo relacionando a área de janela com o consumo de energia de 30 edificações de escritório, concluiu que edifícios com área de janelas superior a 40% apresentam um consumo de energia aproximadamente 50% maior que edifícios com área de janela inferior a 20%.

Tipologias arquitetônicas de outros países com clima bem diferente do nosso, vem sendo empregadas indiscriminadamente, devido a valores estéticos, principalmente em edifícios comerciais. Essa tipologia moderna de edificações comerciais não é adequada ao nosso clima, pois esta geralmente emprega grande quantidade de vidro na fachada o que torna a edificação muito vulnerável a ganhos ou perdas de calor, conforme já verificado no estudo de Mascarenhas et al (1995).

A orientação solar das fachadas é outro ponto importante na análise de desempenho térmico das edificações, pois cada face do envoltório dos edifícios recebe calor do sol diferentemente. Gomes e Lamberts (1995) observaram que os edifícios com a face maior voltada para a orientação leste e oeste apresentaram maiores consumos de energia, apesar das diferenças serem pequenas, não ultrapassando a 4% do consumo de energia elétrica. Isso mostra que a orientação solar influencia no desempenho térmico de uma edificação.

Assim, sem dúvida, os fatores externos tais como o clima da região, ventos e a radiação solar incidente agem diretamente no desempenho do envelope, pois nele ocorrem fenômenos como a inércia térmica, troca de calor por condução, convecção e radiação, e incidência de radiação solar através das aberturas, sendo que estes fenômenos, dentre outros, estão ligados as propriedades físicas de cada material. Tendo em vista esse conjunto de fatores, ao se projetar um edifício, deve haver a preocupação com sua forma, orientação e com os componentes do envelope (paredes, aberturas e cobertura), pois eles têm relação com as cargas térmicas e a eficiência energética de uma edificação.

Como vimos, são vários os parâmetros que estão intimamente ligados ao projeto arquitetônico e que afetam o desempenho térmico de uma edificação mostrando-nos o quanto é importante sabermos analisá-los e empregá-los de maneira correta para que se chegue a uma edificação eficiente energeticamente.

Para determinação do comportamento térmico da edificação, objetivando avaliar seu desempenho num determinado local, é de fundamental importância que se identifiquem as condições climáticas e microclimáticas locais às quais a edificação está exposta, é importante também que se caracterizarem as fontes

internas de calor, observando-se o perfil de ocupação, o perfil de iluminação e os equipamentos existentes.

2.4 Análise de Desempenho térmico em edificações

As medidas de eficiência energética são premissas básicas para um projeto e não empecilhos à elaboração deste, pois essas são condicionantes que vêm dar mais sentido e mais qualidade para a arquitetura (Lamberts et al., 1997).

Santana (2006) realizou simulações computacionais para a avaliação da influência dos parâmetros construtivos na eficiência de edifícios de escritórios da cidade de Florianópolis. Para este estudo foram levantados trinta e cinco edifícios de escritórios com cinco ou mais pavimentos, localizados no centro de Florianópolis e, definido um edifício modelo como tipologia predominante para as simulações.

Para os edifícios estudados, foi coletado um conjunto de indicadores como número de pavimentos, forma dos edifícios, proporção dos edifícios, orientação das fachadas, elementos de proteção solar, detalhes construtivos, percentual de área de janela na fachada, padrão de ocupação, padrão de uso de equipamentos e, densidade de carga interna. Estes dados serviram para a determinação do edifício modelado como tipologia predominante, através das características mais freqüentes obtidas nesta etapa de processamento do levantamento dos dados.

A tipologia predominante foi definida como caso base das simulações termo-energéticas. A partir deste, modificaram-se determinados parâmetros para avaliar a sua influência no consumo de energia em edifícios de escritórios e assim podendo determinar os mais adequados ao clima de Florianópolis. A análise dos dados das simulações foi feita de modo comparativo, sempre verificando a resposta da variação de uma alteração com o caso base.

Para a análise dos dados, os parâmetros foram divididos em três partes: os parâmetros que envolvem o envelope; os parâmetros que envolvem padrão de ocupação e uso de equipamentos e, o parâmetro que envolve o sistema de ar condicionado, todos estes foram avaliados através do uso do programa simulador EnergyPlus.

Este estudo apresentou resultados representativos para alguns parâmetros. O percentual de área de janela na fachada (PJF) destacou-se como o que apresentou maior influência na variação do consumo de energia: a cada 10% de aumento do

PJF, ocorreu um acréscimo no consumo de energia de 2,9%. A absorvância das paredes também apresentou resultados significativos, cada variação de 10% implicou em um aumento no consumo de energia de 1,9%. Ao se comparar o caso de menor com o de maior absorvância, ou seja, alteração da cor das paredes externas de clara para escura, aumentou-se o consumo de energia em 15,1%.

O uso de brises também apresentou resultados significativos em relação à eficiência energética. Em relação ao caso base a variação no consumo de energia foi de aproximadamente 12%. Um dado interessante que foi constatado que a cada 10° de aumento do ângulo vertical de sombreamento em brises horizontais, o consumo de energia varia em 1,8%.

A absorvância da cobertura obteve uma variação significativa, pois apesar da sua área ser menor se comparado com a área de parede do edifício, o consumo de energia da edificação varia em 1% ao se alterar a absorvância da cobertura em 10%.

As variações das transmitâncias térmicas das paredes não se comportaram como o esperado, pois ao se aumentar a transmitância térmica das paredes, ocorre uma redução no consumo de energia. Já em trabalhos similares, ao se aumentar a transmitância térmica ocorre um acréscimo no consumo de energia. A variação nos valores de transmitância térmica das paredes, não apresentou variações significativas no consumo de energia, não justificando este parâmetro ser utilizada como medida de conservação de energia. Ocorreu apenas uma variação de 0,5% no consumo de energia ao se alterar a transmitância térmica das paredes em 10%.

Ocorreu uma boa correlação da variação do tipo de vidro e o consumo de energia, onde aumentando o fator solar em 0,1 ocorre um acréscimo no consumo de 0,65%.

Este estudo demonstrou os parâmetros que mais influenciam no consumo de energia, além de acrescentar a importância da escolha dos materiais e da adequação da edificação ao clima, para assim alcançar melhores níveis de eficiência energética.

Um trabalho bem semelhante ao de Santana (2006) foi o realizado anteriormente por Bulla (1995), onde este também selecionou parâmetros para avaliação do desempenho energético da envolvente de edifícios comerciais na cidade de Florianópolis. As variações da tipologia predominante consistiram na análise do coeficiente de sombreamento das janelas, razão entre área de janelas e paredes, absorvância de radiação de onda curta incidente e a transmitância térmica

das paredes e cobertura. O programa utilizado para as simulações foi o DOE-2.1E. Nos resultados apresentados no trabalho pode ser feita uma análise do consumo de energia em função de alterações feitas nos elementos da envolvente.

Dentre os resultados obtidos, Bulla (1995) observou que nem todas as variáveis envolvidas na parametrização apresentaram variações significativas no consumo de energia do edifício. O autor destacou a variação no consumo de energia em função da variação do tamanho das janelas e da variação do coeficiente de sombreamento que atingiram a 13%. A orientação das janelas da fachada principal teve uma redução de 5% quando modificadas de norte para leste. A influência da absorvância das paredes foi significativa no consumo de energia do edifício, já ao analisar a variação do consumo de energia do edifício em função da variação dos valores de transmitância térmica das paredes, o autor constatou a pequena influência deste parâmetro na análise do consumo de energia. Onde quando todos os demais parâmetros são mantidos constantes na simulação, com exceção da transmitância térmica das paredes, que apresentaram valores entre 0,51 e 3,30W/m²°C, a variação no consumo de energia foi inferior a 0,5%, mesmo quando a orientação do prédio (fachada principal) foi mudada de norte para leste.

Nas conclusões do estudo de Bulla (1995), ele apresentou valores para limitar o consumo de energia elétrica, onde sugeriu valores máximos para as propriedades das janelas (áreas janela/parede em função do coeficiente de sombreamento), correlacionadas entre si com a orientação do edifício.

Signor (1999) realizou um estudo com o propósito de equacionar o consumo de energia elétrica de edifícios de escritórios climatizados artificialmente, para climas de 14 capitais brasileiras. Foram aproximadamente 7000 simulações termo-energéticas, que tinham como objetivo principal avaliar as diversas variáveis arquitetônicas e construtivas a fim de buscar aquelas de maior importância na determinação do consumo de eletricidade.

O autor apresentou equações que podem ser utilizadas para estimar o consumo de energia elétrica em edifícios de escritório de cada uma das 14 cidades analisadas, baseada em regressões lineares múltiplas de análises dos parâmetros construtivos e do consumo de energia.

Muitas variáveis arquitetônicas e construtivas foram testadas a fim de buscar aquelas de maior importância na determinação do consumo de energia. Os parâmetros selecionados englobam: o tamanho do prédio (número de pavimentos e

área em planta), a composição de suas fachadas (quantidade de áreas envidraçadas), materiais constituintes (tipos de telhados e vidros) e outras características, como brises e cores de fachadas e cobertura.

Os resultados das equações desenvolvidas por Signor (1999) foram satisfatórios, pois as equações demonstraram um bom ajuste para todas as cidades consideradas e ainda descrevem com precisão os consumos de energia elétrica dos edifícios considerados.

O objetivo principal do estudo realizado por Barbosa (1997) foi o de desenvolver uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico em edificações térreas, residenciais unifamiliares.

A metodologia empregada pela autora visou confirmar as condições de conforto térmico dos moradores de residências unifamiliares da cidade de Londrina, ajustar uma ferramenta de simulação térmica horária anual, frente a diferentes sistemas construtivos, e estabelecer o limite de horas anuais de desconforto com base em um referencial cultural (sistemas construtivos mais utilizados).

Nos cinco diferentes sistemas construtivos de edificações térreas unifamiliares pesquisados, foram medidas no verão e no inverno as temperaturas internas, levantados os dados construtivos e as sensações dos usuários. A porcentagem de valores máximos ou mais freqüentes foi considerada para a composição da tipologia construtiva representativa. Para esta foram feitos os cálculos de: transmitância térmica dos principais elementos construtivos; relações entre área média de janela e área de fachada e entre áreas totais de aberturas para ventilação e área de construção.

Com o uso do programa simulador, a autora realizou simulações com várias alternativas construtivas, estabelecendo horas de desconforto anuais para cada alternativa. Para Barbosa (1997) a avaliação de desempenho térmico pode ser feita simulando-se qualquer sistema construtivo, quantificando-se as horas anuais de desconforto e comparando-as com o limite aceitável estabelecido.

Para o estabelecimento do limite aceitável de desempenho térmico para habitações unifamiliares usou-se o referencial cultural com um benefício térmico de baixo custo, pintura da cobertura. Este benefício reduziu as horas de desconforto para 1000 horas anuais. Este valor ficou sendo o limite de horas aceitáveis para desempenho térmico para Londrina.

Dentre as tipologias estudadas, as casas de ardósia e de argamassa armada mostraram uma quantidade de horas de desconforto anual bem acima do limite estabelecido. As casas de concreto monolítico e blocos de concreto ficaram dentro da faixa aceitável de horas de desconforto. Assim é de se verificar que a massa térmica é importante para a redução de horas de desconforto no clima de Londrina.

A autora também concluiu que para avaliar o desempenho térmico das edificações seria necessário fazer-se uma investigação para o ano inteiro e não apenas para dias nos períodos extremos do ano, isso devido à dinâmica climática externa.

Convém ressaltar que esta forma de avaliação de desempenho térmico desenvolvida por Barbosa (1997) é feita simulando qualquer sistema construtivo e comparando a quantidade de horas anuais em que a temperatura interna fica fora do limite de temperaturas da zona de conforto de Givoni e comparando com o limite estabelecido de 1000 horas.

O estudo de Adriazola (2002) teve como objetivo principal, analisar o desempenho térmico de salas de aula na unidade de Curitiba do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR. O estudo abrange o monitoramento de temperatura e umidade no período de inverno e verão, simulações de modelos e análise do desempenho térmico de salas de aula.

O monitoramento verificou as temperaturas das salas de aula, baseadas na classificação de frio, conforto e calor estabelecidos por Givoni (1992). Com as simulações e cálculos pode-se verificar quais os materiais que apresentaram melhor desempenho, dentre os mais utilizados nas paredes e coberturas.

Como no trabalho de Barbosa (1997), a autora constatou que o período de monitoramento não havia sido suficiente para confirmar a influência das propriedades físicas dos materiais empregados nas paredes e coberturas dos ambientes monitorados, indicando a necessidade de se realizar avaliações por um período maior de tempo. Com isso foi realizada a opção de simulação.

As salas que apresentaram melhor desempenho térmico durante o monitoramento foram às mesmas da simulação.

Adriazola (2002) constatou que para o clima de Curitiba há uma necessidade de uma maior insolação nas fachadas. Duas salas monitoradas que apresentavam as mesmas características construtivas e arquitetônicas, porém com orientações distintas, uma com orientação sudeste e outra noroeste apresentaram no verão o

mesmo desempenho térmico, já no inverno a sala com orientação sudeste teve o pior desempenho.

Em relação aos materiais utilizados na cobertura e paredes das salas monitoradas, a cobertura de cerâmica apresentou um melhor desempenho tanto para inverno como para o período de verão. A simulação com as trocas de paredes constatou que o concreto celular apresentou o melhor desempenho térmico, tanto para inverno como para o verão.

Este trabalho concluiu que os valores de Transmitância (U) e da Inércia (ϕ) dos materiais empregados tanto nas paredes como nas coberturas, influenciam no desempenho térmico das salas em maior ou menor grau. Onde a influência foi acentuada no caso das trocas de paredes, porém nas simulações com trocas de cobertura não se mostrou muito significativo.

Para as paredes quanto menor o valor da transmitância térmica (U) e maior o valor do atraso térmico (ϕ) melhor o resultado. Assim ficou claro que para as paredes a transmitância térmica é inversamente proporcional e o atraso térmico diretamente proporcional ao desempenho térmico do material.

Para a cobertura esta relação é inversa, a cobertura cerâmica que apresentou o melhor desempenho térmico, apresentou também um dos maiores valores para transmitância térmica (U) e um dos menores valores para o atraso térmico (ϕ), o que não significa que o inverso resulta no pior desempenho térmico.

Com a posterior análise dos trabalhos acima, destacou-se alguns pontos em comum entre alguns deles. Santana (2006), Bulla (1995) e Adriazola (2002), concluíram em seus respectivos trabalhos que a redução da transmitância térmica das paredes externas não apresentou influência significativa na redução no consumo de energia. Os referidos autores também concluíram que o percentual de área de janelas na fachada (PJF) é o parâmetro arquitetônico que mais se destacou na influência da variação de consumo de energia. O coeficiente de sombreamento também apresentou bom resultado em relação ao consumo de energia nos três trabalhos acima citados.

A maioria dos trabalhos realizados a nível nacional, aqui analisado, que abordam desempenho térmico e eficiência energética em edificações, realiza simulações termo-energéticas, e utilizam para as simulações um caso base. Este é definido através da frequência de ocorrência dos diversos parâmetros levantados

nas pesquisas. Com o caso base são realizadas várias alternativas de projeto e materiais a fim de se chegar a um modelo mais eficiente energeticamente.

A presente pesquisa se diferencia, por avaliar o desempenho térmico dos edifícios de escritório sem o uso de programas computacionais e por avaliar edifícios reais, típicos da região em estudo e em seu uso normal. O que tem boa coerência e considera o funcionamento do prédio de acordo com a vontade e necessidade de seus usuários, dado difícil de ser considerado na simulação computacional.

2.5 Normas de desempenho e eficiência energética

Segundo Dumke (2002), nos últimos anos, as crescentes migrações, a comunicação entre as sociedades, o desenvolvimento tecnológico e as descobertas de novos materiais tem contribuído para que o ato de construir se distancie do ambiente natural. Este uso indiscriminado de tipologias e elementos construtivos importados, principalmente em edifícios de escritórios, além de perder o caráter regional requer grande quantidade de energia para condicionar artificialmente os ambientes. Devido a esta situação é que se torna imprescindível o uso de uma norma que regulamente o uso de energia nestas edificações. Muitos países já possuem normas de eficiência energética e desempenho térmico para edifícios de escritórios, o Brasil é um dos poucos países que ainda não possui.

Segundo Romero (1997), o regulamento energético para as edificações é um instrumento que regulamenta as condições climáticas (aquecimento e arrefecimento) das edificações visando redução do consumo atual e potencial de energia. O regulamento incentiva o uso de técnicas passivas, caracterizando os componentes térmicos relacionados com os aspectos construtivos, diminuindo a solicitação de tecnologias ou sistemas ativos de aquecimento e arrefecimento.

Desta maneira destaca-se a importância do uso de uma norma. Segundo Signor (1999), torna-se difícil projetar prédios eficientes quando não se tem uma clara idéia de quanto uma determinada medida pode ser significativa para o consumo. Além disso, interações entre diversas medidas combinadas entre si ou entre elas e o clima da localidade em que o edifício será construído somente podem ser avaliadas com o auxílio de programas computacionais.

Durante a crise do petróleo, na década de 70, surgiram as primeiras normas de eficiência energética em edificações. Nesse período, países como os EUA,

lançaram programas de incentivo à redução de consumo de energia, resultando posteriormente no desenvolvimento de normas de eficiência energética. A Europa há décadas também realiza pesquisas neste sentido, o que tem possibilitado a definição de critérios e dados estatísticos acerca de diversos aspectos relacionados ao conforto do espaço físico.

Embora muitos esforços no sentido de implantação de processo de avaliação do desempenho térmico de edificações, o Brasil ainda não possui uma legislação específica relacionada a esta questão. Isso se deve principalmente a complexidade conceitual e operacional de métodos de avaliação e a grande diversidade climática que o país apresenta. Assim muitas pesquisas ainda devem ser realizadas e amadurecidas para que se chegue a recomendações de projeto adequadas para cada região bioclimática brasileira (Santana, 2006).

Segundo Akutsu (1997) destaca-se a importância de uma normalização que regulamente a adoção de medidas de conservação de energia elétrica tanto a nível do indivíduo, pois estas regulamentações visam o projeto/construção de edificações que proporcione condições satisfatórias de conforto aos ocupantes, quanto a nível de coletivo, pois as regulamentações visam:

- melhorar o emprego de recursos monetários de órgãos de fomento à habitação no financiamento de edificações de bom desempenho térmico;
- minimizar a poluição térmica produzida pelos equipamentos de ar condicionado;
- reduzir o custo para a construção/manutenção de hidrelétricas;
- incentivar o uso de fontes renováveis ou de maior disponibilidade no local de implantação da edificação e minimizar a importação de energéticos de menor disponibilidade.

O racionamento de energia em quatro regiões brasileiras no ano de 2001 facilitou a aprovação, e posterior sanção, da Lei Federal nº10295 que há 10 anos tramitava no Congresso Nacional. Esta lei dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, sendo regulamentada pelo Decreto nº4059 de 19 de dezembro de 2001 que estabelece “níveis máximos de consumo de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, bem como as edificações construídas”. O decreto cria um “Grupo Técnico para Eficientização de

Energia nas Edificações no País”, ou seja, um grupo que irá propor uma forma de regulamentar as edificações no Brasil visando o uso racional de energia elétrica.

2.5.1 ASHRAE

A norma ASHRAE teve sua primeira versão publicada em 1975, sendo a mesma atualizada em 1980 e posteriormente revisada em 1989, onde foi intitulada ASHRAE/IES 90.1-1989 Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.

A primeira versão de 1975 tem como principal objetivo estabelecer exigências de projeto que venham melhorar o uso de energia em edifícios e também para fornecer meios de determinar de forma antecipada, o impacto causado pelo uso dessa energia (ASHRAE, 1975). As requisições exigidas nesta norma se baseavam em prover condições de projeto que determinassem uma melhora do uso de energia em novos edifícios. Para isso existiam exigências direcionadas ao projeto do envelope do edifício como requerimentos no sentido de garantir a resistência térmica, baixa taxa de infiltração de ar, além de estabelecer critérios de projeto e seleção de sistemas de equipamentos mecânicos e elétricos, tais como ar condicionado, iluminação e aquecimento da água. Todos os componentes do envólucro (paredes, teto, aberturas, etc) deveriam respeitar os critérios estabelecidos para sua transmitância térmica. Se um dos elementos não viesse a respeitar as especificações, poderiam ser feitas compensações com outros elementos. Esta norma classifica as edificações em dois tipos: Edificações tipo A – residências independentes, uni ou bi-familiares, e Edificações tipo B – todas as edificações, exceto as do tipo A.

No ano de 1989, a ASHRAE apresentou a versão da norma de eficiência energética para edificações exceto para edificações não residenciais, aperfeiçoada e modificada decorrente da utilização da norma anterior ainda baseada no OTTV (Overall Thermal Transmittance Value) que seria um valor de transferência global adotado para o resfriamento das paredes.

Esta norma possui as seguintes diretrizes:

- estabelecer as condições mínimas para o projeto energeticamente eficiente de novas edificações, bem como a maneira a serem construídas,

operadas e mantidas de modo a minimizar o consumo de energia sem, no entanto, prejudicar o conforto ou a produtividade;

- prover critérios para um projeto eficiente e métodos para determinar a conformidade com tais critérios;
- estabelecer um guia confiável para projetos energeticamente eficientes.

A norma estabelece também duas maneiras distintas de provar-se a conformidade do projeto em estudo com suas prescrições:

Critério prescritivo: Este critério possibilita uma verificação fácil do atendimento das prescrições da norma, tendo, no entanto flexibilidade limitada, aplicando-se a edifícios cujos envelopes são mais simples.

No *Critério de desempenho do sistema* é possível a análise mais detalhada de conformidade para envelopes mais complexos. Esta maior flexibilidade, no entanto, requer uma análise mais detalhada, conseguida com apoio computacional. O prédio em estudo é simulado paralelamente a um edifício padrão que tenha as mesmas características básicas daquele proposto, mas que se enquadre nas prescrições da norma. Caso a simulação demonstre que o consumo esperado do edifício proposto seja menor que o consumo do edifício padrão, o projeto está automaticamente em conformidade com a norma. Em caso contrário modificações devem ser inseridas no projeto visando diminuir seu consumo ou atender a todas as prescrições da norma, até que uma das condições seja satisfeita.

Para o envelope do prédio, pode-se dizer que é o elemento que tem a maior preocupação do código, devido à sua importância na determinação do desempenho do edifício. Nesta versão da norma, alguns dos parâmetros relativos ao envelope foram modificados. Alguns critérios básicos devem ser observados, tais como o da transmitância térmica global (U_0), que é obtida da média ponderada das transmitâncias de cada parte do envelope.

É de se verificar que esta norma ASHRAE de 1989, não considera a influência das “pontes térmicas”, onde estas podem causar grandes diferenças entre os resultados obtidos pelas equações e a situação real dos ambientes.

Em 1993 foi publicado o “*Energy Code for Commercial and High-Rise Residential Buildings*”, que nada mais é que uma versão simplificada e atualizada da ASHRAE/IES 90.1, desenvolvido para auxiliar no desenvolvimento das demais normas estaduais, conforme determinava o *Policy Act*.

No sentido de melhorar as condições da norma foram estabelecidos os seguintes objetivos:

- minimizar o esforço requerido aos projetistas para demonstrar a conformidade de seus projetos com a norma;
- permitir o uso de ferramentas computacionais relativos à iluminação e ao envelope;
- permitir aos engenheiros e arquitetos certificar a conformidade utilizando-se do método do orçamento;
- simplificar as tabelas relativas ao envelope para maior facilidade de leitura;
- simplificar as tabelas relativas à eficiência de equipamentos;
- incorporar informações ao código sempre que possível, visando reduzir a necessidade de referência a outras normas.

Em 1999, a *Standard 90.1* (ASHRAE, 1999) foi alterada significativamente. Abandonou-se o método OTTV e foram utilizados métodos com:

- Método prescritivo: indica limites de transmitância térmica de elementos opacos e transparentes, resistência térmica de isolamento e fator solar de vidros;
- Método de compensações: exige maior rigor em alguns limites de eficiência do método prescritivo para compensar outros que tenham ultrapassado seus limites de acordo com o método prescritivo;
- Método alternativo *Energy Cost Budget*: programa computacional que auxilia no cálculo do consumo a partir das trocas permitidas na norma. Baseia-se na simulação do consumo de energia de dois modelos, cujos custos relativos ao consumo de energia são comparados. Esse método não pode ser usado para estimar o consumo real de energia ou os custos do projeto proposto pós-construído.

A versão 2004, que trata das condições térmicas ambientais para ocupação humana, tem como objetivo especificar a combinação de fatores térmicos ambientais internos e fatores pessoais que produzirão condições térmicas ambientais aceitáveis para a maioria dos ocupantes dentro do espaço. No item a seguir é abordado um dos pontos desta norma para avaliação das condições térmicas em ambientes condicionados naturalmente.

2.5.1.1 Método alternativo para determinar as condições térmicas aceitáveis em ambientes condicionados naturalmente

O método opcional apresentado pela ASHRAE (2004) para a determinação das condições térmicas aceitáveis em espaços condicionados naturalmente, conhecido como Método Alternativo, é derivado dos resultados de inúmeros experimentos que apontaram a influência do clima externo na resposta térmica dos ocupantes. Este método é específico a espaços ventilados naturalmente, os quais devem contar com janelas operáveis que abrem para o exterior e que podem ser facilmente abertas e ajustadas pelos ocupantes.

Este método considera que os ocupantes do ambiente adaptam sua vestimenta conforme a temperatura externa, portanto o valor do isolamento da roupa não é considerado como variável de influência.

A norma indica que o intervalo de temperatura operativa aceitável que atendam o critério exigido pode ser determinado a partir do gráfico apresentado na Figura 5. Este apresenta dois limites de temperatura operativa, uma série de aceitabilidade de 80% para aplicações típicas e outra de 90% de aceitabilidade para ambientes em que um padrão mais alto de conforto é exigido.

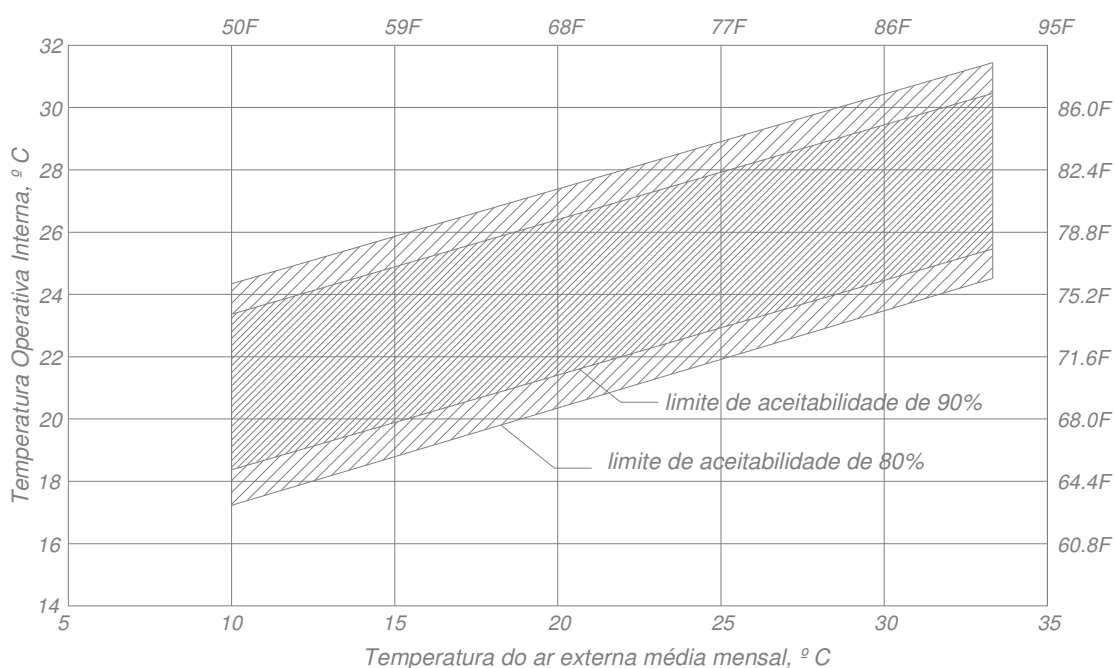


Figura 5 – Gráfico do limite aceitável de temperatura operativa para espaços condicionados naturalmente

Fonte: ASHRAE (2004) página 10.

O método descrito anteriormente, será utilizado para a posterior análise da definição das horas de conforto para frio e calor das diferentes tipologias estipuladas nesta pesquisa.

Pôde-se perceber que existem normas muito rigorosas de desempenho térmico das edificações em vários países. O Brasil é um dos poucos países que ainda não tem uma regulamentação adequada à realidade cultural e econômica local. Assim, devemos introduzir aos poucos novas diretrizes de projeto para que o mercado possa se adaptar gradualmente. Um dos objetivos deste trabalho é contribuir para que isto ocorra.

2.5.2 ABNT

No Brasil, publicações da ABNT/CB-02 – Comitê Brasileiro de Construção Civil – incluem a NBR 15220-3 – Desempenho Térmico de Edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social, e tem como objetivo proporcionar condições aceitáveis de conforto térmico nas habitações unifamiliares de interesse social, sendo aplicável também para habitações coletivas de até três pavimentos. Esta norma também estabelece um zoneamento bioclimático para o território brasileiro onde o Brasil é dividido em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima. A partir do zoneamento, são definidas diretrizes técnicas e construtivas, e estratégias de condicionamento térmico passivo, para cada uma das regiões propostas.

As diretrizes propostas para a zona bioclimática dois do Brasil foram as seguintes:

- Aberturas para ventilação: médias;
- Sombreamento das aberturas: permitir sol durante o inverno;
- Tipo de vedações: parede leve;
- Cobertura: leve isolada.

As estratégias de condicionamento térmico passivo para a zona bioclimática dois foram as seguintes:

- Para o período de verão: ventilação cruzada;
- Para o período de inverno: aquecimento solar da edificação e vedações internas pesadas (inércia térmica).

Observa-se que não existe restrições quanto à área e orientação solar das aberturas e quanto a cor dos fechamentos.

2.5.3 ISO 7730

A norma ISO7730 (International Organization for Standardization) “*Moderate thermal environments- Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*”, publicada em 1984 com revisão em 1994, trata-se de uma norma que segue de perto a investigação desenvolvida por Fanger em seu doutorado e estabelece um critério objetivo de avaliação de conforto térmico.

Segundo a ISO7730, um espaço apresenta condições de conforto quando não mais do que 10% dos seus ocupantes se sintam desconfortáveis.

A norma ISO7730 adotou: PPD (ou PPI - percentagem de pessoas insatisfeitas) < 10%, o que corresponde a uma faixa de PMV (voto médio predito) de -0,5 a +0,5.

O PMV consiste num valor numérico que traduz a sensibilidade humana ao frio e ao calor. Conforme Figura 6 o valor zero se refere ao estado de conforto, os valores negativos se remetem ao estado de desconforto para frio, e os valores positivos se remetem ao estado de desconforto para quente.

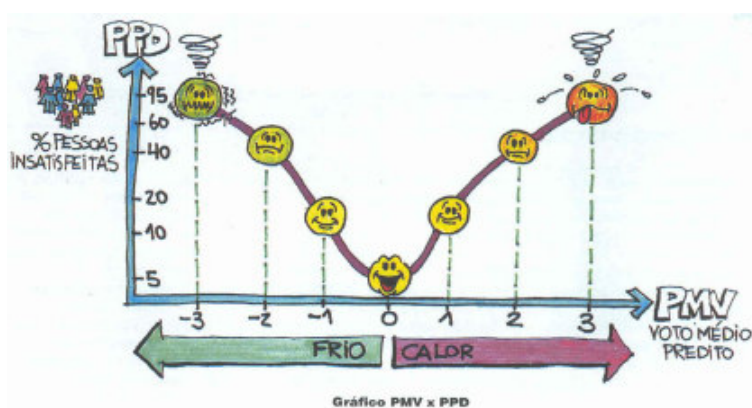


Figura 6 - Gráfico PMV x PPD

Fonte Lamberts, Roberto e outros, 1997.

A norma estabelece um gráfico de pessoas insatisfeitas em função do voto médio estimado, este apresenta uma curva simétrica com um mínimo de 5% de insatisfeitos com relação ao voto médio estimado igual à zero, Figura 7.

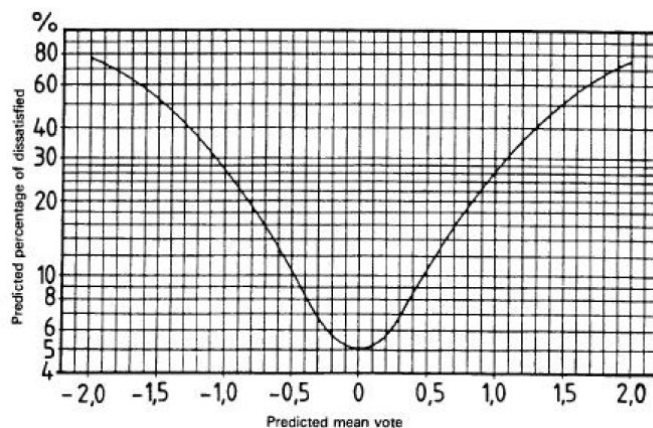


Figura 7 – Gráfico de percentual de pessoas insatisfeitas

Além destes critérios a norma impõe algumas outras regras necessárias para o conforto térmico, relacionadas com os parâmetros de conforto:

- a assimetria da temperatura radiante de janelas ou outra superfície vertical fria deve ser inferior a 10°C (em relação a um plano vertical 0.6m acima do chão);
- a velocidade do ar tem de ser no inverno inferior a 0.15m/s, com temperaturas entre 20 e 24°C . No verão inferior a 0.25m/s, com temperaturas entre 23 e 26°C ;
- a diferença de temperatura do ar a 1.1m e a 0.1m acima do chão não deve exceder 3°C ;
- a temperatura do chão deve situar-se entre 19 e 26°C exceto em pavimentos radiantes podendo atingir neste caso os 29°C .

3 MÉTODOS E EQUIPAMENTOS

3.1 Introdução

Para a avaliação de desempenho térmico de diferentes tipologias de edifícios de escritório este trabalho foi composto basicamente das seguintes etapas: levantamento dos edifícios existentes, com determinação das características construtivas e padrões de uso dos edifícios, definição das tipologias existentes e monitoramento da temperatura interna das salas e da temperatura externa.

Inicialmente foram coletados dados do número de edifícios de escritório em seis cidades localizadas na região central do estado do Rio Grande do Sul: Cruz Alta, Lajeado, Ijuí, Santa Cruz do Sul, Santa Maria e Venâncio Aires. Estas cidades foram selecionadas, pois eram de fácil acesso ao levantamento dos dados e conforme o zoneamento bioclimático brasileiro apresentado na norma NBR 15220-3, todas se localizavam dentro da zona bioclimática dois.

Foram coletados dados referentes aos sistemas construtivos utilizados nas edificações, no intuito de identificar as diferentes tipologias arquitetônicas existentes na região. O levantamento das atividades profissionais e o uso de equipamentos também foram verificados em todas as edificações pesquisadas.

Após o levantamento das características construtivas procurou-se traçar os perfis de cada prédio, agrupando-se por tipologias, sendo estas caracterizadas pela sua frequência de ocorrência. Os dados considerados para a caracterização de cada tipologia foi à relação entre largura e profundidade, formato do edifício e relação entre área de fechamento transparente e opaco na fachada principal e em relação a todas as fachadas.

Após a determinação da tipologia predominante, foi levantada a temperatura interna e externa nos períodos de inverno e verão de um edifício representativo de cada tipologia construtiva selecionada. Objetivou-se com os dados coletados, fazer um reconhecimento do desempenho térmico das tipologias construtivas encontradas nas cidades estudadas. Todos os dados referentes a um edifício de cada tipologia foram tabelados a fim de se obter uma visão geral e comparativa das tipologias, essas tabelas encontram-se no apêndice A.

A seguir são apresentados detalhadamente os caminhos metodológicos utilizados nesta pesquisa.

3.2 Levantamento de dados

A fim de facilitar e melhor organizar o levantamento dos dados referentes às tipologias construtivas de cada edifício de escritório, foi desenvolvido uma planilha para ser preenchida a partir de projetos analisados no Setor de Planejamento Urbano das prefeituras, esta encontra-se no Anexo A. As informações verificadas foram as seguintes: nome dos edifícios, localização, arquitetos e engenheiros responsáveis pelos projetos e pela obra, ano de início de ocupação, número total de pavimentos, orientação das fachadas, sistemas de aberturas, tipo de cobertura, laje, parede, assim como seus materiais e espessuras. Alguns projetos arquitetônicos e memoriais descritivos não apresentavam todos esses dados, a partir disso, houve a necessidade de se buscar estas informações junto aos engenheiros e arquitetos responsáveis.

3.2.1 Pesquisa dos Edifícios de Escritório

A primeira etapa dessa pesquisa consistiu no levantamento do número de edifícios de escritório situados nas cidades de Lajeado, Venâncio Aires, Santa Cruz do Sul, Santa Maria, Cruz Alta e Ijuí, todas localizadas na região central do estado do Rio Grande do Sul e pertencentes à zona bioclimática dois do Brasil.

Estas cidades foram escolhidas devido à proximidade uma das outras, o que facilitaria a coleta de dados. Para o levantamento do número de edifícios de escritórios foi considerado o critério limite de altura de cinco ou mais pavimentos.

O dado numérico dos edifícios foi obtido junto ao setor de Planejamento Urbano das prefeituras das cidades em estudo e de visitas *in loco* nos respectivos prédios. No total foram encontradas quarenta e uma edificações das quais trinta e seis foram consideradas, devido à acessibilidade aos projetos arquitetônicos e/ou contato com os profissionais responsáveis pelos projetos e pela obra.

A Figura 8 apresenta o mapa do estado do Rio Grande do Sul com a localização destas cidades.



Figura 8 - Localização das cidades estudadas

Fonte: IBGE (2006).

3.2.2 Levantamento das características construtivas

Segundo Bulla (1995) o fator mais importante para desenvolver modelos de verificação de desempenho energético para edifícios é se ter um conhecimento das características físicas e operacionais do edifício a ser modelado.

As características dos edifícios foram levantadas a partir dos projetos arquitetônicos cedidos pelas prefeituras das cidades, visitas *in loco*, registro fotográfico das fachadas e do entorno imediato e entrevistas as construtoras. Foram obtidos dados com relação ao tamanho do prédio (número de pavimentos, área de planta, pé direito, dimensões), composição das fachadas (tipo de parede, vidro, cor da fachada, sistema de abertura das janelas, quantidade de área envidraçada), além da localização do edifício, profissionais responsáveis, ano de início de ocupação, orientação solar, tipo de cobertura. Esses dados foram organizados em planilhas a fim de facilitar o desenvolvimento do trabalho, estas se encontram no Apêndice A. Este levantamento das características construtivas teve por objetivo abranger várias tipologias construtivas praticadas na região estudada.

3.2.3 Orientação solar

A orientação solar das fachadas é importante, pois cada face do envoltório dos edifícios recebe calor do sol diferentemente. A orientação solar utilizada foi a apresentada nos mapas das cidades fornecido pelo Setor de Planejamento Urbano.

3.2.4 Levantamento das atividades profissionais

As atividades profissionais de cada edifício se tornaram necessária para poder avaliar o uso de cada escritório. Foram visitados os trinta e seis edifícios selecionados e através do mural da recepção e de entrevistas com funcionários foi possível obter as atividades das salas destes edifícios.

3.2.5 Levantamento do uso de equipamentos

Para se obter o padrão de uso de equipamentos para diferentes tipos de atividades, foram levantados os equipamentos e a utilização dos mesmos nos escritórios. Esse dado será importante na análise dos monitoramentos, onde alguns equipamentos podem vir a influenciar nos resultados, como por exemplo, o uso de condicionadores de ar.

3.3 Definição das tipologias predominantes

A tipologia predominante é considerada como um conjunto de características restringidas de uma população de edificações e que represente a realidade construtiva (Carlo e Toccolini, 2005). A diferenciação das tipologias construtivas teve por objetivo abranger a prática de projeto corrente na região.

Para a definição das tipologias predominantes encontradas nas cidades estudadas, foram utilizados, os dados baseados no levantamento fotográfico e os dados construtivos fornecidos pelas prefeituras, construtoras e pelas visitas *in loco*. Em seguida foram estipulados os critérios a serem levados em consideração para as divisões das tipologias, sendo estes: altura e relação largura/profundidade do prédio, formato do prédio e relação área dos fechamentos transparentes/opacos nas fachadas dos edifícios. Com o uso destes critérios chegou-se numa amostra de cinco tipologias distintas.

3.3.1 Forma e proporção em planta dos edifícios

Foram analisadas as plantas dos prédios da amostra de edifícios, onde se verificou a existência de prédios com plantas com formas quadradas, retangulares e

irregulares. O levantamento de dados realizado nas SEPLANs (Setor de Planejamento Urbano) forneceu dados de medidas das edificações, as áreas de cada edificação, bem como as áreas de cada pavimento e as áreas dos escritórios foram conhecidas. Com isso pode-se definir a proporção dos edifícios.

3.3.2 Percentual de área de janela nas fachadas

Com a análise dos projetos arquitetônicos, obtiveram-se os percentuais de área de janelas nas fachadas (PJF), estes foram separados por faixas de percentagem, de 0 a 10%, de 10,1 a 20% e assim sucessivamente. Para cada fachada estes percentuais costumam ser diferenciados.

3.3.3 Percentual de área de janela em relação à área total de fachada

A análise de percentual de área de janela em relação à área total de fechamento opaco das edificações revela o quanto à edificação está exposta as trocas mais sensíveis de calor, pois são, os fechamentos transparentes os maiores contribuintes para as trocas e ganhos de calor externo. Este percentual é de fundamental importância para avaliar o desempenho térmico das edificações.

3.4 Monitoramento de temperatura

O levantamento de dados de desempenho e conforto térmico *in loco*, foi efetuado em cinco edifícios representativos das tipologias predominantes. Foi realizado um monitoramento de temperatura do ar no período de inverno e verão. Cada tipologia foi monitorada durante 13 dias totalizando 330 horas tanto para o período de inverno como para o de verão. Como alguns edifícios foram monitorados em períodos diferentes há uma aleatoriedade dos resultados das condições climáticas das cidades no momento das medições.

3.4.1 Instrumento utilizado

Para o levantamento dos dados de temperatura foi utilizado aparelho registrador (*data loggers*) de temperatura e umidade relativa do ar do tipo HOBO.

Este pode ser configurado para tomar leituras de tempos em tempos para um período pré-fixado, tendo a capacidade de armazenar 7944 leituras, com intervalos de 0,5 segundos até 9 horas com hora e data de início, programáveis. No fim das medições, os dados são transmitidos para um computador por meio de um programa específico, o *BoxCar 3.0*.

A fim de evitar que possíveis radiações de calor afetassem os resultados das temperaturas medidas, os aparelhos foram instalados no interior de caixas de isopor revestidas com papel alumínio com pequenas aberturas que permitissem a livre circulação do ar. A Figura 9 apresenta o aparelho de medição e a proteção contra a radiação enquanto na Tabela 1 são listadas as características de medição do equipamento.



Figura 9 - Aparelho de medição e sua proteção contra a radiação

Tabela 1 – Dados referente ao instrumento de aquisição de dados

Modelo	Dimensões (mm)	Precisão (a 20 °C)	Resolução (a 20 °C)
HO8-003-02	68X48X19	±0.7 °C	0.38 °C

Nos ambientes internos os equipamentos foram instalados na posição vertical, pendurados a uma altura de 1.60m, afastados de paredes e divisórias;

Nos ambientes externos os equipamentos foram instalados presos à janela (no mesmo pavimento tipo, onde estavam localizados os sensores internos), tendo-se o cuidado de não deixa-los diretamente expostos à radiação solar.

3.4.2 Período de coleta de dados

Foram planejadas duas coletas de dados em cada tipologia, uma no período de inverno e outra no período de verão. Os registradores foram programados para tomar leituras a cada cinco minutos dentro de um período pré-fixado.

Devido a pouca quantidade de equipamentos e a grande quantidade de salas que deviam ser monitoradas, não foi possível conciliar o mesmo período de monitoramento para todas as tipologias. Na Tabela 2 é apresentado o período de monitoramento de cada tipologia para as duas estações.

Tabela 2 - Período de coleta de dados

Tipologias	Período de monitoramento			
	Inverno		Verão	
	Início	Fim	Início	Fim
A	22/8/2005	4/9/2005	2/2/2006	15/2/2006
B	22/8/2005	4/9/2005	24/2/2006	9/3/2006
C	6/7/2005	19/7/2005	2/2/2006	15/2/2006
D	6/7/2005	19/7/2005	2/2/2006	15/2/2006
E	22/8/2005	4/9/2005	2/2/2006	15/2/2006
Total	330horas		330horas	

3.4.3 Locais de realização da coleta de dados

Para a coleta de dados de temperatura do ar foi estipulado que as salas referentes ao primeiro pavimento tipo de cada edifício seriam monitorados, pois estas não teriam interferência do calor proveniente da cobertura. Teve-se o cuidado de selecionar uma sala referente a cada orientação solar, a fim de verificar o quanto à radiação solar pode influenciar no desempenho térmico das salas e por consequência do edifício. Algumas salas não puderam ser monitoradas por estarem fechadas e sem acesso.

A localização dos registradores de temperatura do ar está apresentada na planta de cada tipologia no item 5.1 deste trabalho.

3.5 Definição do intervalo de conforto térmico para a região

Para a avaliação de conforto térmico dos usuários nos edifícios de escritório, esta pesquisa utilizou como parâmetro a Norma ASHRAE (2004). Esta estabelece graus-hora de conforto e desconforto. Para isto teve-se tomar os dados de temperatura do ar de pelo menos uma das cidades envolvidas na pesquisa. A cidade escolhida foi a de Lajeado, por existir um centro meteorológico na cidade e de este ser de fácil acesso. Os dados de temperatura foram então cedidos pelo Centro de

Informações Hidrometeorológico (CIH) do Centro Universitário UNIVATES, para os dois períodos de monitoramento, inverno e verão.

Com os dados de temperatura dos meses em que houve monitoramento nas edificações, foi possível calcular a média de temperatura do ar para cada mês, sendo estes, julho, agosto, setembro, no período inverno e fevereiro e março no período de verão. Estes valores de médias de temperatura dos meses foram inseridos no gráfico de temperaturas limites de conforto para ambientes condicionados naturalmente, apresentado na norma ASHRAE (2004). Obtiveram-se assim os limites mínimos e máximos de temperatura para estado de conforto térmico considerando um limite de aceitabilidade de 80% para cada mês no qual foi feito o monitoramento. Estes limites de temperaturas aceitáveis poderão ser vistos no item 5.5 do capítulo análise dos resultados.

4 RESULTADOS

O presente capítulo apresenta as informações referentes aos resultados obtidos neste trabalho. Inicialmente são apresentados os dados referentes ao levantamento de dados sobre os edifícios de escritórios existentes nas seis cidades estudadas. A partir da análise destes dados, procurou-se traçar parâmetros que servissem como base referencial para definir as tipologias predominantes encontradas na região em estudo.

Após a apresentação dos dados que norteiam a definição das tipologias, são apresentados os resultados do monitoramento de temperatura e umidade relativa do ar, realizado no período de inverno e de verão, nos edifícios representativos de cada tipologia.

4.1 Levantamento dos edifícios

Foi levantado um total de 41 edifícios de escritório com cinco ou mais pavimentos nas seis cidades selecionadas. Destes apenas 36 edifícios tiveram os dados construtivos levantados. Cinco edifícios foram desconsiderados devido à dificuldade no acesso aos projetos arquitetônicos.

Tabela 3 - Número de edifícios

Cidades	Nº de edifícios de escritório levantados	Nº de edifícios de escritório considerados
Cruz Alta	2	2
Ijuí	8	7
Lajeado	7	6
Santa Cruz do Sul	9	7
Santa Maria	12	11
Venâncio Aires	3	3
TOTAL	41	36

Conforme apresentado na Tabela 3 a cidade de Santa Maria é a que apresenta a maior concentração de edifícios de escritórios, num total de 12

unidades, que corresponde a 30% do total de edifícios de escritórios levantados nas seis cidades.

4.1.1 Número de pavimentos

O número de pavimentos dos edifícios da amostra variam entre 5 (valor mínimo a ser considerado neste estudo) e 19 pavimentos. A Figura 10 apresenta a variação da quantidade de pavimentos entre os edifícios em estudo. A maior ocorrência é de edifícios com sete pavimentos, representando 22% do total analisado. Através destes dados percebe-se que estas cidades não apresentam tendências a construções muito altas, onde 78% correspondem a edifícios de escritórios com dez ou menos pavimentos.

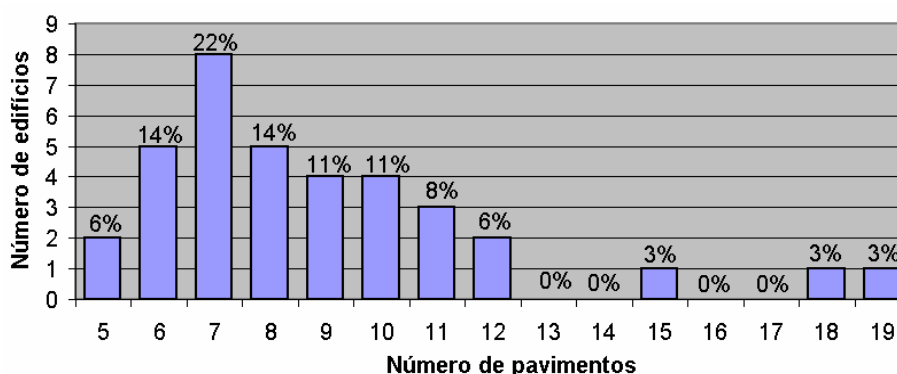


Figura 10 – Ocorrência de pavimentos em edifícios de escritório

Na Figura 11 é apresentado os dados do número de pavimentos tipo, é de se verificar que a maior incidência é de seis pavimentos, representando 31% do total dos edifícios.

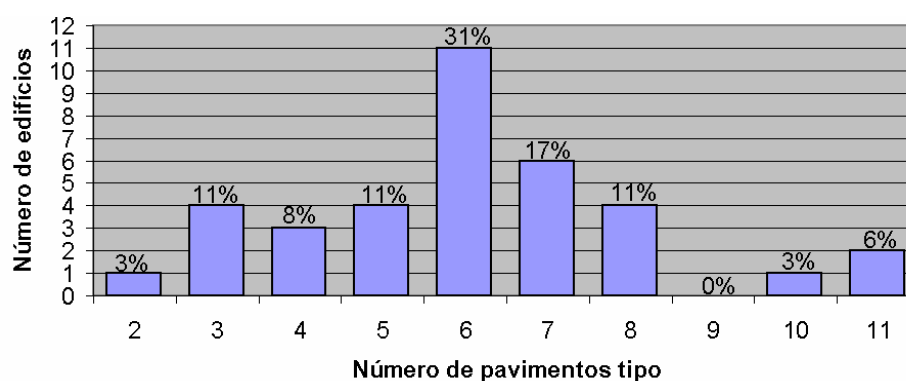


Figura 11 – Ocorrência de pavimentos tipo em edifícios de escritório

4.1.2 Área dos pavimentos tipo e proporção em planta do edifício

A relação entre a profundidade e a largura são um dos parâmetros utilizados para a definição das tipologias predominantes. A Tabela 4 apresenta a área (m²) dos pavimentos tipo dos edifícios e a quantidade de escritórios e suas respectivas áreas (m²), bem como a relação de largura e comprimento.

A maior parte dos edifícios apresenta área igual ou inferior a 400m², representando 61% da amostra.

Tabela 4 – Área e relação comprimento x largura dos edifícios

Cidade	Edifício	Áreas (m ²)		Qde de escritório / pav. tipo	Relação largura/ comprimento	Cidade	Edifício	Áreas (m ²)		Qde de escritório / pav. tipo	Relação largura/ comprimento
		Pav. Tipo	Escritório					Pav. Tipo	Escritório		
Cruz Alta	1	322,31	39,86	6	10,4x38,6	Santa Maria	19	549,14	38,36	12	13,50x18
	2	272,26	39,05	4	12,50x26,20		20	252,74	17,79	8	12x24
Ijuí	3	366,75	41,31	5	20,15x21,75	Santa Cruz do Sul	21	315,48	48	4	13,20x26,40
	4	629,24	56,57	9	16x48		22	265,69	25,94	5	12x28
	5	641,4	45,81	14	41,10x42,77		23	262,68	47,31	4	13,20x19,80
	6	574,08	47,19	8	23,50x26,50		24	209,04	39,74	4	13,20x15
	7	283,61	34,3	8	14x32		25	229,51	35	4	14,75x26,40
	8	216,7	33,56	4	12,90x19,70		26	230,51	45	4	11,90x22,80
	9	803,54	52,96	13	37,50x41,05		27	475,02	24,65	14	11x44,05
	10	439,26	37,42	5	8x40		28	663	45,42	9	25,50x26
Santa Maria	11	660,54	40,28	12	10x36	Venâncio Aires	29	410	40	8	20,50x24,68
	12	365,79	34,3	8	20x24		30	286,09	36	5	14,70x19,90
	13	402,66	50,88	12	9x24	Lajeado	31	515	41,99	8	22,50x28,50
	14	140,68	56,38	2	5,20x25		32	193,77	38,48	4	7,34x26,40
	15	134,73	28,76	3	8x13,50		33	295,7	61,61	4	11x27,40
	16	296,93	32,83	7	12,40x23,93		34	388,95	35	8	11x38
	17	340,6	32,83	8	18x16		35	548,51	39,34	10	31,50x22
	18	221,63	34,19	10	8x20		36	473,89	58,39	5	38x14,20

■ Edifício representativo da Tipologia A
 ■ Edifício representativo da Tipologia B
 ■ Edifício representativo da Tipologia C

■ Edifício representativo da Tipologia D
 ■ Edifício representativo da Tipologia E

A maior frequência de quantidade de escritórios por pavimento tipo é de 4, representando 25%.

4.1.3 Orientação da fachada principal

A Figura 12 apresenta a frequência de ocorrência da orientação das fachadas principais. Dentre os edifícios analisados, 72% apresentam sua fachada principal voltada para as orientações principais (norte, leste, sul e oeste). A maior incidência foi da orientação norte e sul, que juntas correspondem a 38%.

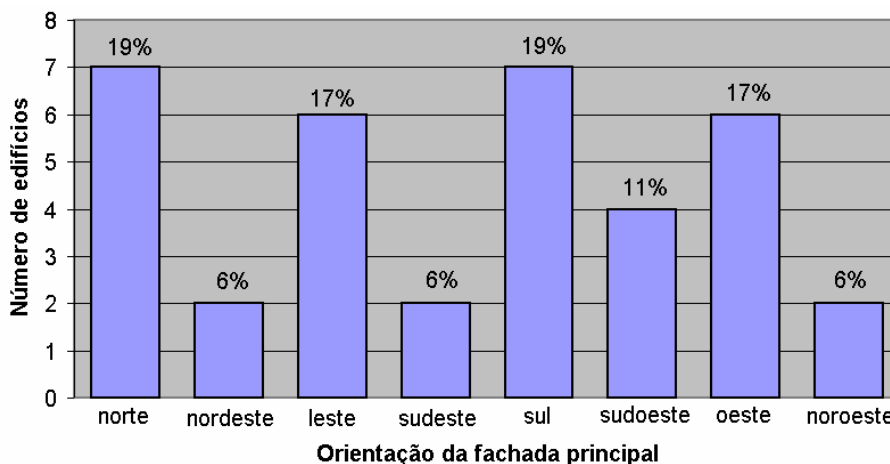


Figura 12 – Orientação da fachada principal dos edifícios de escritório

4.1.4 Percentual de área de janela nas fachadas (PJF)

A Figura 13 apresenta o percentual de área de janela na fachada principal dos edifícios considerados, em relação à área total da fachada principal, sendo este um dos parâmetros utilizados para a definição das tipologias predominantes. Como se pode perceber há uma maior ocorrência de edificações com área de janela de 30 a 60% em relação à área total da fachada principal, estes dois percentuais correspondem a 24 edificações das 36 analisadas que representa 50%.

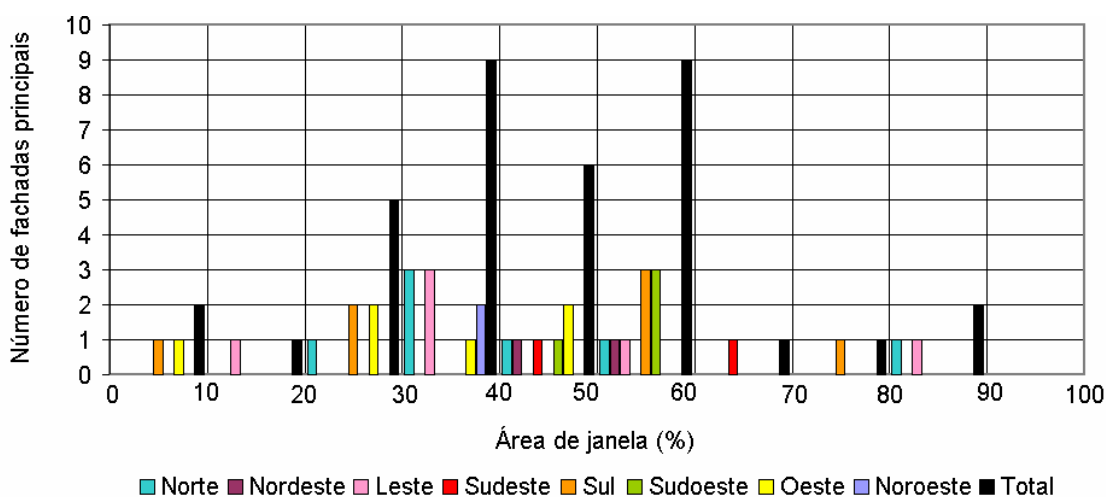


Figura 13 – Percentual de área de janelas por fachadas principais

A Figura 14 mostra o percentual de área de janela nas fachadas para o total de fachada da edificação. Este também é um parâmetro importante utilizado para a definição das tipologias predominantes.

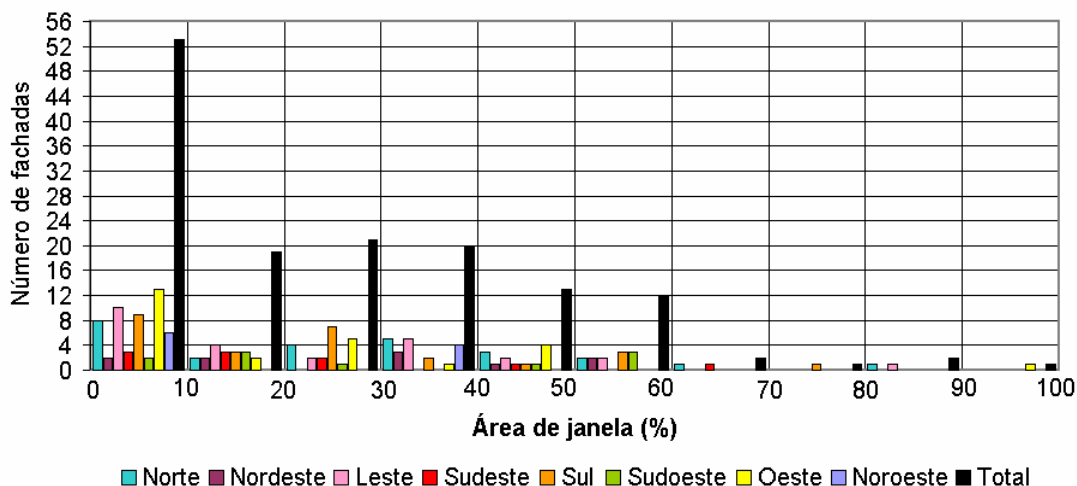


Figura 14 – Percentual de área de janelas por fachada

É visível que a maioria das edificações apresenta um PJJ entre 0 e 10%. Considerando-se as oito orientações conjuntamente, nota-se que 78% das fachadas apresentaram área de janela igual ou inferior a 40%.

4.1.5 Padrão de ocupação e uso de equipamentos

Além de especificar as características construtivas dos edifícios, o levantamento de uso e ocupação das salas também é necessário, uma vez que descrevem toda a rotina de funcionamento do mesmo. O levantamento de uso e ocupação das salas foi estabelecido de acordo com entrevistas realizadas junto aos usuários.

Por se tratar de edifícios de escritórios a utilização dos mesmos fica restrita aos dias da semana nos períodos da manhã e da tarde, e em algumas salas aos sábados. Nos domingos e feriados considera-se que os edifícios permanecem fechados.

O número de pessoas que trabalham nas salas e o número médio de pessoas que por ela passam diariamente também foram coletados. O levantamento de equipamentos utilizados nas salas bem como a sua localização foi coletado junto aos usuários, pois certos equipamentos emitem muita radiação de calor e poderiam afetar os resultados de temperatura. Teve-se um cuidado especial em verificar o uso de aparelhos de condicionador de ar, pois este influencia diretamente nos resultados.

O padrão de ocupação e de uso dos equipamentos foi considerado na análise do comportamento térmico dos mesmos, pois o número de pessoas e a quantidade de pessoas que trabalham e circulam nas salas podem influenciar na análise dos resultados de temperatura interna.

A Tabela 5 apresenta os dados de padrão de ocupação das salas, do primeiro pavimento tipo dos edifícios representativos de cada tipologia, estes edifícios estão apresentados no item 4.2 - definição das tipologias. As salas 84 da tipologia B e as salas 30, 32, 33, 35 e 37 da tipologia C não tiveram seus dados de padrão de ocupação e uso de equipamentos levantados devido a falta de autorização dos proprietários e/ou locatários.

Tabela 5 - Padrão de Ocupação nos edifícios referentes às tipologias

Tipologias	Salas	Atividade	Horário de funcionamento	Nº de Funcionário	Fluxo médio de pessoas/sala
A	201	Esc. Contábil	8:00h às 18:00h	5	6/dia
	202	Sindicato	8:00h às 18:00h	2	3/dia
	203	Advocacia	8:00h às 12:00h 14:00h às 18:00h	4	6/dia
	204	Cons. Odontológico	8:00h às 18:00h	1	4/dia
B	81	Esc. Contábil	8:00h às 11:00h 13:00 às 18:00h	4	6/dia
	82	Cons. Odontológico	9h:30min às 12:00h 14:30 às 19:00h	4	6/dia
	93	Cons. Odontológico	13h30min às 17:00h	2	3/dia
	85	Cons. Odontológico	8:00 às 12:00h 13:00h às 18:00h	1	10/dia
C	31	Cabeleireiro	8:00h às 20:00h	3	15/dia
	34	Agência de Turismo	8:00h às 18:00h	2	8/dia
	36	Cons. Odontológico	8:00h às 18:00h	1	4/dia
	38	Advocacia	8:00h às 18:00h	2	5/dia
D	21	Advocacia	8h30min às 12:00h 13h30min às 18h30min	3	2/dia
	22	Advocacia	13h30min às 18h30min	1	1/semana
	23	Esc. De Cobrança	8:00 às 12:00h 14:00h às 18:00h	5	6/semana
	24	Cons. Odontológico	8:00h às 18:00h	2	4/dia
E	21	CREA	12h30min às 18h30min	2	10/dia
	22	CREA	12h30min às 18h30min	2	10/dia
	23	Provedor	8h30min às 19:00h	2	5/dia
	24	Sala vazia			

4.2 Definição das tipologias

A partir da análise dos dados das características construtivas e padrão de ocupação e uso de equipamentos, foram definidos os critérios a serem utilizados na divisão das tipologias. São eles: forma do edifício e proporção em planta entre

largura e comprimento, percentual de área envidraçada na fachada principal, percentual de área envidraçada na fachada principal em relação à área total de fachadas do edifícios e percentual de área envidraçada do edifício em relação a área total de fachada do mesmo.

Foi possível através destes critérios, dividir os 36 edifícios em estudo em cinco distintas tipologias. Na Tabela 6 são apresentadas às tipologias e o número de edifícios representativos de cada uma. Já na Tabela 7 é apresentado os critérios e percentuais, adotados para a divisão das tipologias.

Tabela 6 – Número de edifícios de cada tipologia

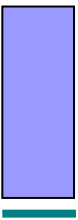
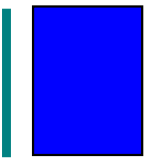
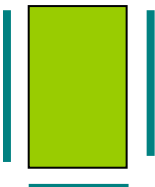
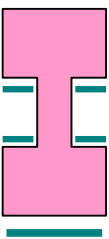
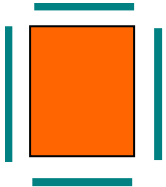
Tipologias	Número de edifícios
A	8
B	5
C	12
D	9
E	2
Total	36

Observa-se que a Tipologia C é a que apresenta o maior número de edifícios, um total de 12, já a Tipologia E é a menos significativa, apresentando apenas dois edifícios.

Após a definição das tipologias foi realizada uma triagem para selecionar um edifício representativo para cada tipologia. Para a seleção destes edifícios, o principal ponto levado em consideração foi que os edifícios deveriam permitir fácil acesso às salas do primeiro pavimento tipo. Como resultado desta triagem, foi selecionado os seguintes edifícios:

- Tipologia A: Edifício Firenze, localizado da cidade de Lajeado;
- Tipologia B: Edifício Rio da Prata, localizado na cidade de Santa Maria;
- Tipologia C: Edifício Gold Center, localizado na cidade de Venâncio Aires;
- Tipologia D: Edifício Lenda da Panelinha, localizado na cidade de Cruz Alta;
- Tipologia E: Edifício Panorama, localizado na cidade de Ijuí.

Tabela 7 - Critérios utilizados para divisão das tipologias

CRITÉRIOS PARA DIVISÃO DAS TIPOLOGIAS				
	Forma em planta e posição dos fechamentos transparentes	%Esquadria na Fachada, Principal	%Esquadria em relação a área total da fachada	% Total de esq. em relação à área total das fachadas do edifício
TIPOLOGIA A	Fachada Principal 	20 - 85	3.5 - 12.5	06 - 20
TIPOLOGIA B	Fachada Principal 	30 - 60	05 - 20	09 - 40
TIPOLOGIA C	Fachada Principal 	25 - 55	03 - 15	12 - 33
TIPOLOGIA D	Fachada Principal 	05 - 35	1 - 12	07 - 33
TIPOLOGIA E	Fachada Principal 	45 - 55	10 - 15	15 - 40

A seguir, é apresentada a descrição dos critérios para divisão das tipologias e imagens das fachadas do edifício selecionado para cada tipologia.

Tipologia A

- Prédio alongado (11x27,40m);
- Ocorrência de fechamento transparente na fachada anterior (frontal) e posterior (fundos);
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal de 30 a 60%;
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal em relação à área total de fachadas do prédio 3.5 a 12.5%;
- Percentual de área de esquadrias do prédio em relação à área da fachada total do edifício 6 a 20%;
- Sem existência de poços de iluminação e ou ventilação.

O edifício selecionado para representar a tipologia A foi o edifício Firenze da cidade de Lajeado. A Figura 15 apresenta a foto das fachadas deste edifício.



Figura 15 - Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia A

Tipologia B

- Formato em planta baixa aproximadamente quadrado (16,00x18,00m);
- Ocorrência de fechamento transparente somente nas fachadas frontal e uma lateral;
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal 30 a 55%;
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal em relação à área total da fachada do prédio 5 a 20%;
- Percentual de área de esquadrias do prédio em relação à área da fachada total do edifício 9 a 40%;

- Existência de poço de iluminação e ventilação de tamanho reduzido.

O edifício selecionado para as medições e avaliação do desempenho térmico da tipologia B foi o Rio da Prata da cidade de Santa Maria. Na Figura 16 temos as fotos das fachadas deste prédio.



Figura 16 - Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia B

Tipologia C

- Formato em planta quadrado (25,50x26m);
- Esquadrias isoladas e distribuídas em todas as fachadas;
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal 25 a 55%;
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal em relação à área total da fachada do prédio 3 a 15%;
- Percentual de área de esquadrias do prédio em relação à área da fachada total do edifício 15 a 33%;
- Sem existência de poço de iluminação e ou ventilação.

A Figura 17 apresenta a foto das fachadas deste edifício, localizado na cidade de Venâncio Aires.



Figura 17 - Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia C

Tipologia D

- Formato em planta alongado em forma de H (12,50x26,20);
- Aberturas isoladas e distribuídas em todo o perímetro da edificação;
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal 5 a 35%;
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal em relação à área total da fachada do prédio 1 a 12%;
- Percentual de área de esquadrias do prédio em relação à área da fachada total do edifício 7 a 33%;
- Existência de poços de iluminação (cones de iluminação) laterais bastante amplos.

O edifício selecionado foi o Lenda da Panelinha da cidade de Cruz Alta, cujas fachadas são apresentadas na Figura 18.



Figura 18 - Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia D

Tipologia E

- Formato em planta aproximadamente quadrado (12,90x15,85);
- Existência de esquadrias contínuas em todo o perímetro do edifício (com existência de peitoril);
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal 45 a 55%;
- Percentual de área de esquadrias na fachada principal em relação à área total da fachada do prédio 10 a 15%;
- Percentual de área de esquadrias do prédio em relação à área total da fachada do edifício 33 a 40%;
- Sem poço de iluminação e ou ventilação.

O edifício selecionado foi o Panorama da cidade de Ijuí, cujas fachadas estão apresentadas na Figura 19.



Figura 19 - Levantamento fotográfico das fachadas do prédio escolhido da tipologia E

Para o edifício representativo de cada tipologia foi realizado um levantamento mais pormenorizado das características arquitetônicas envolvendo os dados apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Características dos edifícios representativos de cada tipologia

	Características Gerais						
	nome	nº pav. tipo	nº salas	nº salas vagas	ano ocupação	área (m ²) pav. tipo	área (m ²) salas
Tip. A	Firenze	07	28	06	1988	295,70	61,61
Tip. B	Rio da Prata	12	72	05	1976	340,6	68,00
Tip. C	Gold Center	04	32	06	1995	663,00	45,42
Tip. D	Lenda da Panelinha	05	20	03	1990	272,26	40,00
Tip. E	Panorama	07	21	05	1995	216,70	35,50

Tipologias	Características construtivas do edifício representativo de cada tipologia						
	área/pav. tipo(m ²)	Cobertura	Laje entrepiso	Paredes	% de área de janela/área fachada principal	% de área de janela/área total de fachadas	Capacidade térmica (KJ/(m ² .K))
A	295,70	Estrutura em madeira de pinho e telhas de cimento amianto ondulado	Concreto armado, espessura de 15cm	Parede em alvenaria de 20cm de espessura de tijolos cerâmicos furados revestido com argamassa de cimento, cal e areia	57,86	16,58	536,8
B	340,60	Laje pré-moldada com vigotas e telhas de cimento amianto ondulado de 6mm	Laje pré-moldada com vigotas e telhas, espessura 12cm	Parede externa em alvenaria de 20cm de espessura de tijolos cerâmicos seis furos e parede interna de 15cm de espessura de tijolos quatro furos, com revestimento de argamassa de cimento, cal e areia	25	25	459,13
C	663,00	Estrutura metálica e telha de alumínio	Concreto armado, espessura de 15cm	Parede em alvenaria de 20cm de espessura de tijolo baiano, com revestimento de argamassa e acabamento externo em fulget na cor cinza	12,8	12,8	596,56
D	272,26	Laje pré-moldada de 12cm de espessura + telha de fibrocimento 6mm	Laje pré-moldada de 12cm	Parede em alvenaria de 15cm de espessura de tijolos cerâmicos seis furos com revestimento de argamassa(interno e externo)	9,46	9,46	476,16
E	216,70	Laje pré-moldada de 12cm de espessura mais telha de fibrocimento 8mm	Laje pré-moldada de 10cm de espessura	Parede em alvenaria de 20cm de espessura de tijolos cerâmicos furados revestido com chapisco 0.7cm, emboço 0.7cm e 0.5cm de fulget	16,91	16,91	502,95

A Tabela 9 apresenta dados referentes às áreas de piso, janelas, orientação das fachadas e número de usuários das salas em que foi realizado o monitoramento. Essas características arquitetônicas e de uso foram selecionadas, pois são as de maior relevância na posterior análise dos resultados.

Tabela 9 – Características construtivas das salas monitoradas

Salas	Monitoramento	Características construtivas		
		Piso (m ²)	Janela (m ²)	Orientação da fachada
Tipologia A				
Sala 201	inverno e verão	65,60	11,55	Sudoeste/Noroeste
Sala 202	inverno	53,00	11,55	Sudoeste/Sudeste
Sala 203	inverno e verão	65,90	5,00	Nordeste/Noroeste
Sala 204	verão	53,35	5,00	Nordeste/Sudeste
Tipologia B				
Sala 81	inverno e verão	30,00	12,85	Sul/Oeste
Sala 82	inverno e verão	28,20	8,56	Oeste
Sala 93	inverno e verão	27,48	10,00	Norte/Oeste
Sala 85	inverno e verão	50,29	6,72	Leste
Tipologia C				
Sala 31	inverno e verão	32,00	3,44	Nordeste
Sala 34	inverno e verão	53,76	9,46	Noroeste/Nordeste
Sala 36	inverno e verão	48,50	2,58	Sudoeste
Sala 38	inverno e verão	24,10	3,42	Sudoeste/sudeste
Tipologia D				
Sala 21	inverno e verão	37,75	4,68	Sul/Leste
Sala 22	inverno	40,55	4,68	Sul/Oeste
Sala 23	inverno e verão	37,83	4,68	Norte/Leste
Sala 24	verão		4,68	Norte/Oeste
Tipologia E				
Sala 201	inverno e verão	40,00	9,10	Leste/Norte
Sala 202	inverno e verão	26,66	9,10	Oeste/Norte
Sala 203	inverno e verão	35,50	9,10	Leste/Sul
Sala 204	inverno e verão	30,15	9,10	Oeste/Sul

Algumas salas foram monitoradas em apenas um dos períodos, como é o caso da sala 204, da tipologia A, que foi monitorada apenas no período de verão, pois no período de inverno a sala estava fechada não tendo acesso.

4.3 Monitoramento dos edifícios

Os sensores de temperatura foram previamente programados para medições com intervalos de 5 em 5 minutos para dados internos e 10 em 10 minutos para dados de temperatura externa. Estes foram instalados em algumas salas do primeiro pavimento tipo de cada tipologia, exceto do edifício Rio da Prata, que devido à existência de salas fechadas e a indisponibilidade dos proprietários e/ou usuários de

outras salas em colaborar com a pesquisa, optou-se pelas salas do oitavo andar. Nestas houve uma maior colaboração das pessoas para o levantamento dos dados e monitoramento tanto no período de inverno como no de verão.

Após a coleta dos dados obtidos com os sensores para cada período de monitoramento e sua transferência para o computador com o auxílio do BoxCar 3.0, foram gerados arquivos de texto (txt). Esses dados incluíram a temperatura do ar interna e externa. Como os sensores internos foram programados em um intervalo menor que os externos, optou-se por alterar o intervalo de monitoramento dos sensores internos para o mesmo intervalo dos externos, que estavam programados para medições com intervalo de 10 minutos.

A localização dos sensores e os gráficos das temperaturas internas e externas para os 13 dias de coleta de dados no período de inverno e verão, são apresentadas no item análise dos resultados, para que seja facilitada a observação do conjunto das diversas variáveis envolvidas. Os gráficos são apresentados neste capítulo com medidas em intervalo de hora para facilitar a análise. Os gráficos originais dos sensores de temperatura em intervalo de 5 minutos estão no apêndice B.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo refere-se à análise dos resultados das medições realizadas nas edificações representativas de cada tipologia no período de inverno e verão. Inicialmente é realizada a análise do comportamento térmico das diferentes tipologias em função da relação entre a temperatura interna e externa no que diz respeito à variação ao longo do tempo.

A seguir, é realizado um relacionamento entre os resultados externos e internos da amplitude térmica e do amortecimento da onda térmica, considerando o período diário. A variação destes valores foi posteriormente analisada em função da capacidade térmica dos edifícios e do percentual de área de janela total/área de fachada total. Estes dois parâmetros foram escolhidos para análise do desempenho térmico das edificações, por serem estes, os principais itens considerados na definição das tipologias.

Ainda neste capítulo é realizada a análise do percentual de horas de conforto para frio e para calor para cada tipologia, sendo considerados valores limites de temperatura para cada período através do uso da norma ASHRAE (2004).

Para a análise realizada neste capítulo, foram desconsiderados os dias de medições em que houve a utilização de condicionador de ar, pois estes dados influenciariam nos resultados do presente estudo.

5.1 Variação de temperatura interna e externa

Este item apresenta dados horários da variação da temperatura externa em relação à variação da temperatura interna das salas das cinco tipologias, para o período de inverno e verão.

5.1.1 Tipologia A

A Figura 20 apresenta a planta do edifício referente à tipologia A (Edifício Firenze) com a localização dos sensores internos e do sensor externo, para o período de inverno e verão. Conforme pode ser observado nesta figura, algumas

salas não apresentaram monitoramento durante os dois períodos, inverno e verão. Na Figura 21 é apresentado o gráfico de temperatura interna e externa para os 13 dias de coleta de dados com intervalo horário no período de inverno.

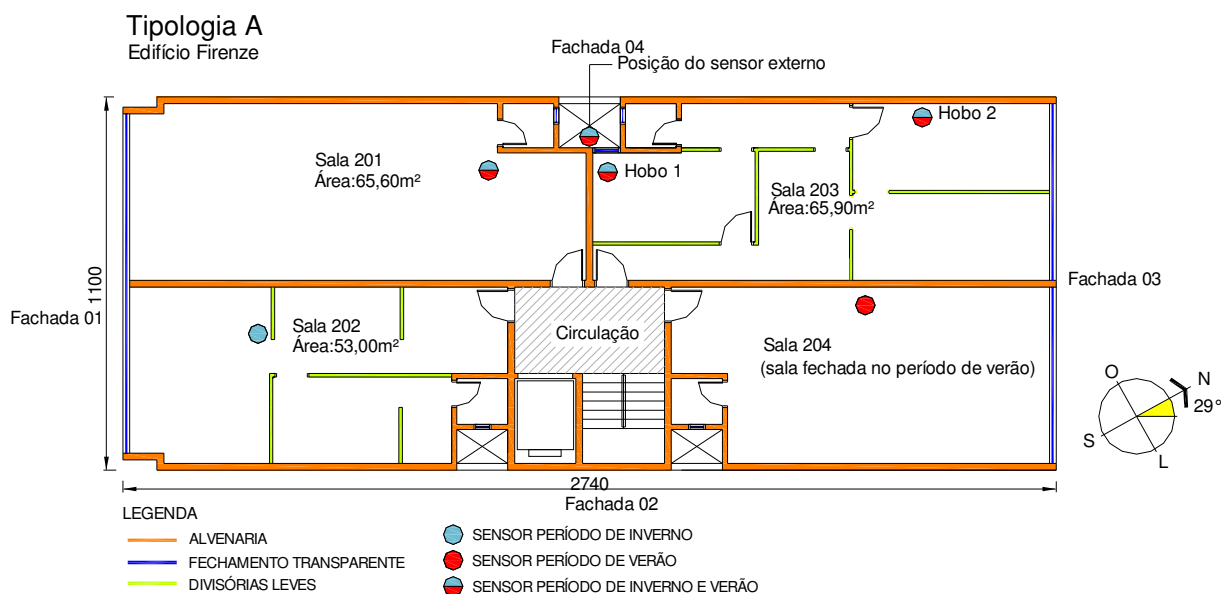


Figura 20 - Localização dos sensores na planta para o período de inverno e verão da tipologia A

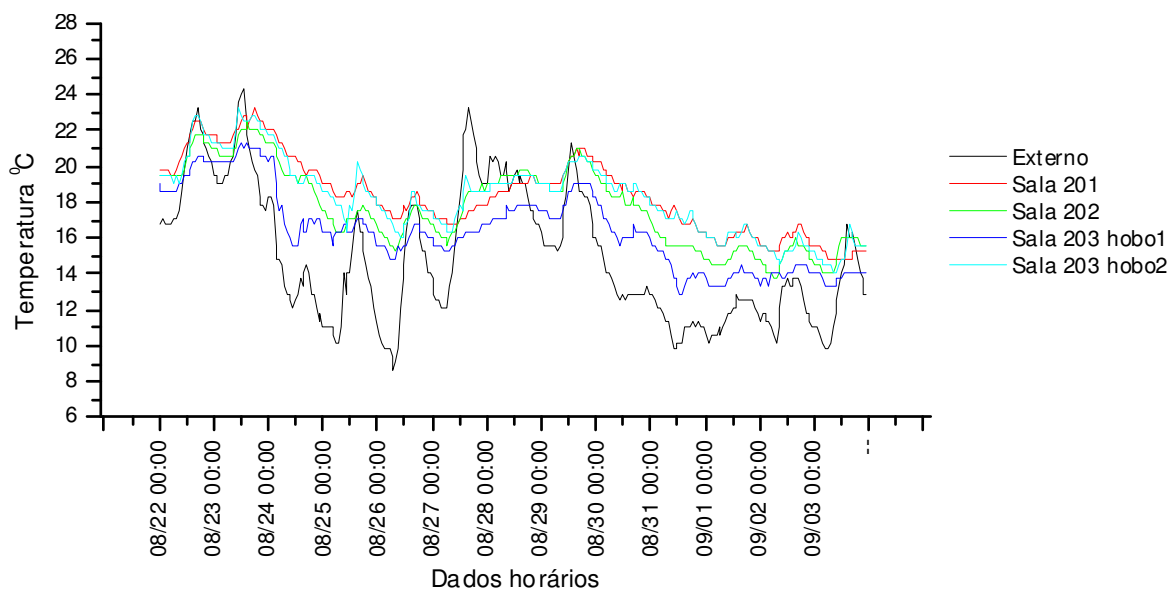


Figura 21 - Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia A

Considerando todo o período de dados analisados no **Inverno**, do dia 22/08/05 à 03/09/05, destaca-se que ocorreram dias com quedas acentuadas na temperatura externa, ocasionando uma seqüência climática representativa das

ondas de frio, características da região sul do país. A temperatura externa em todo o período apresentou máxima de 25,17°C e mínima de 7,83°C.

Na Tabela 10 é apresentado os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período de inverno, referentes às salas da tipologia A.

Tabela 10 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia A para o período de inverno

Tipologia A	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	7,83°C no dia 26/08	12,22°C	25,17°C no dia 23/08	18,63°C	17,34°C
Sala 201	14,85°C no dia 03/09	17,67°C	23,24°C no dia 23/08	19,43°C	8,39°C
Sala 202	13,7°C no dia 02/09	16,64°C	22,48°C no dia 23/08	18,87°C	8,78°C
Sala 203 hobo1	12,93°C no dia 31/08	15,52°C	21,33°C no dia 23/08	17,52°C	8,40°C
Sala 203 hobo2	14,09°C no dia 03/09	17,20°C	23,24°C nos dias 22 e 23/08	19,60°C	9,15°C

Pode-se observar que as temperaturas internas não sofreram muitas variações apesar da grande amplitude registrada na temperatura externa, caracterizando um sistema construtivo com boa inércia térmica.

Na sala 203 foram instalados dois sensores, pois esta sala apresentava divisórias internas, assim o sensor 1 foi instalado em um ambiente que não apresenta abertura exposta a radiação solar e o sensor 2 foi instalado em um ambiente com abertura para norte. Pode-se verificar que a radiação solar é fator determinante no desempenho da edificação, pois o sensor 1 da sala 203 apresentou temperaturas inferiores com média das mínimas de 15,52°C e das máximas de 17,52°C, enquanto relação ao sensor 2, apesar de estarem na mesma salas, porém em ambientes diferentes apresentou média das mínimas de 17,20°C e das máximas de 19,60°C.

A sala 202 possui aberturas para sul e parede externa para leste. A sala 201 possui aberturas para sul e parede externa para oeste. É de se verificar que na maior parte do período de medição, a sala 201 apresentou temperaturas mais elevadas que a sala 202. O fator principal que proporciona esta diferença é que na sala 201 existe um ganho térmico interno muito maior devido ao padrão de ocupação e uso de equipamentos, conforme tabela 5.

Para o período de **Verão**, o monitoramento desta tipologia foi realizado entre os dias 02/02/06 e 14/02/06. Este período se caracterizou por uma estabilidade na

variação de temperatura externa, com entrada de apenas uma frente fria e de baixa intensidade no dia 06/02/06. A temperatura mínima externa registrada neste período foi de 19,42°C, a temperatura máxima registrada foi de 38,77°C, apresentando uma variação no período de 19,35°C. O gráfico da Figura 22 apresenta para o período de verão os resultados do monitoramento da temperatura para a tipologia A.

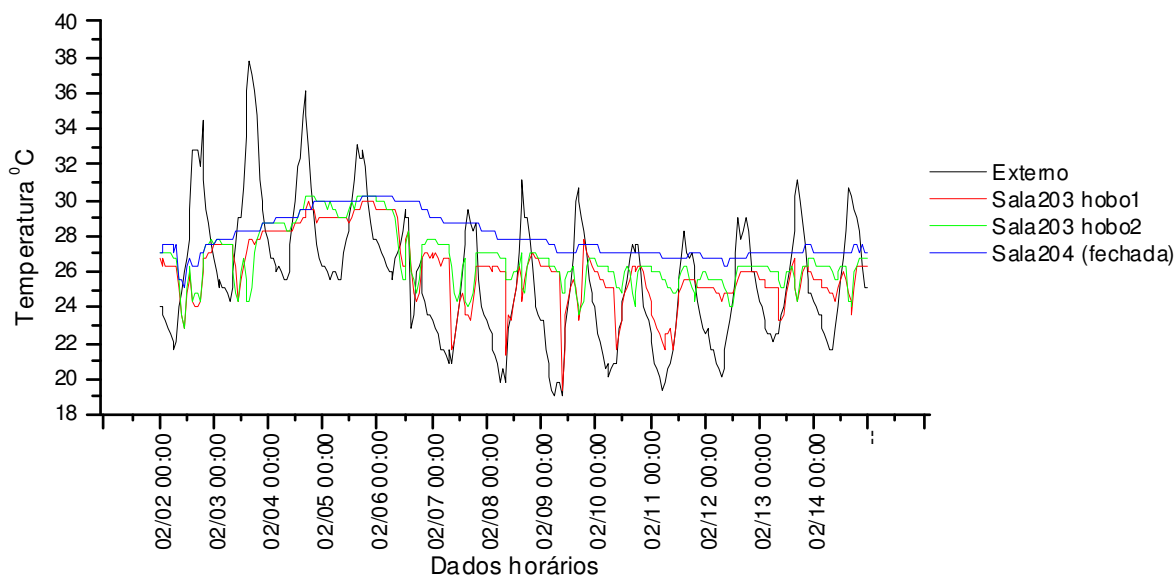


Figura 22 - Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia A

Na Tabela 11 é apresentado os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período de verão, referentes às salas da tipologia A.

Tabela 11 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia A para o período de verão

Tipologia A	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	19,42°C nos dias 8 e 11/02	21,63°C	38,77°C no dia 03/02	32,59°C	19,35°C
Sala 203 hobo1	22,86°C no dia 02/02	25,87°C	29,9°C nos dias 04 e 05/02	29,01°C	7,04°C
Sala 203 hobo2	22,86°C no dia 02/02	26,17°C	30,71°C no dia 05/02	29,41°C	7,85°C
Sala 204	26,34°C no dia 12/02	27,55°C	30,31°C no dia 05/02	28,37°C	3,97°C

Considerando o período sem uso de condicionador de ar na sala 203, onde foram instalados dois sensores, ocorreram picos de máximas e mínimas muito próximas. A temperatura mínima registrada pelo sensor 1 da sala 203 foi de 22,86°C e máxima de 29,90°C. Para o sensor 2 da sala 203 a temperatura mínima registrada

também foi de 22,86 °C e máxima de 30,71 °C. A média das mínimas para o sensor 1 ficou em 25,87 °C e para o sensor 2 em 26,17 °C, a média das máximas ficou em 29,01 °C para o sensor 1 e 29,41 °C para o sensor 2.

A sala 204 por estar fechada durante o período de monitoramento, manteve a temperatura praticamente constante. A variação em todo o período para esta sala foi de apenas 3,97 °C. Isto demonstra a grande influência do padrão de uso e ocupação das salas.

5.1.2 Tipologia B

No edifício referente à tipologia B (edifício Rio da Prata) foi possível instalar os sensores nas mesmas salas tanto para o período de inverno como para o de verão, conforme pode ser visto na Figura 23, que apresenta a planta do edifício com a localização dos sensores internos e do sensor externo para os dois períodos de monitoramento.

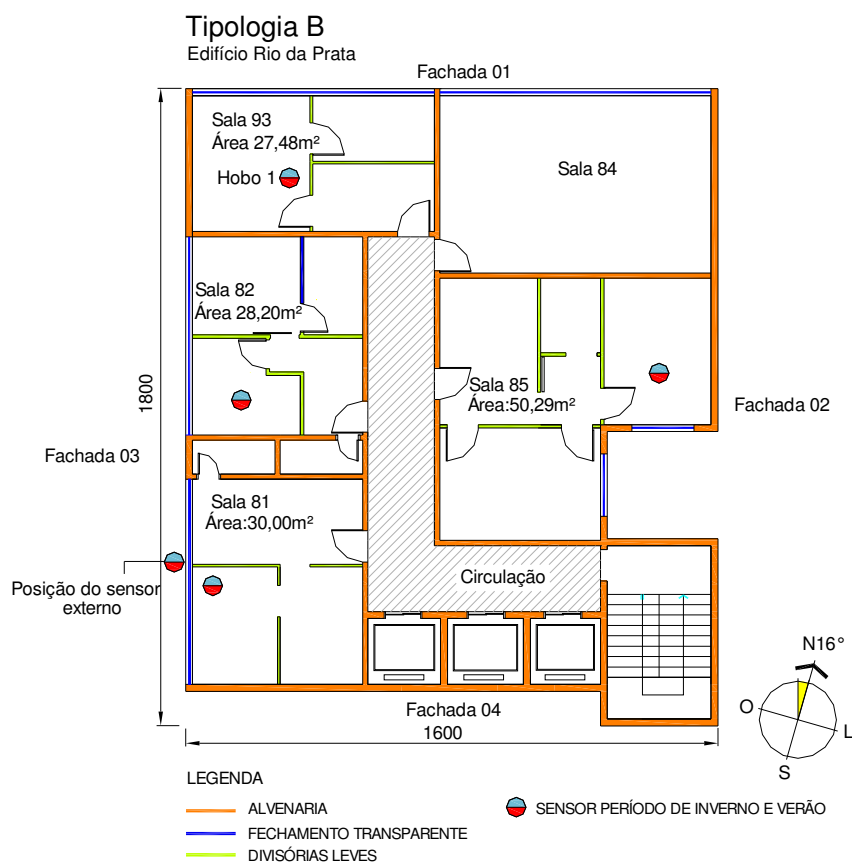


Figura 23 - Localização dos sensores na planta para o período de inverno e verão da tipologia B

Na Figura 24 é apresentada o gráfico de temperatura interna e externa para os 13 dias de coleta de dados com intervalo horário para o período de inverno.

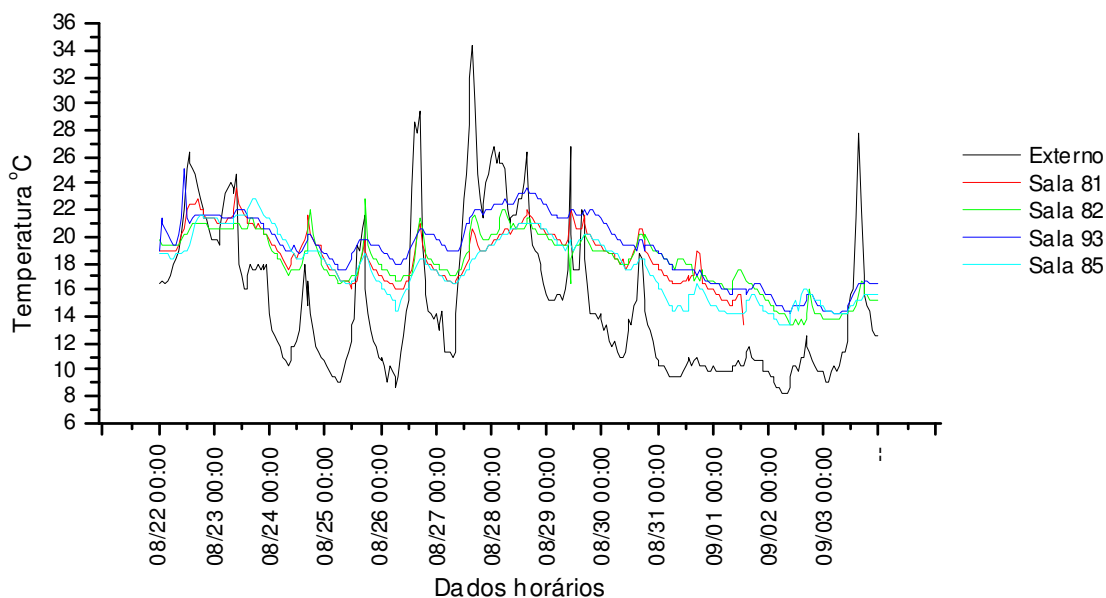


Figura 24 - Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia B

Na Tabela 12 é apresentado os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período, considerando as medições de inverno para a tipologia B.

Tabela 12 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia B para o período de inverno

Tipologia B	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	8,23°C no dia 02/09	11,15°C	34,43°C no dia 27/08	23,17°C	26,2°C
Sala 81	15,62°C no dia 25/08	17,24°C	23,63°C no dia 23/08	21,23°C	8,01°C
Sala 82	13,32°C no dia 02/09	16,87°C	23,24°C no dia 25/08	20,42°C	9,92°C
Sala 93	14,09°C no dia 02 e 03/09	18,11°C	25,17°C no dia 22/08	20,46°C	11,08°C
Sala 85	13,32°C no dia 02/09	16,52°C	22,86°C no dia 23/08	19,02°C	9,54°C

O período de monitoramento desta tipologia no **Inverno** foi do dia 22/08/05 ao 03/09/05, este apresentou uma grande variação na temperatura externa, com entrada de frente fria. A temperatura mínima externa registrada neste período foi de 8,23°C e a máxima de 34,43°C, com uma variação no período de 26,2°C.

Na análise dos dados da temperatura interna, a sala 93 apresenta na maior parte dos dias as maiores temperaturas internas, sendo que sua média para as temperaturas máximas ficou em 20,46°C e a média das mínimas em 18,11°C. A variação do período para esta sala foi de 11,08°C. Esta sala possui abertura para norte e paredes externas para oeste o que explica as temperaturas mais elevadas devido à incidência da radiação solar.

A sala 85 que na maior parte dos dias apresentou as temperaturas internas mais baixas possui a parede externa voltada para leste e aberturas para poço de luz, a média das temperaturas mínimas para esta sala foi de 16,52°C.

As salas 81 e 82 apresentaram variações nas temperaturas internas muito semelhantes durante o período de monitoramento, onde a média das mínimas foi de 17,24°C para a sala 81 e de 16,87°C para a sala 82, já a média das temperaturas máximas para estas salas foi de 21,23°C e 20,42°C respectivamente. Ambas as salas apresentam aberturas para oeste, a sala 81 possui outra parede externa, esta voltada para a face sul da edificação. A sala 82 não possui outro fechamento externo além da parede que possui a abertura.

A Figura 25 apresenta para o período de verão os resultados horários de temperaturas para a tipologia B.

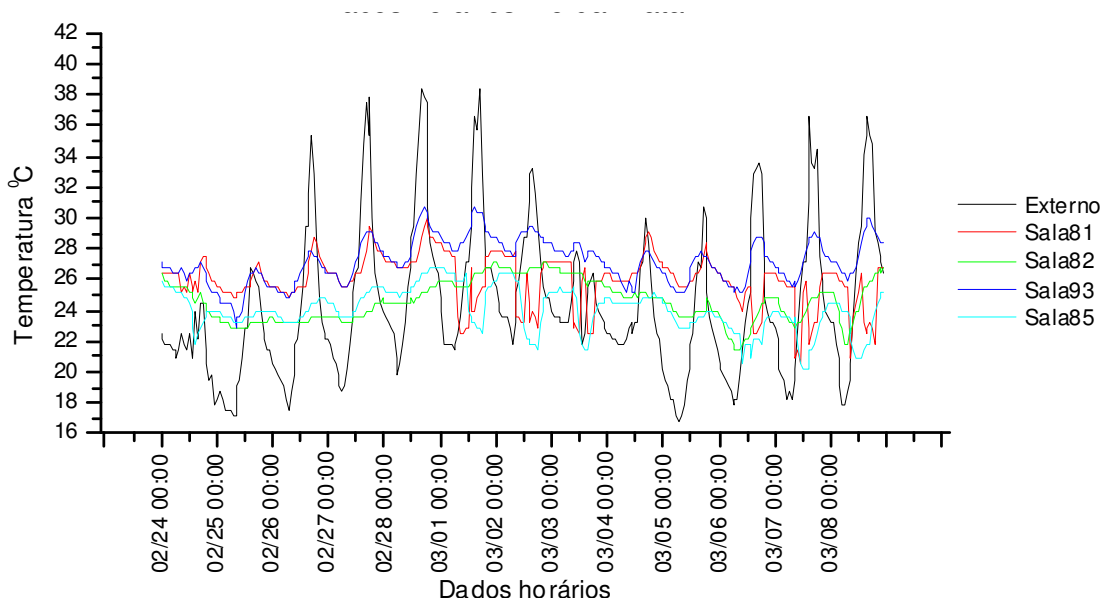


Figura 25 - Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia B

Durante o monitoramento do período de **Verão**, que ocorreu entre os dias 24/02/06 e 08/03/06, aconteceram dias com temperaturas muito elevadas chegando

à faixa dos 40,59°C para a temperatura externa, aumentando consideravelmente a amplitude. Neste período também ocorreu uma entrada de frente fria de baixa intensidade. A temperatura mínima externa registrada neste período foi de 16,76°C e a máxima de 40,59°C ocasionando uma variação no período de 23,83°C.

Na Tabela 13 estão apresentados os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período.

Tabela 13 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia B para o período de verão

Tipologia B	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	16,76°C no dia 05/03	18,90°C	40,59°C no dia 28/02	34,04°C	23,83°C
Sala 81	24,79°C nos dias 24 à 26/02	25,03°C	29,90°C no dia 28/02	28,46°C	5,11°C
Sala 82	20,95°C nos dias 6 e 8/03	23,60°C	27,12°C nos dias 01 e 02/03	25,59°C	6,17°C
Sala 93	22,86°C no dia 25/02	25,63°C	30,71°C no dia 28/02 e 01/03	28,77°C	7,85°C
Sala 85	20,19°C no dia 06/03	22,48°C	26,73°C nos dias 27 e 28/02	25,02°C	6,54°C

As salas 81 e 93 apresentaram temperaturas muito próximas, onde a média das temperaturas mínimas para a sala 81 foi de 25,03°C e para a sala 93 foi de 25,63°C, já a média das máximas para estas salas ficaram em 28,46°C e 28,77°C. A sala 81 possui aberturas para oeste e outra parede externa para sul, a sala 93 possui aberturas para norte e outra parede externa para oeste.

A sala 82 e 85 também apresentaram os picos mínimos e máximos de temperatura muito próximos, porém inferiores aos das salas 81 e 93. A sala 82 possui aberturas para oeste e a sala 85 possui abertura para poço de luz, a parede externa desta sala está voltada para a face leste da edificação.

A sala 93, como no período de inverno foi a que apresentou o maior aquecimento, onde a máxima registrada foi de 30,71°C, este se deve ao ganho de calor solar por ser uma sala voltada para as orientações norte e oeste, a pior situação a nível de conforto térmico para o período de verão.

5.1.3 Tipologia C

O edifício representativo da tipologia C (Edifício Gold Center) apresentou a mesma localização dos sensores internos e do sensor externo tanto para o período

de inverno como para o de verão. A Figura 26 apresentada a planta deste edifício com a localização dos referidos sensores para os dois períodos de monitoramento.

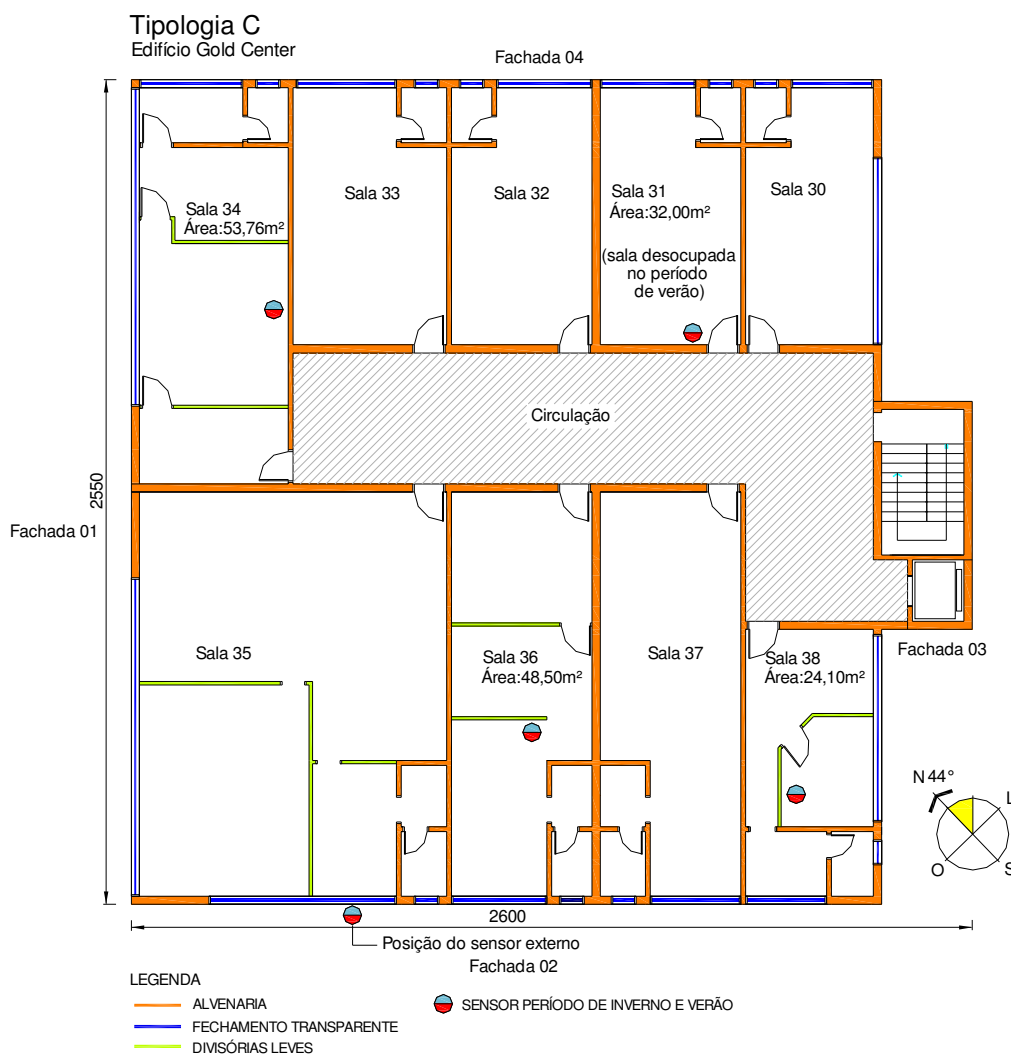


Figura 26 - Localização dos sensores na planta para o período de inverno e verão da tipologia C

A Figura 27 apresenta o gráfico de temperatura interna e externa para os 13 dias de coleta de dados no período de inverno. Enquanto a Tabela 14 que demonstra os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período de inverno.

Conforme os dados registrados pelos sensores, durante o período de monitoramento do dia 06/07/05 à 18/07/05 a temperatura externa apresentou uma constante ascensão até o dia 15/07/05, onde ocorreu à entrada de uma frente fria, ocasionando uma redução da temperatura. A temperatura mínima externa foi de

9,42°C e a máxima foi de 24,01°C, ocasionando uma variação no período de 14,59°C.

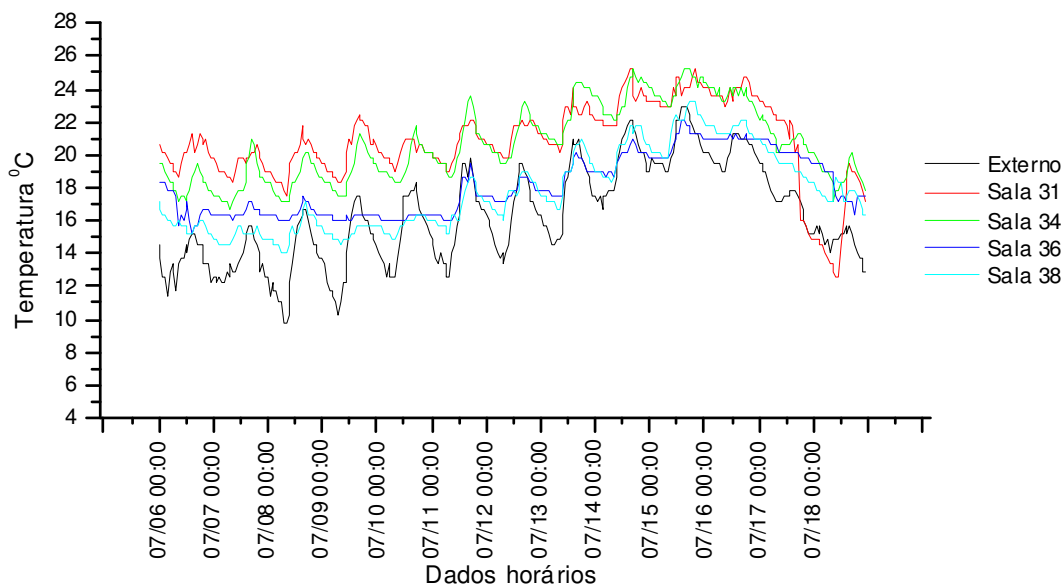


Figura 27 - Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia C

Tabela 14 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia C para o período de inverno

Tipologia C	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	9,42°C no dia 08/07	13,21°C	24,01°C no dia 15/07	19,28°C	14,59°C
Sala 31	17,52°C no dia 18/07	19,74°C	25,17°C nos dias 14 e 15/07	22,80°C	7,65°C
Sala 34	16,76°C nos dias 07 e 08/07	19,22°C	25,17°C nos dias 14 e 15/07	22,63°C	8,41°C
Sala 36	14,85°C no dia 06/07	17,20°C	22,09°C no dia 15/07	19,13°C	7,24°C
Sala 38	14,09°C no dia 08/07	16,46°C	23,24°C no dia 15/07	19,04°C	9,15°C

Durante o monitoramento de **Inverno** a temperatura interna do edifício Gold Center apresentou uma considerável diferença de temperatura nas salas de acordo com a orientação solar, podendo-se perceber que, neste prédio, a radiação solar incidente sobre as fachadas teve uma grande influência sobre os resultados para o período de inverno.

As salas 31 e 34 apresentaram a mesma temperatura máxima interna 25,17°C, a média das temperaturas mínimas para estas salas ficou em 19,74°C para a sala 31 e 19,22°C para a sala 34. Estas salas por possuírem aberturas para nordeste e noroeste apresentaram as maiores temperaturas se comparado com as

salas 36 e 38 que possui aberturas para sudoeste e sudeste, onde a média das mínimas para estas ficou em 17,20°C e 16,46°C, respectivamente. Verifica-se que as salas 36 e 38 apresentaram temperaturas mínimas e máximas muito parecidas, isso em virtude de possuírem a mesma orientação solar.

A temperatura máxima externa esteve em grande parte do período muito próxima dos picos da temperatura máxima interna das salas 36 e 38. Para o período de inverno as salas 31 e 34 apresentaram temperaturas mais próximas das ideais para conforto térmico.

O resultado do monitoramento do período de **Verão** da tipologia C é apresentado em dados horários na Figura 28.

A temperatura mínima externa registrada neste período foi de 17,52°C e máxima de 34,01°C, gerando uma variação de 16,49°C no período. Como no período de inverno, as temperaturas internas das salas 31 e 34 ficaram sempre muito próximas da temperatura máxima externa no período de verão, o que demonstra novamente, a grande influência da radiação solar e do tamanho das aberturas no desempenho térmico das edificações. Estas salas apresentam a pior situação para o verão, ao mesmo tempo em que apresentam as melhores temperaturas para o inverno. A sala 34, que está voltada para a orientação noroeste, apresentou, na maior parte dos dias, as maiores temperaturas em relação às demais salas.

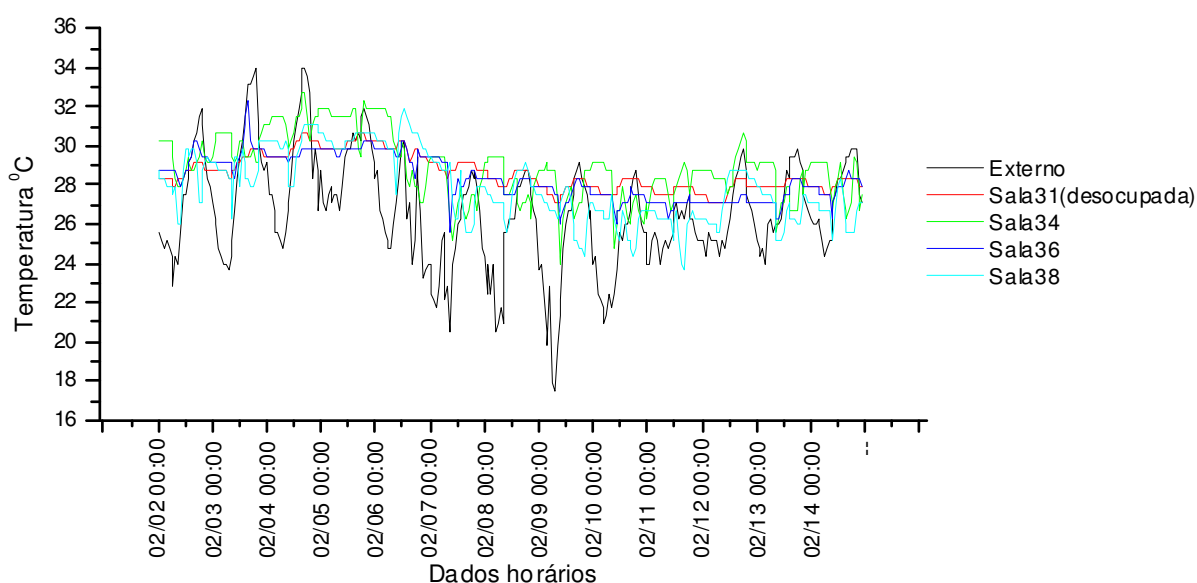


Figura 28 - Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia C

Na Tabela 15 é apresentado os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período de verão, referentes às salas da tipologia C.

Tabela 15 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia C para o período de verão

Tipologia C	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Varição no período
Externo	17,52°C no dia 09/02	22,48°C	34,01°C nos dias 03 e 04/02	30,48°C	16,49°C
Sala 31	26,73°C no dia 12/02	28,07°C	30,71°C nos dias 04 e 05/02	29,08°C	3,98°C
Sala 34	24,01°C no dia 09/02	26,86°C	32,76°C no dia 04/02	30,47°C	8,75°C
Sala 36	24,79°C no dia 09/02	26,98°C	32,34°C no dia 03/02	29,23°C	7,55°C
Sala 38	23,63°C no dia 11/02	25,87°C	31,93°C no dia 06/02	29,24°C	8,30°C

5.1.4 Tipologia D

A Figura 29 apresenta a planta do edifício referente à tipologia D (Edifício Lenda da Panelinha) com a localização dos sensores internos e do sensor externo para o período de inverno e verão. Em algumas salas não ocorreu à mesma localização dos sensores de inverno e verão.

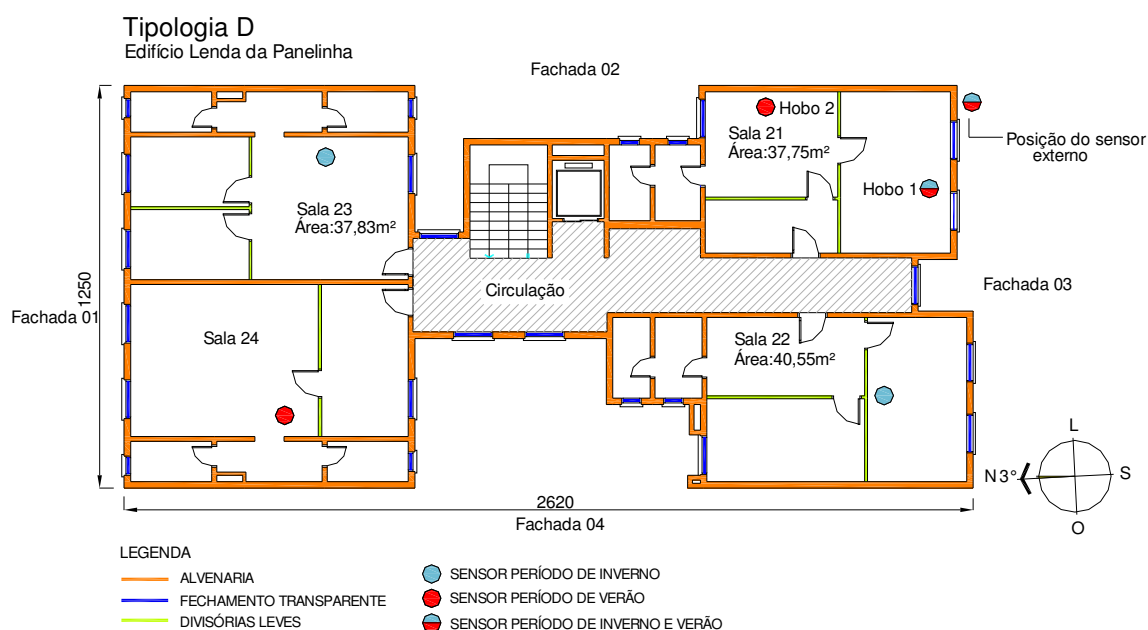


Figura 29 - Localização dos sensores na planta para o período de inverno e verão da tipologia D

Na Figura 30 é apresentado o gráfico de temperatura interna e externa para os 13 dias de coleta de dados com intervalo horário no período de inverno, e na Tabela 16 é apresentado os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período referentes às salas da tipologia D.

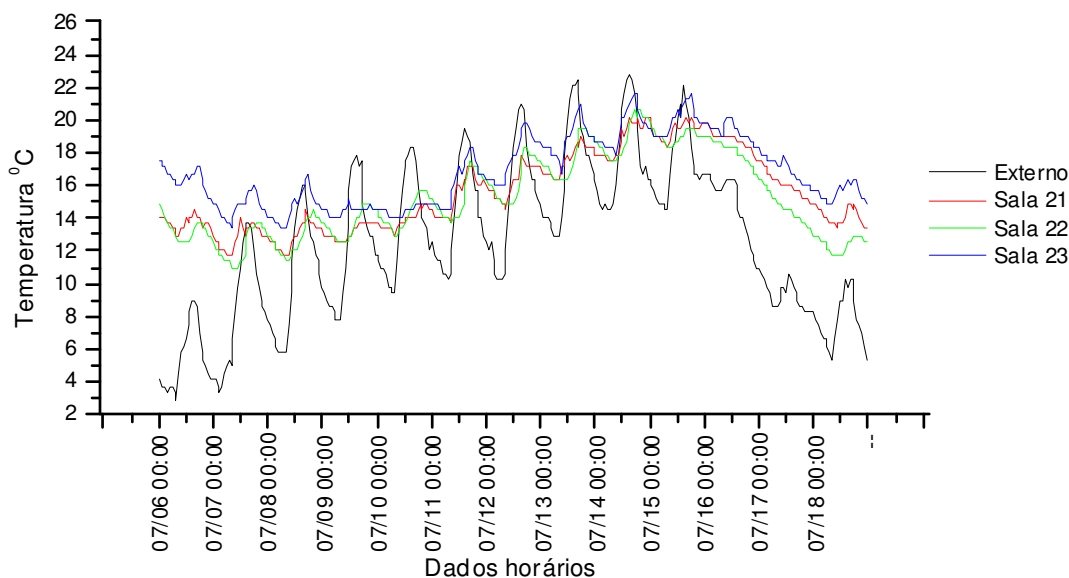


Figura 30 - Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia D

Tabela 16 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia D para o período de inverno

Tipologia D	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	2,89°C no dia 06/07	8,79°C	22,86°C nos dias 13 e 14/07	16,62°C	19,97°C
Sala 21	11,38°C no dia 08/07	14,37°C	20,57°C no dia 14/07	16,96°C	9,19°C
Sala 22	10,99°C no dia 07/07	13,99°C	20,57°C no dia 14/07	16,73°C	9,58°C
Sala 23	12,93°C no dia 08/07	15,46°C	21,71°C nos dias 14 e 15/07	18,28°C	8,78°C

No período de **Inverno** a temperatura externa apresentou mínima de 2,89°C e máxima de 22,86°C, ocasionando uma variação de 19,97°C neste período. A temperatura externa esteve em ascensão até o dia 15/07/05 onde entrou uma frente fria que baixou a temperatura. As salas 21 e 22 apresentaram temperaturas mínimas e máximas muito próximas nesta tipologia, onde a média das mínimas ficou em 14,37°C para a sala 21 e 13,99°C para a sala 22, a média das máximas para estas salas ficou em 16,96°C e 16,73°C, respectivamente. Ambas as salas possuem orientação solar das aberturas para sul. A sala 23 teve maiores médias de mínimas

e máximas se comparado com as salas citadas anteriormente, onde esta sala apresenta suas aberturas voltadas para a face norte da edificação.

Para o período de **Verão** a temperatura externa neste período de monitoramento, teve variações pouco acentuadas ao longo do dia, conforme pode ser observado na Figura 31. Nos três primeiros dias a temperatura externa esteve em ascensão, após este período ocorreu um declínio onde a temperatura máxima praticamente se estabilizou. A temperatura mínima externa registrada foi de 15,62°C a temperatura máxima registrada foi de 35,70°C, gerando uma variação no período de 20,08°C.

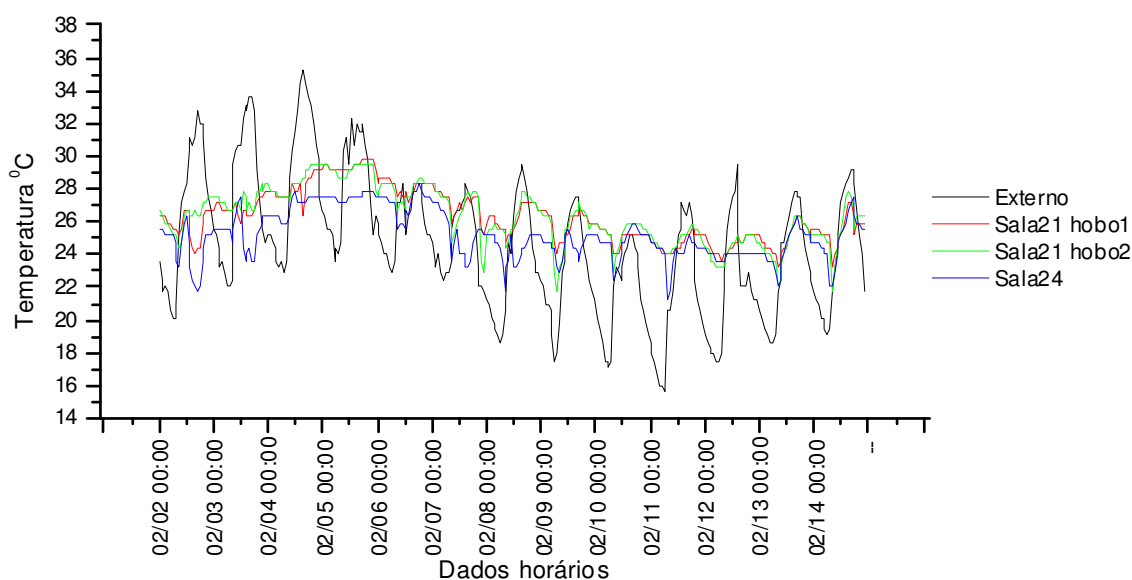


Figura 31 - Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia D

A Tabela 17 apresenta os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período de monitoramento de verão para as salas desta tipologia.

Tabela 17 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia D para o período de verão

Tipologia D	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	15,62°C no dia 11/02	19,60°C	35,70°C no dia 04/02	30,13°C	20,08°C
Sala 21 hobo1	23,24°C nos dias 13 e 14/02	24,88°C	30,31°C no dia 05/02	27,37°C	7,07°C
Sala 21 hobo2	20,95°C no dia 09/02	23,96°C	29,9°C no dia 05/02	27,61°C	8,95°C
Sala 24	21,33°C no dia 11/02	23,31°C	28,31°C no dia 06/02	26,62°C	6,98°C

Os dois sensores instalados na sala 21 apresentaram resultados muito próximos, principalmente para as temperaturas máximas, onde a média das máximas para o sensor 1 ficou em 27,37°C e para o sensor 2 27,61°C.

A sala 24 apresentou temperaturas máximas levemente mais amenas na maior parte dos dias, apesar desta possuir aberturas voltadas para a face norte e outro fechamento externo para a face oeste da edificação, enquanto a sala 21 possui aberturas para o sul. Deve-se destacar que a existência dos banheiros entre a parede externa voltada para oeste e a sala, serviu como uma barreira para a passagem da radiação proveniente desta parede externa, o que veio a atenuar a temperatura interna desta sala.

5.1.5 Tipologia E

O edifício representativo da tipologia E (Edifício Panorama) apresentou a mesma localização dos sensores internos e do sensor externo tanto para o período de inverno como para o de verão. A Figura 32 apresenta a planta do edifício com a localização dos sensores internos e do sensor externo para o período de inverno e verão.

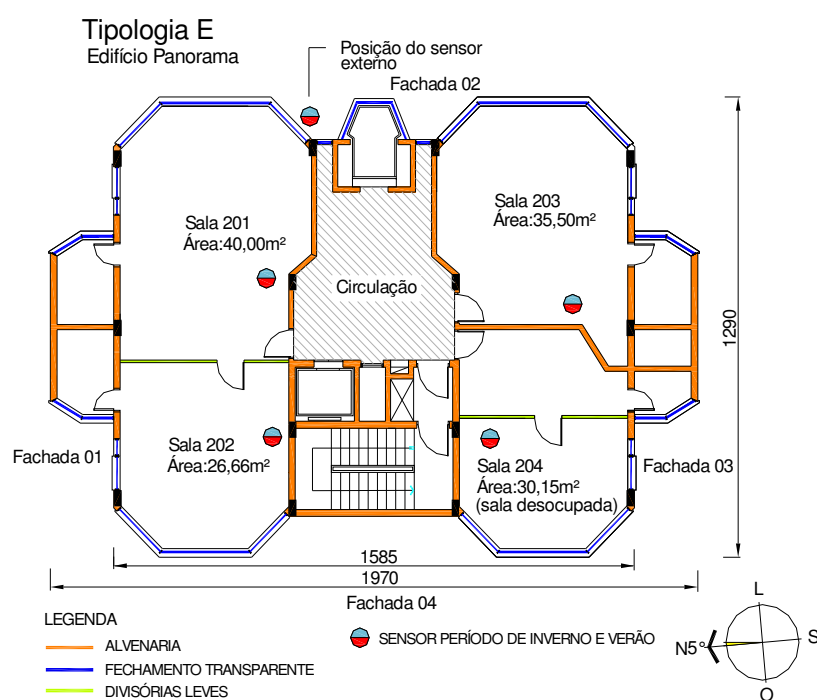


Figura 32 - Localização dos sensores na planta para o período de inverno e verão da tipologia E

Na Figura 33 é apresentado o gráfico de temperatura interna e externa para os 13 dias de coleta de dados com intervalo horário no período de inverno, e na Tabela 18 é apresentado os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período referente às salas monitoradas neste período da tipologia E.

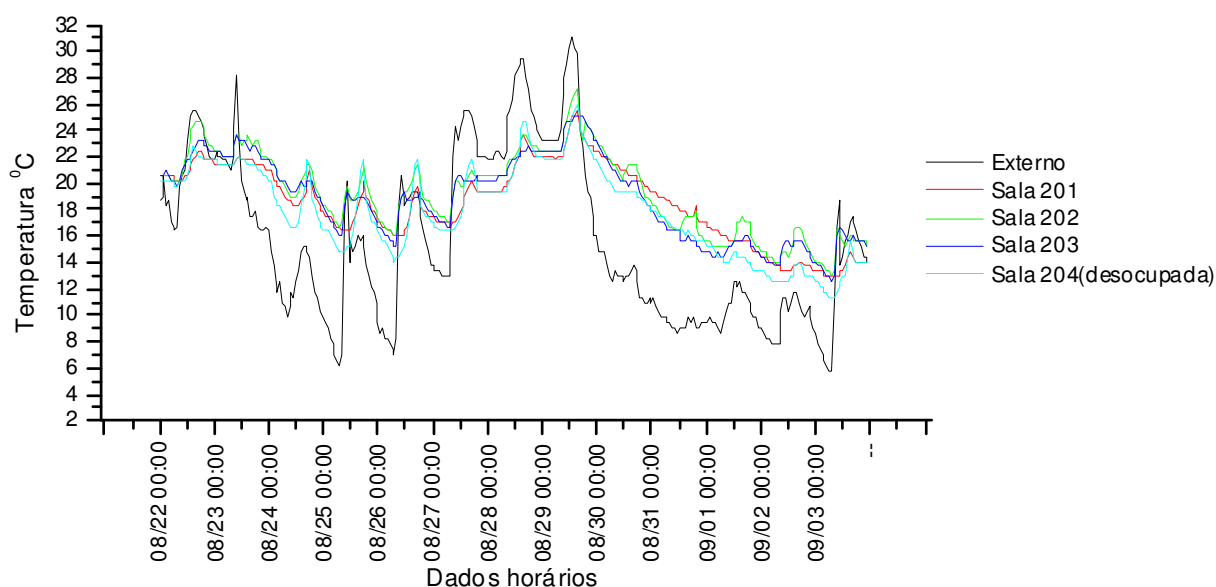


Figura 33 - Variação de temperatura do ar para período de inverno - tipologia E

Tabela 18 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia E para o período de inverno

Tipologia E	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	5,81°C no dia 03/09	11,32°C	31,12°C no dia 29/08	21,02°C	25,31°C
Sala 201	12,93°C no dia 03/09	17,46°C	25,56°C no dia 29/08	20,43°C	12,63°C
Sala 202	12,93°C no dia 03/09	17,64°C	27,52°C no dia 29/08	21,46°C	14,59°C
Sala 203	12,55°C no dia 03/09	17,23°C	25,17°C no dia 29/08	20,43°C	12,62°C
Sala 204	11,38°C no dia 03/09	16,40°C	25,95°C no dia 29/08	20,60°C	14,57°C

Observando o gráfico da Figura 33, percebe-se, que para o período de **Inverno**, ocorreu uma grande variação climática durante os dias de monitoramento, com entrada de duas frentes frias. A temperatura mínima registrada neste período foi de 5,81°C e máxima de 31,12°C com uma variação de 25,31°C.

Como é de se verificar na Tabela 18, a variação das temperaturas internas das salas tanto mínimas como máximas estiveram sempre muito próximas umas das

outras. Onde as aberturas 201 e 203 estão voltadas para a face leste da edificação e as aberturas das salas 202 e 204 estão para a face oeste.

A Figura 34 apresenta o gráfico de temperatura interna e externa para os 13 dias de coleta de dados no período de verão e na Tabela 19 é apresentado os valores de temperaturas mínimas, temperaturas máximas e a variação no período para as salas da tipologia E.

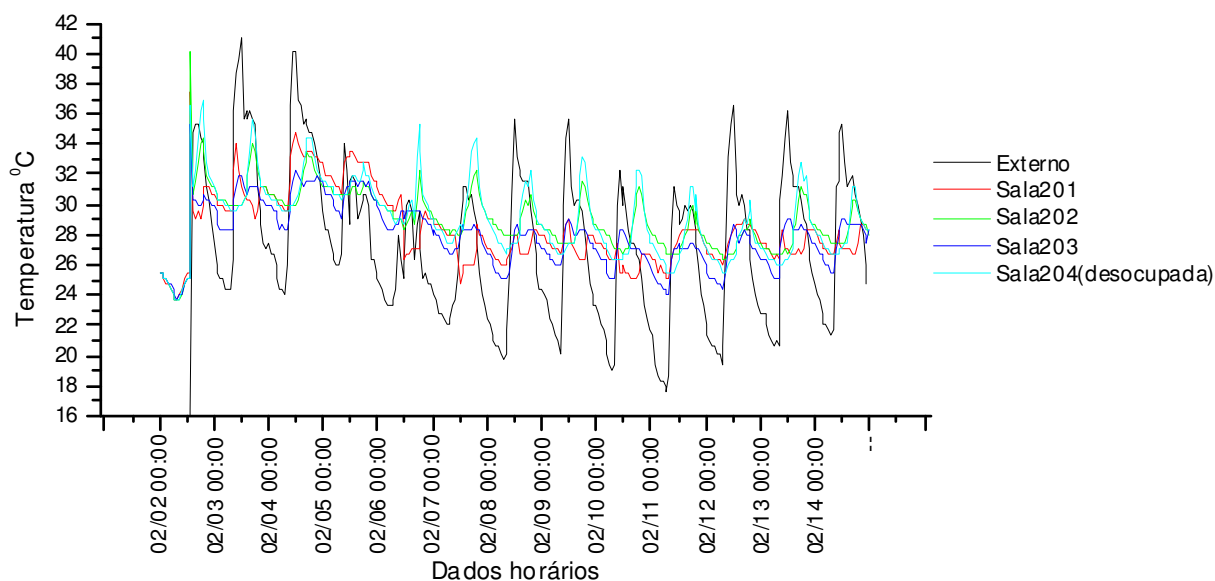


Figura 34 - Variação de temperatura do ar para período de verão - tipologia E

Tabela 19 - Temperaturas mínimas e máximas referentes a tipologia E para o período de verão

Tipologia E	Temperatura mínima	Média das mínimas	Temperatura máxima	Média das máximas	Variação no período
Externo	17,52°C no dia 11/02	21,30°C	41,05°C no dia 03/02	35,85°C	23,53°C
Sala 201	24,79°C no dia 07/02	26,74°C	34,85°C no dia 04/02	30,34°C	10,06°C
Sala 202	26,34°C nos dias 12 e 13/02	27,88°C	34,43°C no dia 03/02	31,76°C	8,09°C
Sala 203	24,01°C no dia 11/02	26,35°C	32,34°C no dia 04/02	29,62°C	8,33°C
Sala 204	25,56°C nos dias 11 e 12/02	27,49°C	36,13°C no dia 03/02	33,56°C	10,57°C

Para o período de **Verão** verifica-se que a temperatura externa apresentou uma grande variação em praticamente todos os dias. A temperatura máxima externa registrada neste período foi de 41,05°C no dia 03/02 e a temperatura mínima externa foi de 17,52°C, apresentando uma variação de 23,53°C para este período.

Diferentemente do período de inverno, houve um comportamento térmico diferenciando entre as salas para o período de verão. Onde as salas 202 e 204

apresentaram média das mínimas e máximas mais elevadas que as das salas 201 e 203.

Na maior parte dos dias a sala 204 foi a que apresentou as maiores temperaturas, esta teve a máxima de 36,13°C e mínima de 25,56°C e a média das máximas ficou em 33,58°C. Isto se deve ao ganho de calor devido à radiação solar na sala, e por esta possuir grandes áreas de aberturas voltadas para oeste e por se encontrar fechada durante o período de monitoramento, não havendo entrada de ar pelas aberturas. A sala 202 apresentou temperaturas muito próximas às da sala 204, sendo que esta também possui aberturas para oeste, a média das máximas nesta sala foi de 31,76°C.

As salas 201 e 203 foram as que apresentaram as menores amplitudes diárias, e o menor ganho térmico, em virtude da sua orientação, pois estas estão voltadas para a face leste da edificação onde o ganho térmico proveniente da radiação solar é menor se comparado com as salas que estão voltadas para a face oeste.

5.2 Amplitude térmica e amortecimento

Uma das principais funções da habitação é atenuar as variações climáticas externas. Desta forma a análise central realizada neste trabalho está nesta capacidade do edifício em amortecer as variações de temperatura externa. Para esta análise foi realizado um estudo baseado no amortecimento das amplitudes de variações das temperaturas externas em relação às temperaturas internas considerando o período diário para de inverno e verão.

O período de tempo utilizado para a avaliação do desempenho térmico dos edifícios de escritório das cinco tipologias, foi adotado de acordo com o uso das salas e da utilização de condicionador de ar. Desta forma foram adotados para esta análise os períodos apresentados na Tabela 20.

Nos apêndices C e D são apresentadas as tabelas de amplitude da temperatura para o período de inverno e verão respectivamente sem uso de ar condicionado. Já nos apêndices E e F são apresentadas as tabelas de amortecimento da onda térmica das salas para o período de inverno e verão respectivamente sem uso de ar condicionado.

Tabela 20 – Dias considerados na análise

Tipologias	Inverno		Verão	
A	sala 201 sala 202 sala 203 h1 sala 203 h2	22/08 à 03/09 22/08 à 03/09 22/08 à 03/09 22/08 à 03/09	sala 203 h1 sala 203 h2 sala 204	02/02 à 05/02 02/02 à 05/02 02/02 à 14/02
B	sala 81 sala 82 sala 93 sala 85	22/08 à 31/08 e 03/09 22/08 à 03/09 22/08 à 03/09 22/08 à 03/09	sala 81 sala 82 sala 93 sala 85	24/02 à 28/02 e 04/03 à 06/03 24/02 à 08/03 24/02 à 08/03 24/02 à 28/02 e 04/03 à 08/03
C	sala 31 sala 34 sala 36 sala 38	06/07 à 16/07 06/07 à 18/07 06/07 à 18/07 06/07 à 18/07	sala 31 sala 34 sala 36 sala 38	02/02 à 14/02 02/02 à 14/02 02/02 à 14/02 02/02 à 14/02
D	sala 21 sala 22 sala 23	06/07 à 18/07 06/07 à 18/07 06/07 à 18/07	sala 21 h1 sala 21 h2 sala 24	02/02 à 14/02 02/02 à 14/02 02/02 à 14/02
E	sala 201 sala 202 sala 203 sala 204	22/08 à 03/09 22/08 à 03/09 22/08 à 03/09 22/08 à 03/09	sala 201 sala 202 sala 203 sala 204	03/02 à 14/02 03/02 à 14/02 03/02 à 14/02 03/02 à 14/02

5.2.1 Período de inverno

As Figuras 35 a 39 apresentam os valores das temperaturas mínimas e máximas registradas durante os 13 dias de monitoramento da temperatura durante o período de inverno para as diversas tipologias.

- Tipologia A

Analisando-se a Figura 35, que apresenta o gráfico das temperaturas mínimas e máximas internas e externas, no período de inverno para a tipologia A, percebe-se que as salas não apresentaram um atraso na curva de temperatura interna em relação à curva de temperatura externa. As temperaturas internas se apresentaram sempre numa curva de amplitude menor que as temperaturas externas. Nos dias em que a temperatura externa esteve decrescente, devido à entrada de uma frente fria, ocorreu uma resistência das temperaturas internas em acompanhar as temperaturas externas, demonstrando que este edifício referente a tipologia A, apresenta boa resistência à passagem de calor e permite a conservação do mesmo no interior. Este efeito proporciona para o período de inverno um melhor nível de conforto térmico aos usuários.

Na Tabela 21 é possível confirmar que a amplitude média interna das salas foi inferior à amplitude da temperatura externa, onde as salas apresentaram uma média de amplitude de 2,1 °C enquanto a externa ficou em 6,41 °C.

Em relação ao amortecimento da onda térmica, a sala 201 foi a que apresentou o maior amortecimento médio diário, 72%, as demais salas apresentaram valores de amortecimento muito próximos, sendo que a média das salas ficou em 67%. Considerando o amortecimento de todo o período, a sala 201 e a sala 203 hobo1 foram as que apresentaram o maior percentual de amortecimento da onda térmica, 52%.

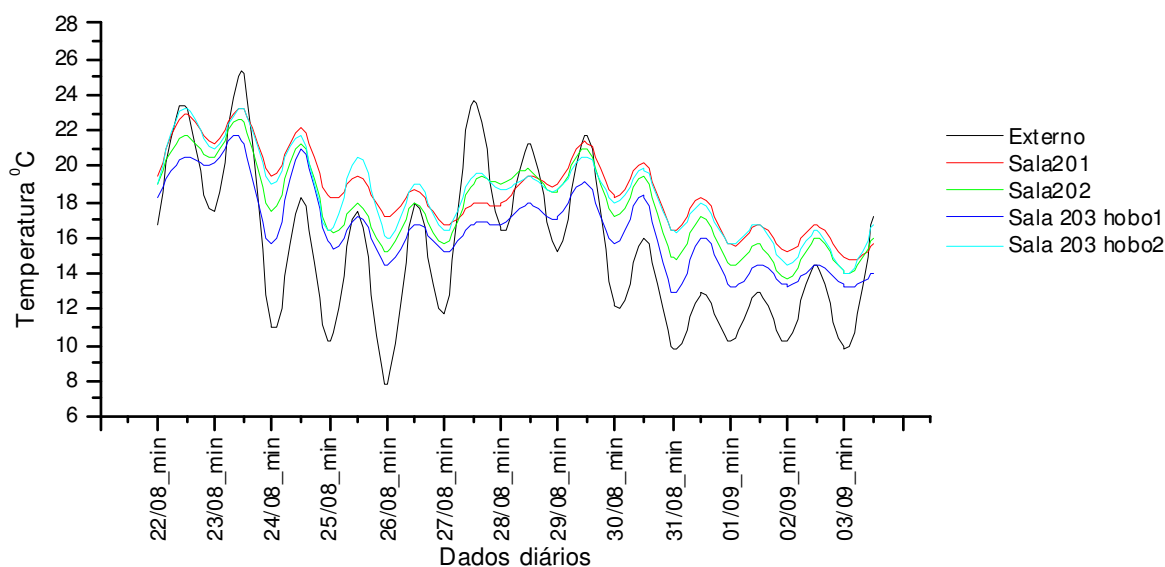


Figura 35 - Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia A

Tabela 21 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo período de inverno - Tipologia A

Tipologia A	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário (%)	Amortecimento do período %
Externo	6,41	17,34		
Sala 201	1,76	8,39	72	52
Sala 202	2,23	8,78	65	49
Sala 203 h1	2	8,4	69	52
Sala 203 h2	2,4	9,15	63	47
Média das salas	2,1	8,68	67	50

- Tipologia B

O período e dias de coleta de dados para a tipologia B foram os mesmo da tipologia A (22/08 À 03/09), porém estas tipologias encontram-se em cidades diferentes, a primeira em Lajeado e a segunda em Santa Maria. Percebe-se, na Figura 36, que a cidade de Santa Maria apresenta uma característica bem marcante

em seu clima, com grandes amplitudes em um mesmo dia, que chegaram a 23,83°C.

Nesta tipologia, como na anterior, as temperaturas internas se apresentaram numa curva de amplitude menor que as temperaturas externas. A amplitude média diária externa para o período ficou em 12,02°C, e a interna em 3,08°C, conforme dados da Tabela 22. Nesta tipologia também não ocorreu atraso na curva de temperatura interna em relação à externa. O amortecimento médio diário das salas ficou em 74%, sendo que a sala 81 e 82 apresentaram valores muito próximos de amortecimento, 67 e 70% respectivamente, ambas as salas apresentam aberturas para oeste. As salas 93 e 85 também apresentaram valores muito próximos de amortecimento médio diário 80 e 79% respectivamente. O amortecimento do período foi 69% para a temperatura externa e 63% para a média das salas.

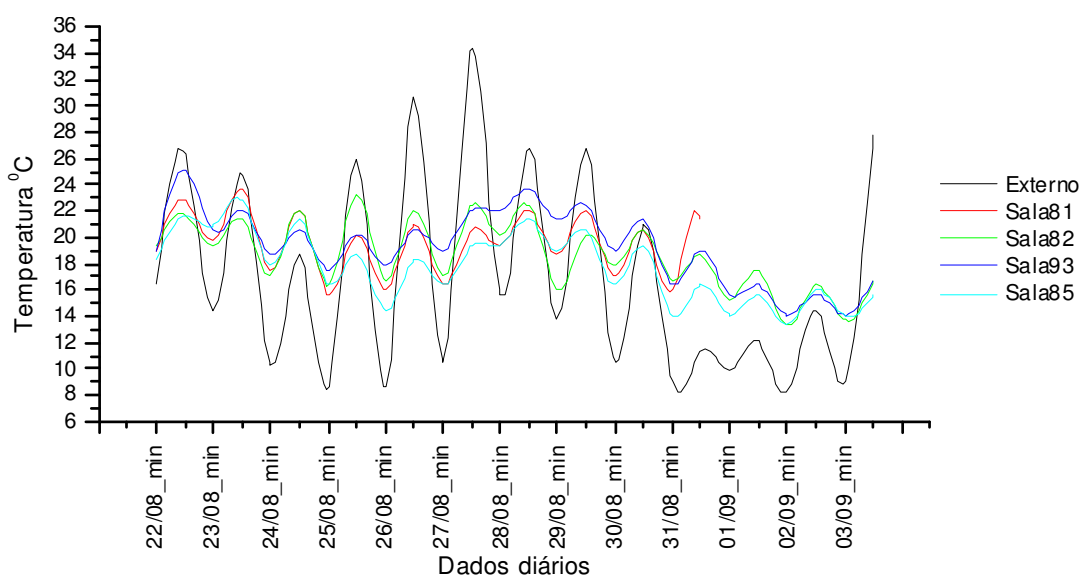


Figura 36 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia B

Tabela 22 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de inverno - Tipologia B

Tipologia B	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário (%)	Amortecimento do período %
Externo	12,02	26,2		
Sala 81	3,94	8,01	67	69
Sala 82	3,55	9,92	70	62
Sala 93	2,35	11,08	80	58
Sala 85	2,49	9,54	79	64
Média das salas	3,08	9,64	74	63

- Tipologia C

O resultado gráfico da coleta de dados de temperaturas mínimas e máximas internas e externas no inverno para a tipologia C, apresentado na Figura 37, evidencia a ocorrência de duas situações diferentes em decorrência da radiação solar incidente sobre a fachada.

As salas localizadas na face noroeste e nordeste da edificação mantiveram a curva de temperatura interna diária sempre acima da temperatura externa, evidenciando o ganho solar de calor diário, associada a do calor interno. Diferentemente, as salas voltadas para a face sudoeste e sudeste da edificação apresentaram uma curva de temperatura com valores mais reduzidos na maioria dos dias.

O amortecimento médio diário das salas também foi bem distinto, as salas 31 e 34 que recebiam a maior radiação solar apresentaram valores menores, 50 e 44% respectivamente, já às salas 36 e 38 apresentaram amortecimento médio diário de 68 e 57%. Estes menores amortecimentos das salas 31 e 34 devem-se a grande área envidraçada voltada para as piores situações de orientação solar, nordeste e noroeste. A temperatura externa apresentou uma amplitude para o período de 14,59°C e a média das salas para o período foi de 8,11°C.

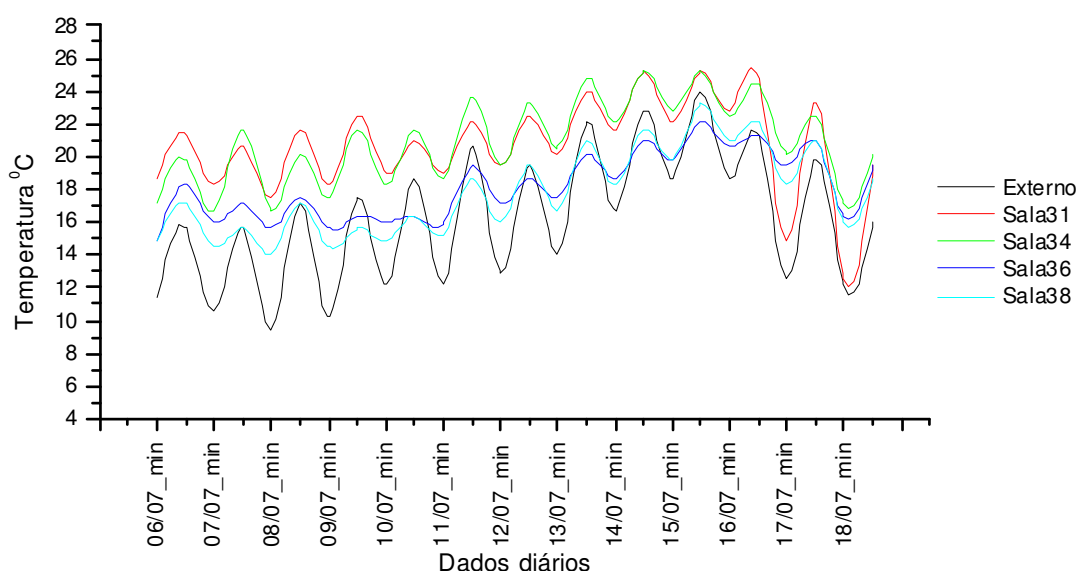


Figura 37 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia C

Na seqüência, são apresentados na Tabela 23, os valores de amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período.

Tabela 23 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de inverno - Tipologia C

Tipologia C	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário (%)	Amortecimento do período %
Externo	6,07	14,59		
Sala 31	3,06	7,65	50	47
Sala 34	3,41	8,41	44	42
Sala 36	1,93	7,24	68	50
Sala 38	2,58	9,15	57	37
Média das salas	2,75	8,11	55	44

- Tipologia D

Analisando-se, na figura 38, o gráfico de temperaturas mínimas e máximas internas e externas no inverno para a tipologia D, percebe-se que nos dias mais frios há uma resistência da temperatura interna em acompanhar a variação da temperatura externa, que nos primeiros dias está em ascensão e nos três últimos dias do monitoramento, está decrescendo. Esta tipologia também não apresentou atraso térmico.

As salas apresentaram amplitudes médias diárias muito próximas, conforme dados da Tabela 24, embora tendo orientações diferentes, isto devido à pequena área de aberturas. Os amortecimentos médios diários das salas foram muito semelhantes sendo que a média destas foi de 65%. Para o amortecimento do período a média das salas ficou em 54%. A temperatura externa apresentou uma amplitude do período de 19,97°C, enquanto a média das salas apresentou uma amplitude para o período de 9,18°C.

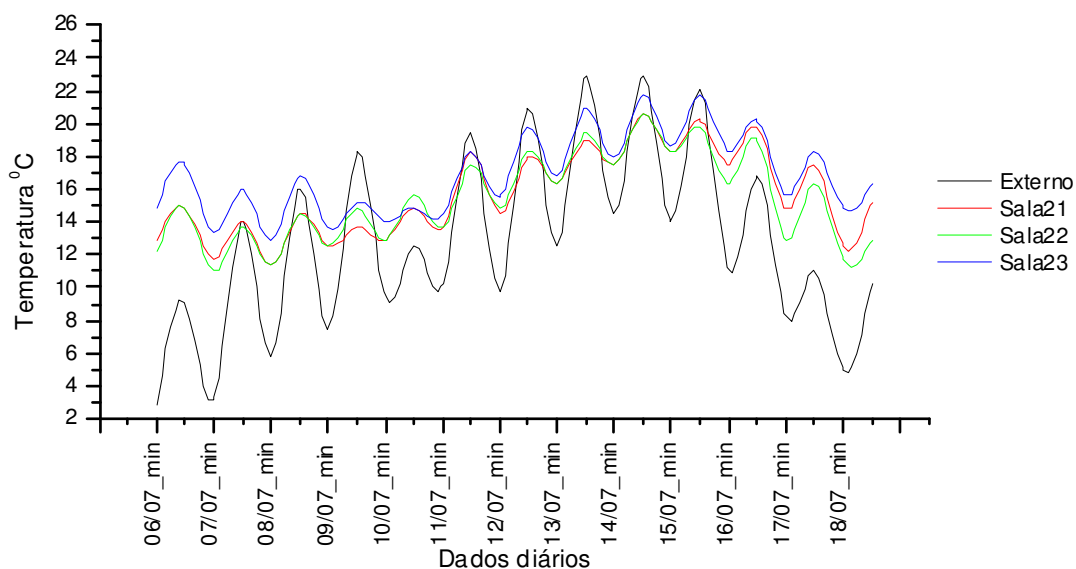


Figura 38 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia D

Tabela 24 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de inverno - Tipologia D

Tipologia D	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário (%)	Amortecimento do período %
Externo	7,84	19,97		
Sala 21	2,59	9,19	67	54
Sala 22	2,74	9,58	65	52
Sala 23	2,82	8,78	64	56
Média das salas	2,72	9,18	65	54

- Tipologia E

Analisando-se o gráfico de temperaturas mínimas e máximas da tipologia E, Figura 39, percebe-se a resistência das temperaturas internas em acompanhar a temperatura externa nos dias em que ocorreu a entrada de frentes frias. Neste dias as temperaturas internas se destacaram da temperatura externa, o que ocorre devido à inércia térmica do sistema construtivo. A temperatura externa apresentou uma grande amplitude para o período, 25,31 °C em decorrência da entrada das duas frentes frias durante o período de monitoramento.

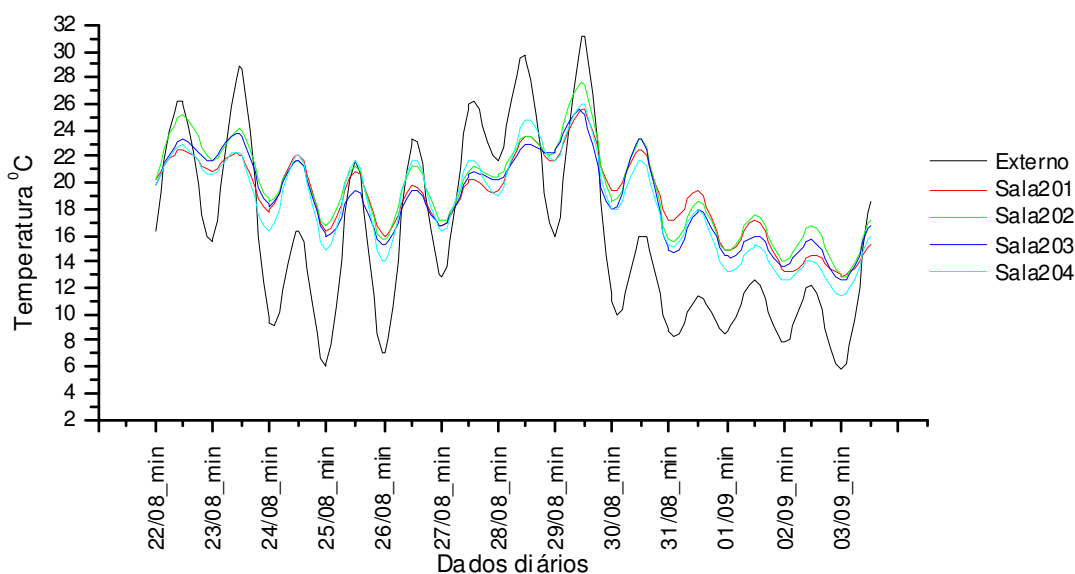


Figura 39 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de inverno referente a tipologia E

Conforme dados da Tabela 25, a amplitude média das salas ficou em 3,55°C, já a externa ficou em 9,7°C. Houve pouca variação de temperatura entre as salas, isto devido estas terem orientações solares similares.

O amortecimento médio das salas foi de 63%, sendo que as salas que apresentaram os maiores amortecimentos médios foram a 201 e 203, que possuem

aberturas para a face leste da edificação, enquanto as salas 202 e 204 que tiveram maiores variações de temperatura possuem aberturas para a face oeste.

Com a análise dos dados de temperatura mínimas e máximas coletados no período de inverno da tipologia E, novamente evidencia-se o efeito da radiação solar na amplitude da onda térmica interna.

Tabela 25 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de inverno - Tipologia E

Tipologia E	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário (%)	Amortecimento do período %
Externo	9,7	25,31		
Sala 201	2,97	12,63	69	50
Sala 202	3,82	14,59	61	42
Sala 203	3,2	12,62	67	50
Sala 204	4,2	14,57	57	42
Média das salas	3,55	13,6	63	46

Os resultados obtidos do monitoramento da temperatura interna e externa das tipologias para o período de inverno estão sintetizados nas Figura 40 e 41. Na Figura 40 apresenta-se um gráfico comparativo das amplitudes médias das salas das cinco tipologias e da amplitude externa, e na Figura 41 apresenta-se um gráfico comparativo dos amortecimentos médios das salas das cinco tipologias. Nestes gráficos também são apresentadas as médias das salas para a amplitude do período e para o amortecimento do período.

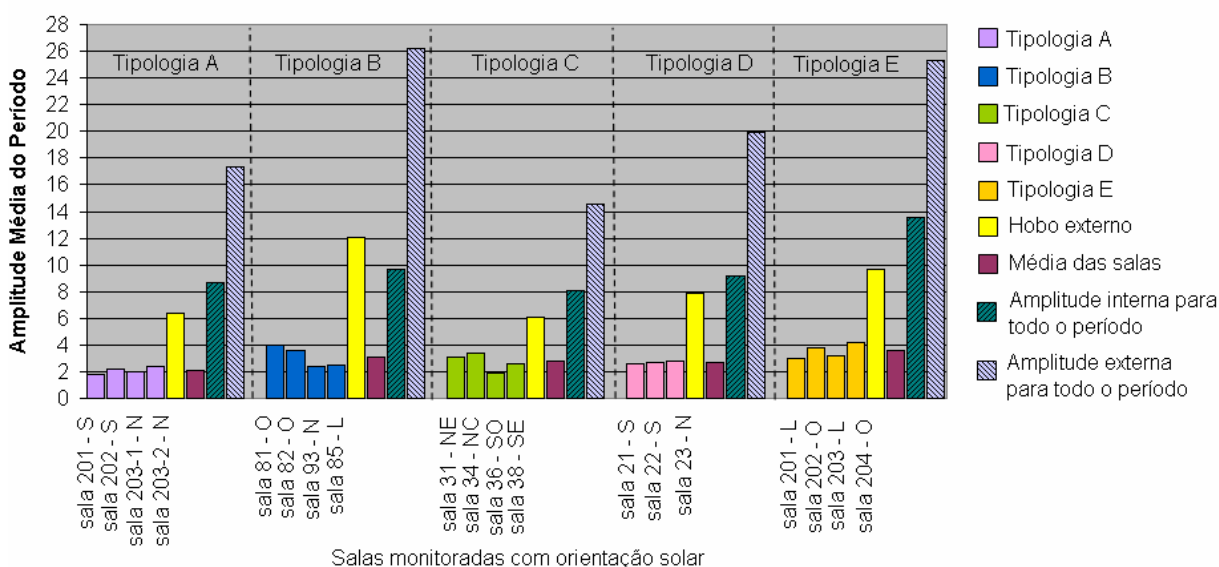


Figura 40 – Gráfico de amplitude média das salas no período de inverno

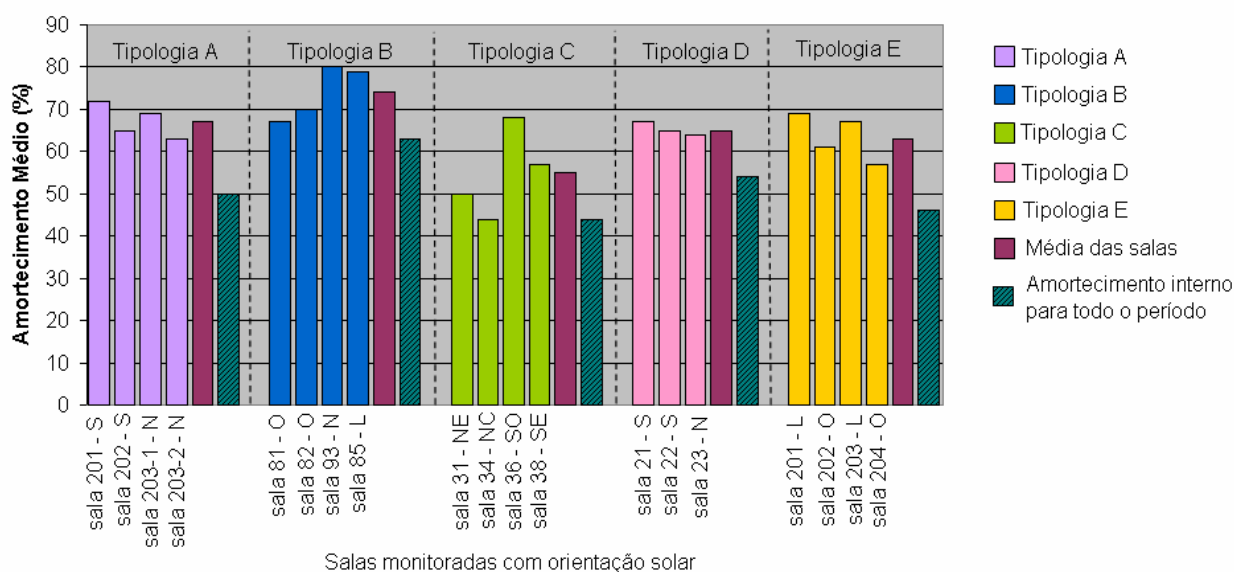


Figura 41 – Gráfico de amortecimento médio das salas no período de inverno

Analisando-se o gráfico das Figuras 40 e 41, verifica-se que radiação solar é fator determinante no desempenho térmico das edificações no período de inverno.

Na tipologia C, por exemplo, é visível a diferença da amplitude e amortecimento entre as salas 31 e 34 com as salas 36 e 38. As primeiras apresentaram amplitudes bem maiores, principalmente em virtude da orientação solar das aberturas, que estão para a face nordeste e noroeste nestas salas. O mesmo acontece com a tipologia E, onde as salas 202 e 204 que possuem grandes aberturas para a face oeste da edificação, apresentaram maiores amplitudes que as salas 201 e 203 que possuem aberturas para a face leste. A tipologia B também se comporta desta maneira, com as salas 81 e 82 apresentando menor amortecimento por ter aberturas para fachada Oeste.

As salas dos edifícios representativos das tipologias A e D foram as que apresentaram menores variações entre as amplitudes médias internas. A tipologia D é a que possui o menor percentual de área de aberturas na fachada e estes dois prédios possuem a maior parte das aberturas para a orientação norte e sul.

O período de monitoramento das tipologias A, B e E foram os mesmos, porém a amplitude externa para todo o período se comportou de maneira diferente entre estas. O edifício representativo da tipologia A, que se encontra na cidade de Lajeado, apresentou amplitude externa bem inferior a das tipologias B e E, que se encontram nas cidades de Santa Maria e Ijuí. As temperaturas externas registradas para a cidade de Santa Maria foram as mais elevadas e as que apresentaram maiores amplitudes diárias. A tipologia B foi a que apresentou o maior

amortecimento médio, 74%, enquanto a tipologia C foi a que apresentou o menor valor, 55 %. Em uma primeira análise um grande diferencial da tipologia B em relação às demais é o fato da mesma estar inserida dentro da malha urbana, composta de outros prédios altos no seu entorno, o que reduz significativamente a incidência da radiação solar neste edifício, principalmente nas fachadas Leste e Oeste.

5.2.2 Período de verão

As Figuras 42 a 46 apresentam os valores das temperaturas mínimas e máximas registradas nos 13 dias de monitoramento da temperatura interna e externa, durante o período de verão. Algumas salas apresentaram uso de condicionador de ar em determinados dias, a fim de facilitar a análise, estes foram excluídos.

- Tipologia A

Analisando-se o gráfico da Figura 42, com os dados de temperatura mínimas e máximas internas e externas, no período de verão para a tipologia A, percebe-se que não ocorreu atraso na curva de temperatura interna em relação à curva de temperatura externa. As temperaturas internas estiveram sempre dentro da faixa de amplitude da temperatura externa.

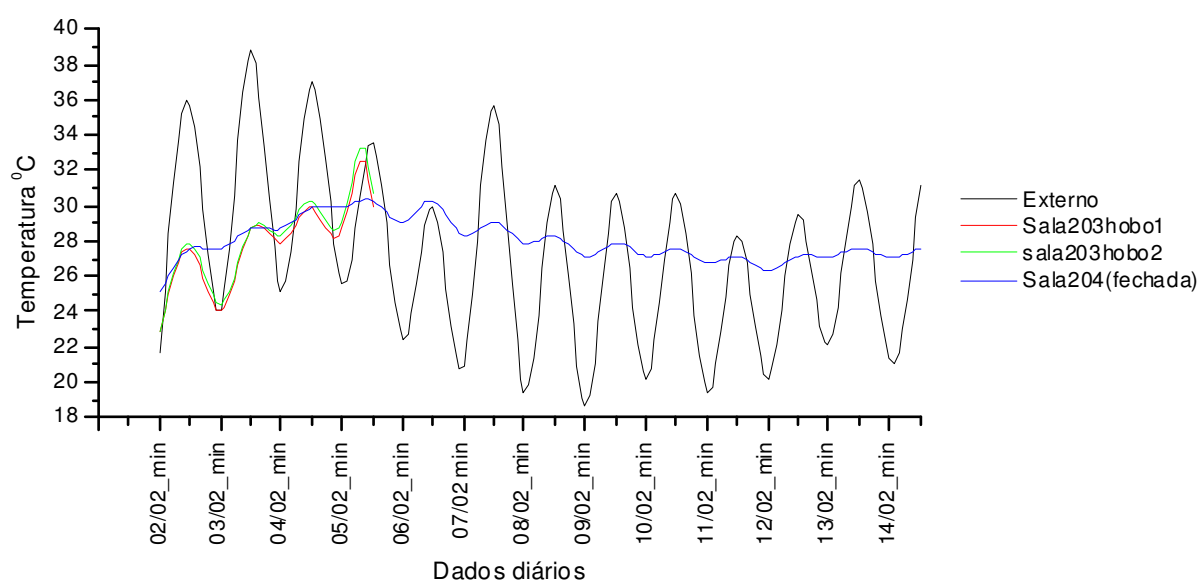


Figura 42 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia A

Tabela 26 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de verão - Tipologia A

Tipologia A	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário(%)	Amortecimento do período %
Externo	10,96	19,35		
Sala 203 h1	3,14	7,04	71	64
Sala 203 h2	3,24	7,85	70	59
Sala 204	0,82	3,97	93	79
Média das salas	2,4	6,29	78	67

Os dois sensores instalados na sala 203 apresentaram valores de amplitude média e de amortecimento médio do período muito próximo. Conforme dados da Tabela 26, estes sensores apresentaram amplitude média de 3,14°C e 3,24°C respectivamente, e o amortecimento médio dessa sala ficou em 71% para o sensor 1 e 70% para o sensor 2.

A sala 204, por se encontrar fechada durante o período de monitoramento, não apresentou grandes variações na temperatura interna, como é de se observar no gráfico da Figura 44, apresentando amplitude média de 0,82°C. Seu amortecimento médio ficou em 93% e o amortecimento do período foi de 79%.

- Tipologia B

Com a análise do gráfico da Figura 43, verifica-se que a curva de temperatura interna esteve sempre dentro dos valores de variação da curva de temperatura externa.

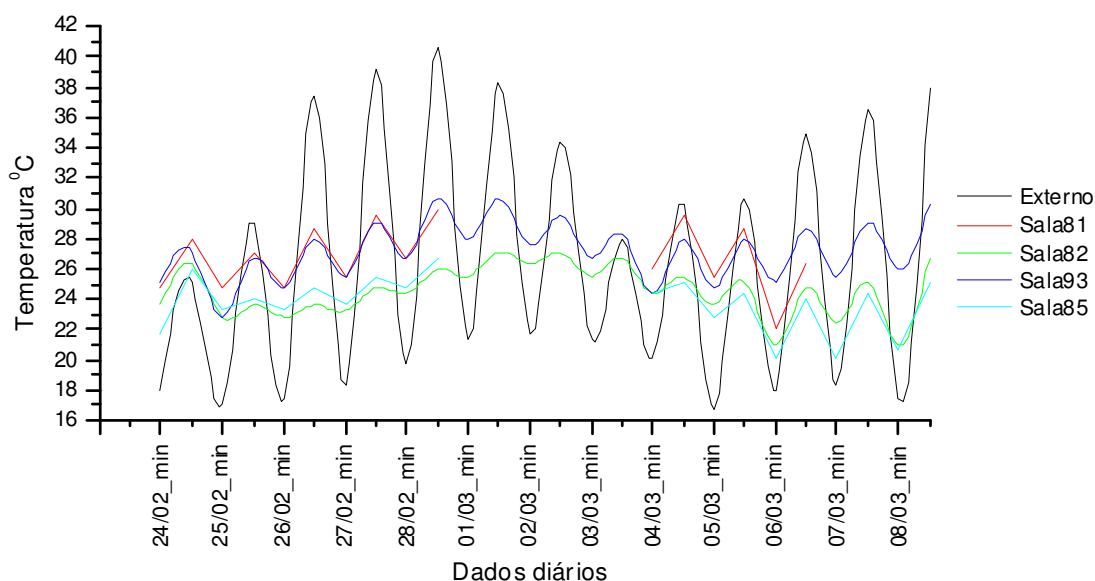


Figura 43 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia B

Neste caso também não ocorreu atraso da curva de temperatura interna em relação à externa. Assim como no período de inverno houve uma grande amplitude da temperatura externa na cidade de Santa Maria durante o período de monitoramento, onde no dia 27/02 foi registrada uma amplitude de 20,94 °C. A amplitude média diária externa foi de 15,14°C, e a média da amplitude interna das salas ficou em 2,8°C.

De acordo com os dados da Tabela 27, as salas 81 e 93 apresentaram uma amplitude média superior as das salas 82 e 85 e conseqüentemente apresentaram amortecimentos menores. A sala 81 obteve 78% de amortecimento médio e a sala 93 obteve 79%, enquanto que a sala 82 obteve 87% e a sala 85 apresentou um amortecimento médio de 85%. As salas 81 e 93 possuem janelas para oeste e norte respectivamente e ainda outra parede externa recebendo assim uma maior quantidade radiação solar se comparado com as salas 82 e 85, o que vem a explicar esta maior amplitude.

Tabela 27 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de verão - Tipologia B

Tipologia B	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário (%)	Amortecimento do período %
Externo	15,14	23,83		
Sala 81	3,31	5,11	78	79
Sala 82	1,99	6,17	87	74
Sala 93	3,14	7,85	79	67
Sala 85	2,22	6,54	85	73
Média das salas	2,8	6,42	82	73

- Tipologia C

No gráfico de temperaturas mínimas e máximas internas e externas no período de verão para a tipologia C, Figura 44, percebe-se que a sala 34 foi a que apresentou a maior média diária de amplitude 3,61 °C. Enquanto a sala 31 foi a que apresentou a menor média diária de amplitude 1,01 °C, em conseqüência de esta estar desocupada durante o monitoramento. Desconsiderando a sala 31 que estava fechada, a sala 36 foi a que apresentou o maior percentual médio de amortecimento, 72%, este se remete ao fato desta ser a sala que recebe a menor quantidade de radiação solar durante o dia, o que vem a favorecer o conforto térmico interno no período de verão.

Até o dia 04/02/06 a temperatura externa esteve em ascensão e as curvas de temperatura interna estiveram sempre dentro da faixa da curva de temperatura externa. Em seguida ocorreu um pequeno declínio na temperatura externa, e apesar desta amenização da temperatura externa, as curvas de amplitudes internas não acompanharam este declínio com a mesma intensidade, o que evidencia uma capacidade de conservação de calor interno. Com a estabilidade das máximas externas, as salas 36 e 38 voltaram a ter sua curva de amplitude interna dentro da faixa da externa. A sala 34 não respondeu desta mesma forma, pois as máximas internas desta sala ficaram acima da externa nos dias seguintes. Esta resistência em diminuir a temperatura interna deve-se ao fato desta sala ter a mais desfavorável posição solar, que causa um grande aquecimento nos dias anteriores e que é mantido pela inércia térmica do sistema construtivo desta tipologia.

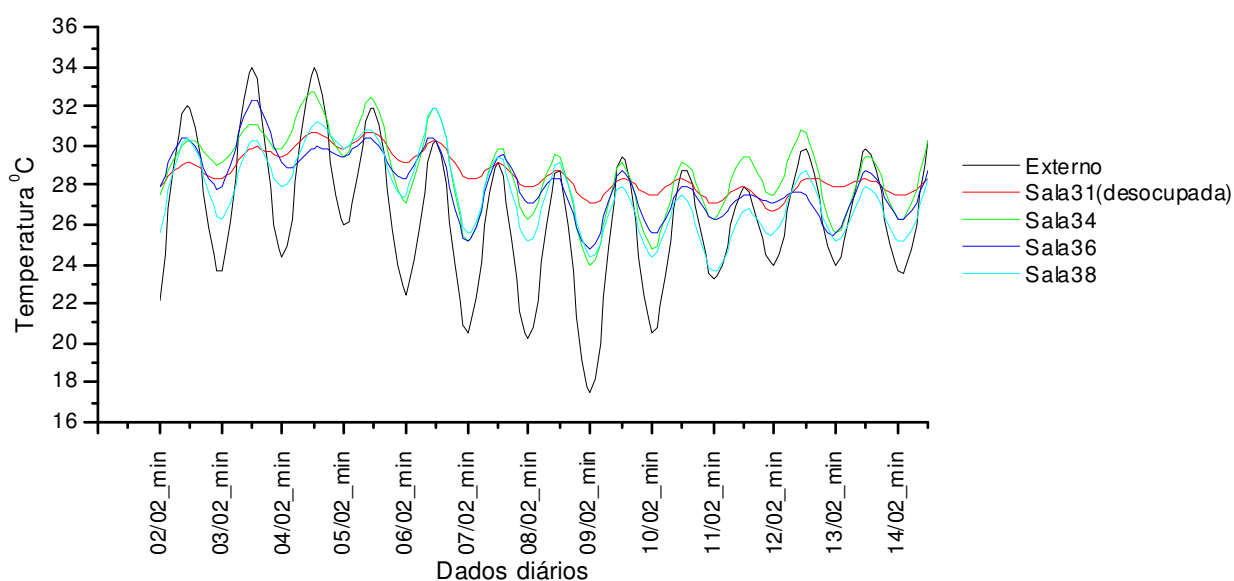


Figura 44 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia C

Tabela 28 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de verão - Tipologia C

Tipologia C	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário (%)	Amortecimento do período %
Externo	7,99	16,49		
Sala 31	1,01	3,98	87	76
Sala 34	3,61	8,75	55	47
Sala 36	2,25	7,55	72	54
Sala 38	3,37	8,3	58	50
Média das salas	2,56	7,14	68	57

- Tipologia D

A Figura 45 apresenta os dados de temperatura mínimas e máximas internas e externas para o período de verão referente à tipologia D. Verifica-se que a curva de amplitude externa esteve sempre maior que as internas. As temperaturas internas acompanharam a variação climática externa, onde as curvas de amplitudes internas estiveram na grande parte dos dias dentro da faixa de amplitude externa. A Tabela 29 apresenta os valores de amplitude e amortecimento, médio e do período. A média de amplitude externa foi de 10,52°C, e a média das salas de 3,15°C. O sensor 1 localizado na sala 21 apresentou o maior amortecimento médio da onda térmica, 76%.

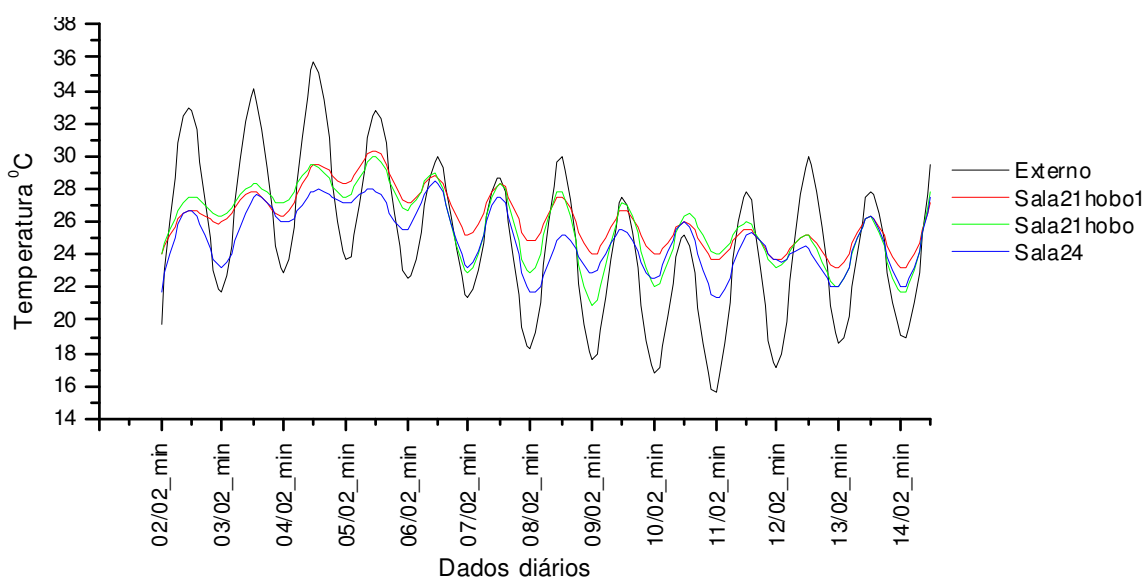


Figura 45 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia D

Tabela 29 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de verão - Tipologia D

Tipologia D	Amplitude Média diária(°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário (%)	Amortecimento do período %
Externo	10,52	20,08		
Sala 21 h1	2,49	7,07	76	65
Sala 21 h2	3,65	8,95	65	55
Sala 24	3,31	6,98	68	65
Média das salas	3,15	7,67	70	62

- Tipologia E

Analisando-se os dados de temperaturas mínimas e máximas internas e externas da Figura 46, percebe-se que ocorreu uma grande amplitude na

temperatura externa em alguns dias, onde a média desta ficou em 14,57°C e a amplitude do período ficou em 23,53°C.

De acordo com a Tabela 30 a sala 204 foi a que apresentou a maior média de amplitude 6,1°C apesar de estar fechada. As salas 201 e 203 apresentaram amplitudes térmicas muito próximas 3,49°C e 3,29°C respectivamente. Estas salas possuem a mesma orientação solar, estando às janelas voltadas para leste. Apesar das oscilações de temperatura externa, as temperaturas internas permaneceram numa faixa de amplitude praticamente constante. A sala 202 foi a que apresentou o maior amortecimento para o período 66%.

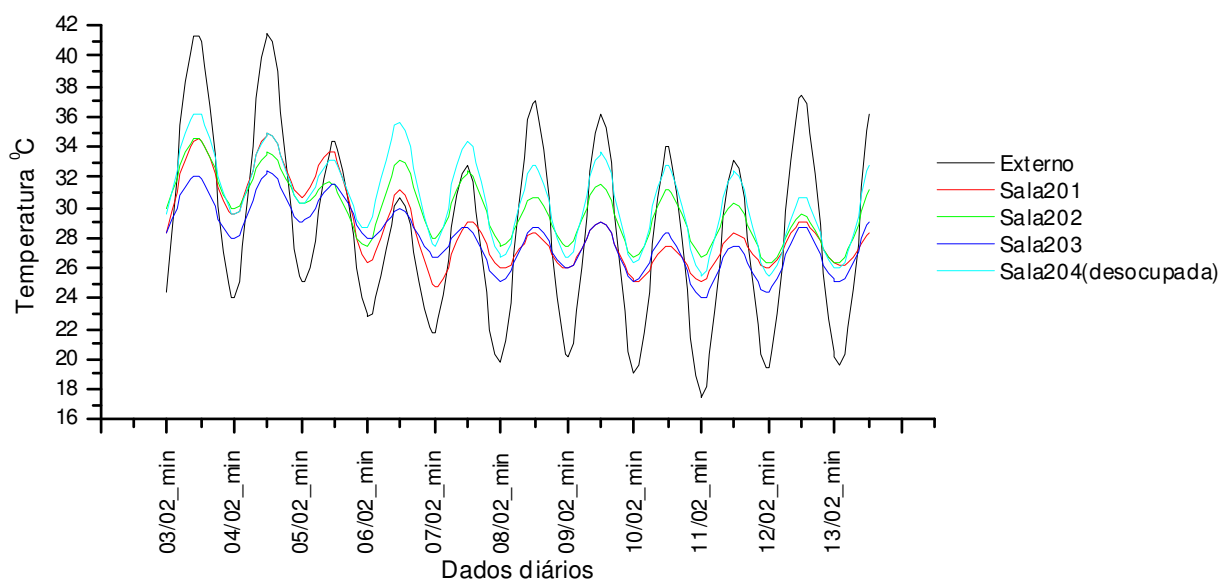


Figura 46 – Gráfico de temperaturas mínimas e máximas no período de verão referente a tipologia E

Tabela 30 – Amplitude e amortecimento médio diário e para todo o período de verão - Tipologia E

Tipologia E	Amplitude Média diária (°C)	Amplitude do período (°C)	Amortecimento Médio diário(%)	Amortecimento do período %
Externo	14,57	23,53		
Sala 201	3,49	10,06	76	57
Sala 202	3,85	8,09	73	66
Sala 203	3,29	8,33	77	65
Sala 204	6,1	10,57	58	55
Média das salas	4,19	9,26	71	61

Na Figura 47 é apresentado um gráfico comparativo das amplitudes médias das salas das cinco tipologias e da amplitude externa para o período de verão.

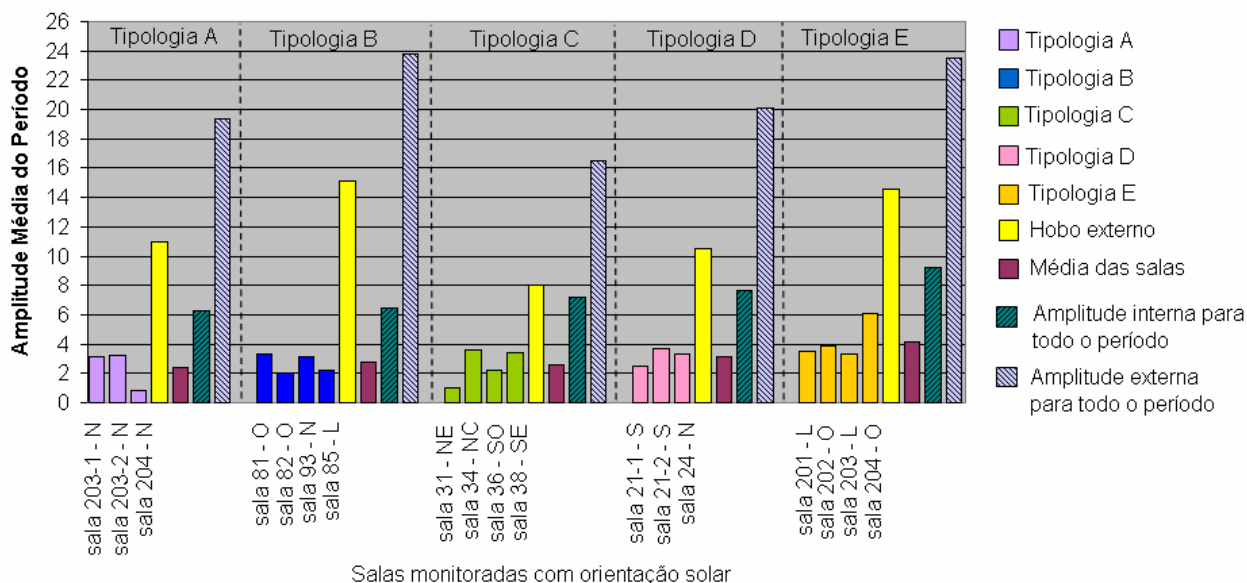


Figura 47 – Gráfico de amplitude média das salas no período de verão

A tipologia E teve a maior amplitude externa para todo o período, se comparado com as tipologias A, C e D que apresentaram os mesmos dias de monitoramento. Verifica-se que as cidades de Cruz Alta e Ijuí apresentam temperaturas mais elevadas se comparado com as cidades de Lajeado e Venâncio Aires.

As salas da tipologia C, D e E apresentaram amplitudes médias muito semelhantes, exceto a sala 31 da tipologia C e a sala 204 da tipologia E que estavam desocupadas durante o período de monitoramento.

Para o período de verão a média de amplitude interna das tipologias A, B, C e D apresentou valores maiores que as do período de inverno. A tipologia E apresentou praticamente a mesma amplitude para as salas nos dois períodos.

Na Figura 48 é apresentado um gráfico comparativo dos amortecimentos médios das salas das cinco tipologias em estudo, neste gráfico também é apresentado o amortecimento interno para todo o período.

De acordo com a análise do gráfico da Figura 48, o comportamento em relação ao amortecimento da onda térmica é semelhante em todas as tipologias tanto para o período de inverno como para verão. A tipologia B apresenta o maior amortecimento interno para todo o período, 73% para o verão, seguido da tipologia A, 67%, tipologia D, 62%, tipologia E, 61% e finalmente a tipologia C, 57%.

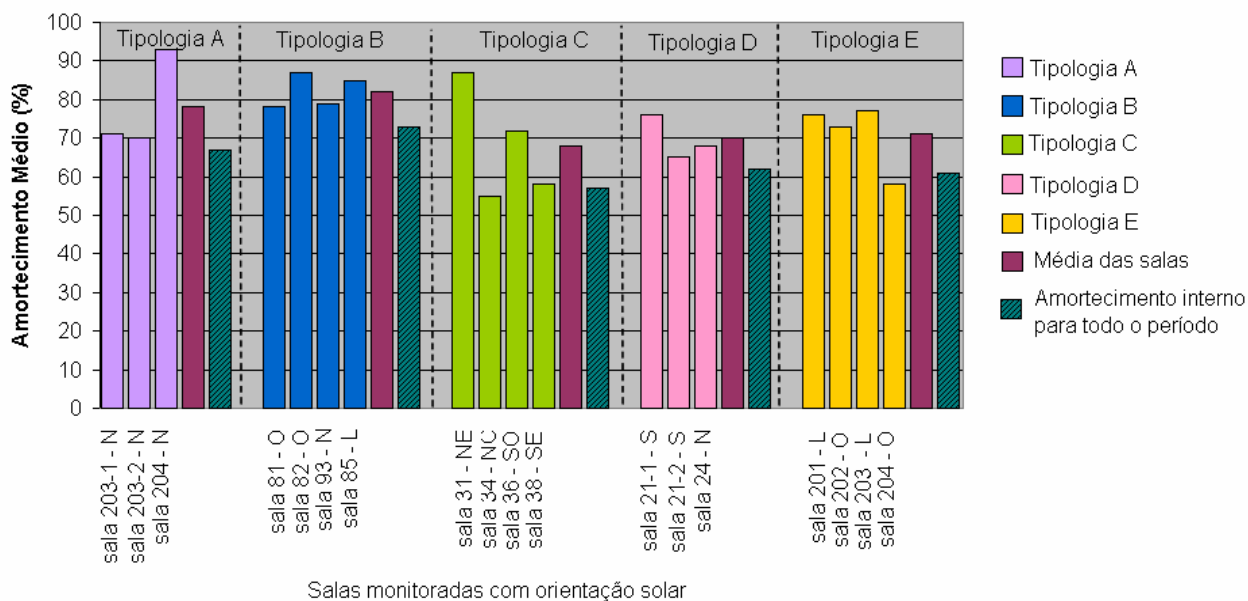


Figura 48 – Gráfico de amortecimento médio das salas no período de verão

5.3 Relação do amortecimento com a capacidade térmica

Neste item foi analisada a relação do amortecimento da onda térmica em função da capacidade térmica dos elementos construtivos. Foi considerado primeiramente o cálculo da capacidade térmica dos elementos internos e externos e após foi realizado o cálculo apenas para os elementos da envoltória onde foram consideradas apenas as paredes externas das edificações. Para este cálculo da capacidade térmica dos elementos construtivos das cinco tipologias em estudo foi utilizado a Norma de Conforto Ambiental (2005). Nesta norma encontra-se os valores de capacidade térmica de paredes e lajes de piso. Com estes valores e com a quantidade (m^2) de paredes e lajes pode-se chegar ao valor final de capacidade térmica por metro quadrado de cada tipologia. No Apêndice G é apresentado os cálculos para cada tipologia.

Nas Figuras 49 e 50 apresenta-se os gráficos de amortecimento em função da capacidade térmica das cinco tipologias para o período de inverno e verão respectivamente. Nestes estão apresentados percentuais de amortecimento médio diário do período e percentuais referentes ao amortecimento do período total. Estão expostos também os valores de capacidade térmica total (parede e laje) e os valores de capacidade térmica referidas apenas as paredes da envoltória (externas), desconsiderando os valores da laje e das paredes internas. O valor da capacidade

térmica de cada componente foi multiplicado pela área do mesmo e a soma total foi dividida pela área do pavimento resultando em uma capacidade térmica por metro quadrado.

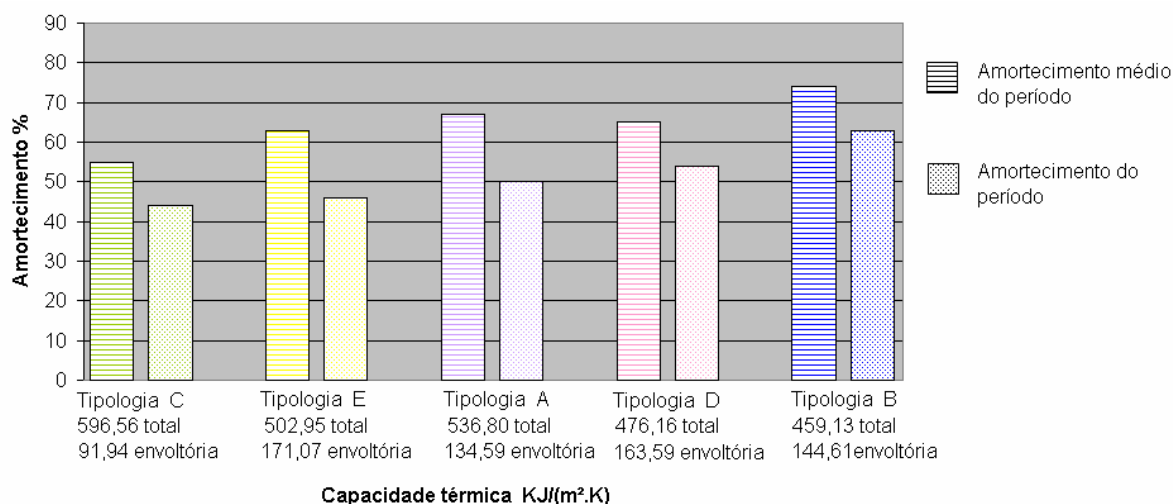


Figura 49 – Amortecimento médio x Capacidade térmica total para período de inverno

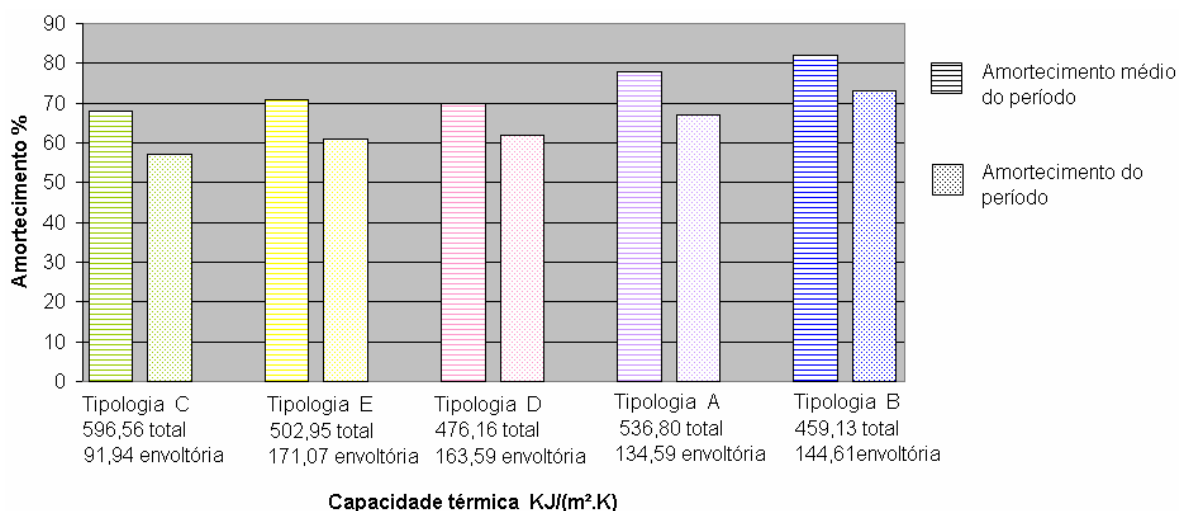


Figura 50 – Amortecimento médio x Capacidade térmica total para o período de verão

De acordo com a análise dos gráficos apresentados nas Figuras 49 e 50 observa-se que a tipologia C apresentou o menor amortecimento da onda térmica média diária do período e para todo o período, em função da sua menor capacidade térmica da envoltória que está associada a cor mais escura das suas fachadas que por sua vez apresenta maior absorção solar, isto tanto para o período de inverno como para verão. Já a tipologia B foi a que apresentou o maior amortecimento da onda térmica, tanto para a média do amortecimento para o período diário como para

o amortecimento de todo o período para o período de inverno e verão. Seu valor de capacidade térmica da envoltória ficou em 144,61 KJ/(m².K) bem acima da capacidade térmica da envoltória apresentada na tipologia C de 91,94 KJ/(m².K), que foi a menor dentro das cinco tipologias. As tipologias E e D apresentaram valores de capacidade térmica da envoltória maior e amortecimento menor se comparado com a tipologia B que apresentou maior amortecimento e possui menor capacidade térmica. Isso ocorre devido ao fato da tipologia B estar inserida no meio urbano composto por edifícios altos no seu entorno que ocasionam sombreamento da algumas fachadas, neste caso as fachadas leste e oeste, diferentemente das demais tipologias, que não possuem prédios altos ao seu redor.

5.4 Relação do amortecimento com o percentual de área de janela

Nas Figuras 51 e 52 apresenta-se uma relação entre amortecimento da onda térmica com a área total de janela por área das fachadas que apresentam aberturas e relação entre a área total de janela por área total de fachadas para cada tipologia para o período de inverno e verão respectivamente. Observa-se que a tipologia D é a que apresenta o menor percentual de área de janela 9,46%, e a tipologia B possui o maior percentual 25%, tanto para a área total de janela por área de fachadas com aberturas como para área total de janela para área total de fachadas.

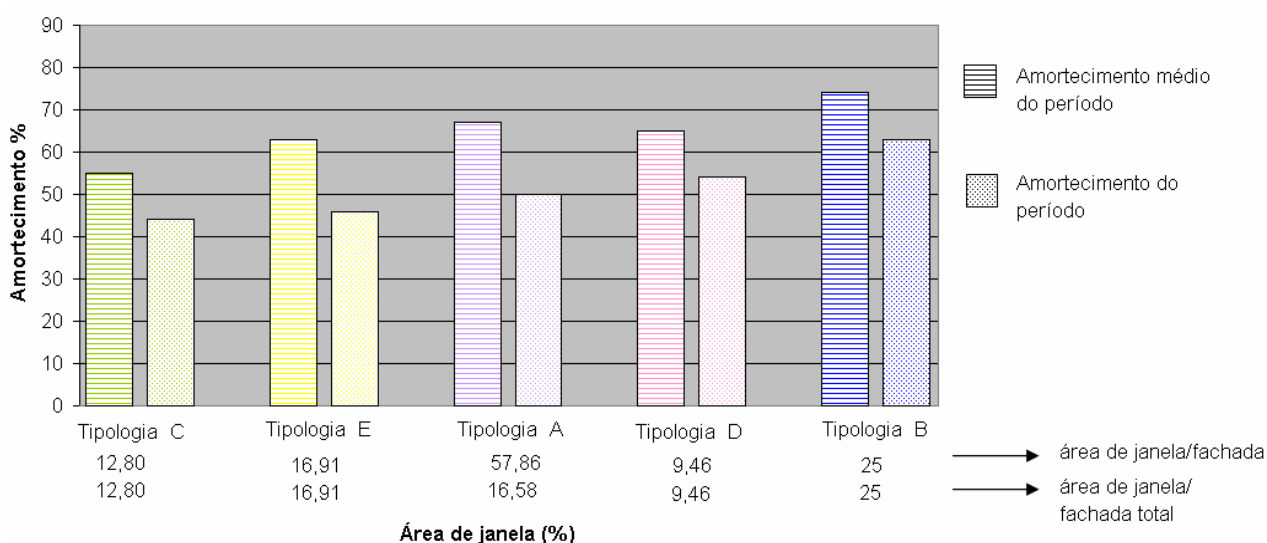


Figura 51 – Amortecimento x Área total de janela por área de fachada com abertura e área total de janela por área total de fachadas para período de inverno

A tipologia A por apresentar apenas janelas em duas fachadas, frente e fundos possui valores distintos para área de janela por fachada e área de janela por total de fachada. Verifica-se que a diferença entre estes dois percentuais é bastante significativa, onde o percentual de área de janela por fachada foi de 57,86% e o percentual de área de janela por total de fachada foi de 16,58%. As demais tipologias apresentaram janelas em todas as fachadas, assim o percentual para estes dois parâmetros foram os mesmos.

Desconsiderando a tipologia B onde o percentual de amortecimento desta foi influenciado pelo sombreamento das fachadas dos prédios situados no seu entorno, a tipologia D que possui a menor área de janela, 9,46% teve o melhor percentual de amortecimento do período para o período de inverno, demonstrando a importância do percentual de aberturas na fachada para o amortecimento da onda térmica.

Para o período de verão desconsiderando novamente o amortecimento da tipologia B, a tipologia A foi a que apresentou o maior amortecimento do período apesar de possuir uma das maiores áreas de janela 16,58% para área total de janela por área total de fachada.

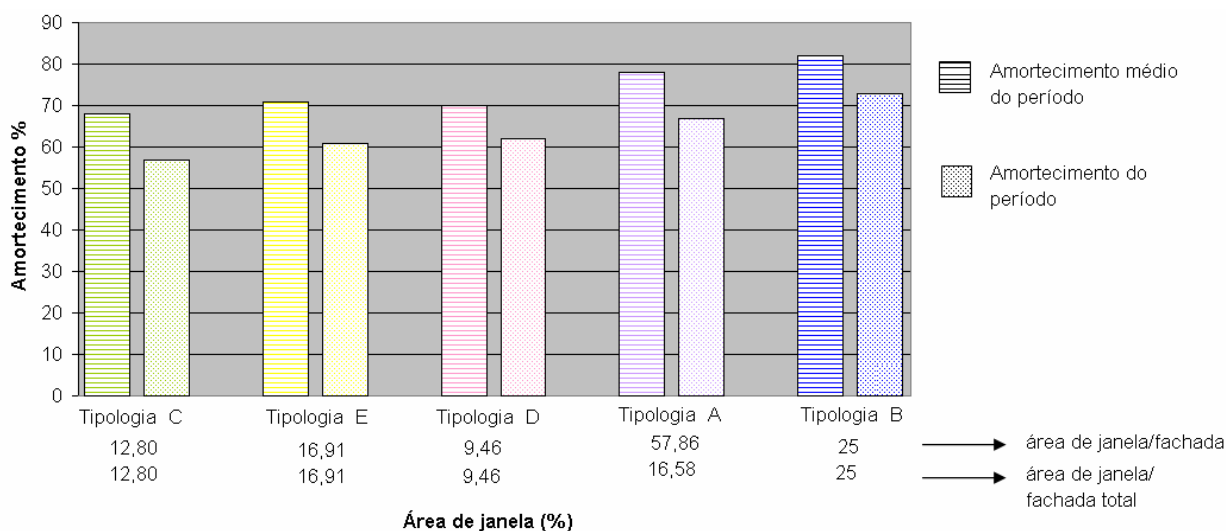


Figura 52 – Amortecimento x Área total de janela por área de fachada com abertura e área total de janela por área total de fachadas para período de verão

Este maior amortecimento se explica pela maior área de janela desta tipologia encontrar-se para a face sul da edificação. A tipologia D e a E para o período de verão apresentaram amortecimento muito próximos apesar de possuírem área de janelas bem diferentes, 9,46% e 19,91% respectivamente. O tipo de vidro parece ter

sido o fator determinante neste caso, pois a tipologia E que possui a maior área de janela é a única que possui vidro bronze dentre as tipologias estudadas, a tipologia A possui vidro fumê e as demais vidro incolor, que é o caso da tipologia D. Assim explica-se este mesmo amortecimento apesar da área de janela ser maior.

5.5 Horas de conforto

Para a definição do percentual das horas de conforto no período de inverno e verão referentes às cinco tipologias, consideraram-se os dias em que não apresentaram uso de condicionador de ar. O intervalo horário diário definido para esta análise foi das 8hs às 18hs, período mais comum de expediente nas salas monitoradas, dado constatado no levantamento de dados e que pode ser visto na Tabela 5. Na Tabela 31 são apresentados os resultados das horas de conforto para cada tipologia tanto para o período de inverno como para o de verão, interno e externo.

Tabela 31 – Percentual de horas de conforto no período de inverno e no período de verão

Mês	Prédio	Tipologia	Média de temperatura mês	80% de conforto		% conforto	
				Temp. mínima	Temp. máxima	Interno	Externo
Inverno							
Agosto/Setembro	Firenze	Tip. A	16,20 °C	19,36 °C	26,36 °C	29%	24%
Agosto/Setembro	Rio da Prata	Tip. B	16,20 °C	19,36 °C	26,36 °C	42%	26%
Julho	Gold Center	Tip. C	15,04 °C	19 °C	26 °C	60%	32%
Julho	Lenda da Panelinha	Tip. D	15,04 °C	19 °C	26 °C	18%	22%
Agosto/Setembro	Panorama	Tip. E	16,20 °C	19,36 °C	26,36 °C	52%	28%
Verão							
Fevereiro	Firenze	Tip. A	24,6 °C	21,88 °C	28,88 °C	60%	37%
Março	Rio da Prata	Tip. B	24,10 °C	21,73 °C	28,73 °C	94%	50%
Fevereiro	Gold Center	Tip. C	24,6 °C	21,88 °C	28,88 °C	67%	67%
Fevereiro	Lenda da Panelinha	Tip. D	24,6 °C	21,88 °C	28,88 °C	94%	62%
Fevereiro	Panorama	Tip. E	24,6 °C	21,88 °C	28,88 °C	60%	22%

O resultado global de horas de conforto para o período de inverno revela que a tipologia D é a mais desconfortável termicamente entre as tipologias estudadas, alcançando 82% de pessoas em desconforto no período em estudo. Este alto percentual de desconforto registrado nesta tipologia deve-se ao fato de ser esta a tipologia que apresenta o menor percentual de área de janelas nas fachadas, o que

vem a diminuir a incidência da radiação solar nos ambientes internos, o que possibilitaria uma melhora dos índices de conforto no período de inverno.

Em seguida, as tipologias que apresentaram os menores percentuais de conforto foram a A, B e E. A tipologia C foi a que apresentou o maior percentual de conforto para o período de inverno, 60%, enquanto o percentual de conforto externo chegou a 32%.

Observa-se que para este método de análise, o limite de conforto para frio é bastante elevado, pois o mesmo não considera a possibilidade de variação de vestimenta, o que certamente reduziria o limite inferior de conforto e conseqüentemente o percentual de horas de desconforto.

Para o período de verão verifica-se que as tipologias apresentaram percentuais de conforto interno acima de 60%, sendo que as tipologias B e D foram as que apresentaram os maiores percentuais de conforto interno, com 94%. Nestes dois casos as condições térmicas externas estiveram bastante confortáveis no período, sendo que para a tipologia B o percentual de conforto externo registrado foi de 50% e para a tipologia D foi de 62%. Na tipologia D o alto índice de conforto interno para o período de verão está associado a uma pequena área de abertura nas fachadas. Já a tipologia B, apesar de possuir bastante área de janelas nas fachadas, se encontra inserida no meio urbano em local onde existem muitos edifícios altos nos arredores, que protegem as fachadas desta tipologia aumentando assim o conforto interno e conseqüentemente o desempenho térmico da edificação.

A tipologia D apresentou o melhor índice de conforto interno no período de verão e ao mesmo tempo teve o pior percentual de conforto interno no período de inverno.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo principal diagnosticar e comparar a situação atual de desempenho térmico de diferentes tipologias de edifícios de escritório localizados em seis cidades pertencentes à região central do Rio Grande do Sul, que se encontram na zona bioclimática dois do Brasil, apresentando um estudo da influência de algumas variáveis de projeto em condições de uso normal do dia-a-dia dos edifícios, sem o emprego do uso de simulação.

Através da revisão de literatura realizada e a análise dos resultados obtidos neste trabalho, verifica-se a importância da escolha dos materiais, do dimensionamento correto das aberturas e da adequação da edificação ao clima local, no intuito de alcançar melhores níveis de conforto térmico e conseqüentemente de desempenho térmico.

O procedimento metodológico utilizado no levantamento de dados construtivos para a determinação das características dos edifícios, realizado junto as Secretarias de Planejamento Urbano das cidades em estudo, e as visitas in loco para o levantamento do padrão de uso destes, se mostrou adequado. Os dados levantados foram suficientes e coerentes para a definição das tipologias existentes.

O período utilizado no monitoramento das temperaturas interna e externa dos edifícios de cada tipologia foi suficientemente representativo para que fosse realizado um estudo comparativo entre as variações das temperaturas externa e interna, possibilitando uma análise comparativa consistente entre o comportamento térmico das diferentes tipologias nos dois períodos analisados.

No capítulo de resultados, a análise foi realizada de modo comparativo entre as salas de cada tipologia. Dentre os parâmetros relacionados com o desempenho térmico dos edifícios, alguns apresentaram resultados mais significativos, como a área de janela nas fachadas e orientação solar das mesmas. No caso de prédios com pequena área envidraçada, a orientação solar da fachada tem menor importância, já no caso de projetos com grandes áreas envidraçadas o cuidado com a orientação deve ser maior, e ainda deve ser previsto dispositivos móveis para controle da radiação solar de maneira a poder-se aproveitá-la nos período de inverno.

Sabe-se que a área envidraçada permite aumentar a iluminação natural em edificações, diminuindo assim a demanda de energia elétrica para fim de iluminação artificial. Porém, constatou-se neste trabalho que uma área envidraçada maior eleva substancialmente o desconforto térmico interno no período de verão, conseqüentemente aumentando o consumo de energia para manter a edificação condicionada. No período de inverno, para a região em estudo, uma área maior envidraçada auxilia o conforto térmico interno.

Conforme se pode observar nos gráficos de temperatura da tipologia C, no período de inverno, a diferença média de temperaturas mínimas entre as salas que apresentam orientações distintas foi de 2,65°C, a diferença média das temperaturas máximas foi de 3,63°C. No período de verão a diferença das temperaturas internas entre as salas com orientação solar distintas não foi tão expressiva como no período de inverno, onde a diferença média das mínimas foi 1,04°C e das máximas foi de 0,54°C.

Assim, observa-se que o problema das grandes áreas envidraçadas em clima temperados é a não existência de dispositivos de controle da radiação solar, pois o uso de uma maior área envidraçada tem grande influência no conforto térmico e no consumo de energia elétrica para condicionamento no período de inverno. Portanto, neste clima, no dimensionamento da área envidraçada deve ser levado em consideração simultaneamente a iluminação natural, o conforto de verão e o conforto no período de inverno.

Constatou-se que a cor da fachada também teve uma considerável influência nos resultados de amortecimento da onda térmica, onde dentre os edifícios em estudo, o edifício Gold Center, referente à tipologia C, que é o único que possui cor escura nas suas fachadas, apresentou o menor percentual de amortecimento tanto no período de inverno como no verão.

Verificou-se a importância do entorno no desempenho térmico, pois a obstrução da incidência da radiação solar nas fachadas, através dos edifícios localizados próximos, aumenta significativamente o amortecimento da onda térmica.

O uso de vidros especiais no controle da radiação solar aumenta o amortecimento da onda térmica, como no caso da Tipologia E que possui uma das maiores áreas de janelas nas fachadas, mas que apresentou uma dos melhores percentuais de amortecimento, em decorrência deste possuir vidros bronze nas suas

aberturas, com menor fator solar, sendo que as demais edificações apresentavam o uso de vidro comum incolor.

Em relação à capacidade térmica tanto do prédio total como somente da envoltória, não foi observado um relacionamento consistente entre este parâmetro e o amortecimento da onda térmica, tanto no verão como no inverno. Na realidade, neste estudo, este fato parece ter sido encoberto pela expressiva influência da radiação solar, evidenciado na análise do percentual de área de aberturas, orientação das mesmas, tipo de vidros, e da cor dos fechamentos opacos.

Diante do exposto, entendemos que é importante que o projeto da edificação seja adequado a cada região, principalmente no caso do Brasil, onde este possui uma grande diversidade climática em consequência da sua grande área territorial. Muitos são os parâmetros arquitetônicos que devem receber uma maior atenção na fase de projeto, para que o mesmo resulte em um edifício com melhores níveis de conforto térmico ao usuário e um melhor desempenho térmico, contribuindo assim com a diminuição da demanda de energia elétrica nas edificações, principalmente nos edifícios de escritório.

Tendo em vista o objetivo futuro de normalização referente ao conforto térmico em projetos deste tipo de edifício, observou-se neste trabalho que não basta que sejam fixados limites para as características térmicas dos elementos de fachada como transmitância térmica, capacidade térmica e para o percentual de área de janelas, se não forem considerados com muito cuidado os fatores relacionados à radiação solar a ser admitida, como orientação solar das fachadas, fator solar das áreas envidraçadas, coeficiente de absorção de radiação dos fechamentos opacos e a existência de dispositivos de proteção solar.

6.1 Limitações do trabalho

A presente pesquisa apresentou algumas limitações com relação aos resultados e às conclusões.

- A não realização das medições no mesmo período de tempo e na mesma cidade não possibilitou uma análise comparativa mais consistente do comportamento térmico das edificações;
- Acesso restrito para o monitoramento em algumas salas dos edifícios avaliados nesta pesquisa;

- Dificuldade de controle do uso o ar condicionado por parte dos usuários;
- Dificuldade do controle de uso e ocupação;

6.2 Sugestão para trabalhos futuros

A partir desse trabalho sugere-se o desenvolvimento dos seguintes temas:

- Aplicar a metodologia proposta com a realização de simulação dos edifícios selecionados nesta pesquisa com uma posterior comparação entre os dados alcançados na presente pesquisa com os simulados;
- Avaliar o desempenho térmico destes edifícios de escritório em todo o período do ano, simultaneamente em todas as tipologias;
- Avaliar o desempenho térmico de todo o edifício, com monitoramento em mais pavimentos tipos especialmente no último, podendo assim avaliar a influência da cobertura no desempenho térmico do mesmo;
- Comparar o comportamento térmico das diferentes tipologias avaliadas considerando o clima das demais regiões climáticas brasileiras;
- Estabelecer um limite de horas aceitáveis para o desempenho térmico os edifícios de escritório na região central do Rio Grande do Sul a nível de desconforto térmico anual.
- Especificar a combinação de fatores térmicos ambientais internos e fatores pessoais que produzirão condições térmicas ambientais aceitáveis para a maioria dos ocupantes de edifícios de escritórios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**. Desempenho térmico de edificações: Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c. 23p.

ADRIAZOLA, M. K. O. **Avaliação do desempenho térmico de salas de aula do CEFET-PR, unidade de Curitiba**. Curitiba: CEFET-PR, 2002. 132p. Dissertação (Mestrado) - Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2002.

AKUTSU, M. **A tendência atual dos métodos de avaliação do desempenho térmico energético de edificações**. In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1997, Salvador, BA. Anais do IV Encontro Nacional no Ambiente Construído, 1997.

AMORIM, C.N.D. **Arquitetura não residencial em Brasília: desempenho energético e ambiental**. In: I Conferência Latino-Americana de Construção sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, SP. **Anais** do ENTAC 2004.

ANDREASI, W. A. **Avaliação do impacto de estratégias bioclimáticas na temperatura interna de edificações no Passo do Lontra, Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul**. Florianópolis: UFSC, 2001. 146p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

ASHRAE. **Energy Code Conservation in New Building Design**. ASHRAE Standard: 90-1975. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 1975.

ASHRAE. **Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. ASHRAE/IES Standard: 90.1-1989. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Inc. Atlanta, 1989.

ASHRAE. **Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. ASHRAE Standard: 90.1-1999. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 1999.

ASHRAE. **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. ASHRAE Standard: 90.1-2004. American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, 2004.

BARBOSA, M. J. **Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais unifamiliares**. Florianópolis: UFSC, 1997. 277p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

BRASIL, **Ministério de Minas e Energia**. **Balanço Energético Nacional**, Brasília 2005.

BULLA, L. A. S. **Análise paramétrica do desempenho termo-energético de um edifício de escritórios**. Florianópolis: UFSC, 1995. 81p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1995.

CARLO, J. C.; TOCCOLINI, G.. AET N 02/04 Elaboração de regulamentação e classificação de edificações eficientes. Levantamento de dados visando a definição de protótipos de edificações brasileiras. Florianópolis UFSC 2005. 69p. (Relatório Técnico-2005).

CARRIERES, K.M; RORIZ. M; **Desempenho térmico e consumo energético de edifícios de escritórios em São Carlos, SP**. In: VII Encontro Nacional e IV Encontro Latino Americano Sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió (AL). **Anais** do ENCAC, 2005.

DUMKE, E. M. S. **Avaliação do desempenho térmico em sistemas construtivos da vila tecnológica de Curitiba como subsídio para a escolha de tecnologias apropriadas em habitação de interesse social**. Curitiba: CEFET-PR, 2002. 230p. Dissertação (Mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 2002.

GIVONI, B. (1992). **Comfort, climate analysis and building design guidelines**. In: Energy and building, vol 18, July/92, p 11-23.

GÓMEZ, L. A.; LAMBERTS, R. **Simulação da Influência de Algumas Variáveis Arquitetônicas no Consumo de Energia em Edifícios**. Departamento de Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis, 1995.

ISO 7730. **Moderate thermal environments – determination of the OMV e PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort**. International Standard, 19p, (1984).

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. 188 p.

MACIEL, A. A. **Projeto bioclimático em Brasília: estudo de caso em edifícios de escritório**. Florianópolis: UFSC, 2002. 133p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

MASCARÓ, R. L. **Energia na edificação: Estratégia para minimizar seu consumo**. São Paulo: Projeto, 1991.

MASCARENHAS, A.C.R.; D'ALCANTARA, A.; NERY, J.M.F.G.; FREIRE, T.M.M. **Conservação de energia em edificações comerciais da cidade de Salvador**. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, III, 1995, Gramado. **Anais...** Gramado. ENCAC. 1995. P. 421-426.

MASCARENHAS, A.C.R. **Conforto ambiental e consumo de energia em edificações comerciais da cidade do Salvador**. In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 1997, Salvador, BA. Anais do IV Encontro Nacional no Ambiente Construído, 1997.

ROMERO, M.A. "Legislação Energética em Edifícios: a Análise do Caso de Portugal". Sinopses, 1995.

ROMERO, M.A. Livre Docência, USP, Brasil. Título: Arquitetura, Comportamento e Energia, Ano de Obtenção: 1997. Palavras-chave: Avaliação Pós-Ocupação; Eficiência Energética; Arquitetura. Grande Área: Ciências Sociais Aplicadas / Área: Arquitetura e Urbanismo / Subárea: Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo / Especialidade: Eficiência Energética.

SANTANA, M. **Influência de parâmetros construtivos no consumo de energia de edifícios de escritório localizados em Florianópolis –SC**. Florianópolis: UFSC-SC, 2006. 196p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

SANTOS, R. F. **A arquitetura e a eficiência nos usos finais da energia para o conforto ambiental.** São Paulo: USP-SP, 2002.102p. Dissertação (Mestrado) – Unoversidade de São Paulo, 2002.

SIGNOR, R. **Análise de regressão do consumo de energia elétrica frente a variáveis arquitetônicas para edifícios comerciais climatizados em 14 capitais brasileiras.** Florianópolis: UFSC, 1999. 122p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

SIQUEIRA, T. C. P. A. et al., **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações,** 2005.



ANEXO

ANEXO A – Planilha utilizada para coleta de dados.

EDIFÍCIO – Nome do edifício			
Endereço			
1- Características do entorno urbano			
Descrição do entorno urbano			
Fotos das fachadas do edifício e do entorno			
2 - Características Gerais			
No. total de pavimentos =		No. de salas =	
No. de pavimentos-tipo =		No. total de salas nos pavimentos tipo =	
No. de salas por pavimento tipo =		No. de salas vazias =	
No. de escritórios =		No. de consultórios =	
3- Tipologia arquitetônica			
Planta e Orientação do pavimento tipo			
Formato em planta			
Orientação da Fachada Principal			
4 - Características Construtivas			
Estrutura			
Lajes			
Paredes internas e externas		Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.	
Revestimento		Reboco e pintura e partes em fulget	
Esquadrias		Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm	
Protetores solar (<i>brises</i>)		Não possui	
Projetista:		Construtor:	
Número total de pavimentos:		Ano de início de ocupação:	
		Área total do edifício (m ²):	
Quant. Pav. Tipo:	Pé-direito (m):	Área de cada pavimento (m ²):	
Número de escritórios por pavimento:		Área média de cada escritório (m ²):	
Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
Fachada 2			
Fachada 3			
Fachada 4			
Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
Sistema de abertura:			

APÊNDICE

APÊNDICE A – Planilhas dos edifícios pesquisados

EDIFÍCIO 1 – CENTRO CLÍNICO											
Rua Venâncio Aires - Cruz Alta - RS											
1- Características do entorno urbano											
O edifício está implantado na região central da cidade de Cruz Alta. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.											
											
vista da fachada 01	vista da fachada 02										
2 - Características Gerais											
No. total de pavimentos = 6	No. de salas = 30										
No. de pavimentos-tipo = 3	No. total de salas nos pavimentos tipo = 18										
No. de salas por pavimento tipo = 6	No. de salas vazias =										
No. de escritórios =	No. de consultórios =										
3- Tipologia arquitetônica											
Planta e Orientação do pavimento tipo											
Formato em planta retangular – Orientação da Fachada Principal -											
4 - Características Construtivas											
Estrutura	Concreto armado										
Lajes	Lajes pré-moldada 12cm Laje dos pavimentos tipo: Laje pré-moldada Laje de cobertura: pré-moldada										
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.										
Revestimento	Reboco e pintura e partes em fulget										
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm										
Protetores solar (brises)	Não possui										
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Projetista: Eng. Luis C. Castro</td> <td>Construtor: Eng. Luis C. Castro</td> </tr> <tr> <td>Número total de pavimentos: 08</td> <td>Ano de início de ocupação: 1985</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Área total do edifício (m²): 1.788,50</td> </tr> <tr> <td>Quant. Pav. Tipo: 06</td> <td>Pé-direito (m): 3,00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Área de cada pavimento (m²): 322,31</td> </tr> </tbody> </table>		Projetista: Eng. Luis C. Castro	Construtor: Eng. Luis C. Castro	Número total de pavimentos: 08	Ano de início de ocupação: 1985		Área total do edifício (m ²): 1.788,50	Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 3,00		Área de cada pavimento (m ²): 322,31
Projetista: Eng. Luis C. Castro	Construtor: Eng. Luis C. Castro										
Número total de pavimentos: 08	Ano de início de ocupação: 1985										
	Área total do edifício (m ²): 1.788,50										
Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 3,00										
	Área de cada pavimento (m ²): 322,31										

Número de escritórios por pavimento:05	Área média de cada escritório (m ²): 39,86
--	--

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m2)	Cor
10,40	19,40	201,76	Marrom
Fachada 2			
38,60	19,40	721,20	Branco
Fachada 3			
10,40	19,40	201,76	Branco
Fachada 4			
38,60	19,40	721,20	Branco

Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
1,68	1,55	1,04	fumê
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
1,92	1,85	1,85	Transparente 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 2 – LENDA DA PANELINHA

Rua Venâncio Aires - Cruz Alta - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Cruz Alta. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03

2 - Características Gerais	
No. total de pavimentos = 6	No. de salas = 24
No. de pavimentos-tipo = 3	No. total de salas nos pavimentos tipo = 12
No. de salas por pavimento tipo = 4	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =
3- Tipologia arquitetônica	
Planta e Orientação do pavimento tipo	
Formato em planta retangular – 12,50x26,20	
Orientação da Fachada Principal - Norte	
4 - Características Construtivas	
Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes pré-moldada 12cm Laje dos pavimentos tipo: Laje pré-moldada Laje de cobertura: pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura.
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Eng. Flávio Marchiori de Moura	Construtor: Eng. Flávio Marchiori de Moura
Número total de pavimentos: 06	Ano de início de ocupação: 1989
	Área total do edifício (m ²): 1633,56
Quant. Pav. Tipo: 03	Pé-direito (m): 2,76
	Área de cada pavimento (m ²): 272,26
Número de escritórios por pavimento:04	Área média de cada escritório (m ²): 39,05

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
12,50	19,00	254,94	branco
Fachada 2			
26,2	19,00	534,6	branco
Fachada 3			
26,2	19,00	534,6	branco
Fachada 4			
12,50	19,00	254,94	branco

Janela 1(módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
1,66	1,56	1,17	transparente 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 3 – CENTRO OFTALMOLÓGICO
Rua Venâncio Aires, Ijuí - RS
1- Características do entorno urbano
O edifício está implantado na região central da cidade de Ijuí. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 6	No. de salas = 30
No. de pavimentos-tipo = 3	No. total de salas nos pavimentos tipo = 18
No. de salas por pavimento tipo = 6	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta quadrada – 20,15x21,75

Orientação da Fachada Principal - Norte

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje maciça de concreto
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro refletivo azul
Protetores solar (<i>brises</i>)	Brise horizontal monolítico de concreto

Projetista: Eng .Mauricio Plentz	Construtor: Eng .Mauricio Plentz
Número total de pavimentos: 6	Ano de início de ocupação: 2004
	Área total do edifício (m ²): 2.433,50
Quant. Pav. Tipo: 3	Pé-direito (m): 3,45
	Área de cada pavimento (m ²): 366,75
Número de escritórios por pavimento: 5	Área média de cada escritório (m ²): 41,31

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
20,15	18,00	362,70	Pele de vidro
Fachada 2			
21,75	18,00	391,50	azul
Fachada 3			
20,15	18,00	362,70	azul
Fachada 4			
21,75	18,00	391,50	azul
Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
186,45	186,45	80	Refletivo azul 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro

160,95	160,95	70	Refletivo azul 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 3			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
22,35	22,35	10	Refletivo azul 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 4			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
22,75	22,75	10	Refletivo azul 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 4 – HASS COMERCIAL CENTER

Rua Sete de Setembro, Ijuí - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Ijuí. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista fachada 01 e 02



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 10	No. de salas = 52
No. de pavimentos-tipo = 6	No. total de salas nos pavimentos tipo = 54
No. de salas por pavimento tipo = 9	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 16,00x48,00

Orientação da Fachada Principal – Norte

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Dado não encontrado		Construtor: Dado não encontrado	
Número total de pavimentos: 10		Ano de início de ocupação: 1983	
		Área total do edifício (m ²): 7.178,74	
Quant. Pav. Tipo: 6	Pé-direito (m): 3,30	Área de cada pavimento (m ²): 629,24	
Número de escritórios por pavimento: 9		Área média de cada escritório (m ²): 56,57	

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
16,00	29,10	465,10	Amarelo claro
Fachada 2			
48,00	29,10	1396,80	Amarelo claro
Fachada 3			
16,00	29,10	465,10	Amarelo claro
Fachada 4			
48,00	29,10	1396,80	Amarelo claro
Janela 1(módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
1,20	1,20	0,80	Transparente 4mm
Sistema de abertura: maxim-ar			

EDIFÍCIO 5 – FÓRUM

Rua 20 de setembro, Ijuí - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Ijuí. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista fachada da esquina



vista fachada 02

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 8	No. de salas =
No. de pavimentos-tipo = 6	No. total de salas nos pavimentos tipo =
No. de salas por pavimento tipo = 14	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta irregular (maiores dimensões 41,10x25,10)

Orientação da Fachada Principal (esquina) - Nordeste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pastilha cerâmica e partes em granito

Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Dado não fornecido		Construtor: Dado não fornecido	
Número total de pavimentos: 8		Ano de início de ocupação: 2004	
		Área total do edifício (m ²): 3.634,30	
Quant. Pav. Tipo: 6	Pé-direito (m): 3,00	Área de cada pavimento (m ²): 641,4	
Número de escritórios por pavimento:14		Área média de cada escritório (m ²): 45,81	

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m2)	Cor
41,10	26,20	1076,82	creme
Fachada 2			
25,10	26,20	657,62	creme
Fachada 3			
42,77	26,20	1120,57	creme
Fachada 4			
42,77	26,20	1120,57	creme
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
2,40	2,40	1,20	Transparente 4mm
Sistema de abertura: correr			

EDIFÍCIO 6 – IJUÍ CENTENÁRIO

Rua 15 de novembro, Ijuí - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Ijuí. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista fachada 01



vista esquina (fachada 01/02)



vista fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 10	No. de salas = 64
No. de pavimentos-tipo = 6	No. total de salas nos pavimentos tipo = 48
No. de salas por pavimento tipo = 8	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta quadrada 23,50x26,50

Orientação da Fachada Principal - Leste	
4 - Características Construtivas	
Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje maciça de concreto com 10cm
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico seis furos com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura e partes em placas de alumínio
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro refletivo 4mm marrom
Protetores solar (<i>brises</i>)	Brises horizontais

Projetista: Dado não fornecido		Construtor: Dado não fornecido	
Número total de pavimentos: 10		Ano de início de ocupação: Dado não fornecido	
		Área total do edifício (m ²): 5166,92	
Quant. Pav. Tipo: 6	Pé-direito (m): 2,90	Área de cada pavimento (m ²): 574,08	
Número de escritórios por pavimento:8		Área média de cada escritório (m ²): 47,19	

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
23,50	30,50	716,75	Areia e cinza
Fachada 2			
26,50	30,50	808,25	Areia e cinza
Fachada 3			
23,50	30,50	716,75	Areia e marrom
Fachada 4			
26,50	30,50	808,25	Areia e marrom
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
1,12	1,12	0,80	Refletivo marrom
Sistema de abertura: maxim-ar			

EDIFÍCIO 7 – JAMILE	
Rua 14 de julho n°149, Ijuí - Rs	
1- Características do entorno urbano	
O edifício está implantado na região central da cidade de Ijuí. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.	
	
vista da fachada 01	vista da fachada 02



vista da fachada 01 e 04



vista da fachada 03

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 8	No. de salas = 56
No. de pavimentos-tipo = 4	No. total de salas nos pavimentos tipo = 32
No. de salas por pavimento tipo = 8	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular 14,00x32,00 (maiores dimensões)

Orientação da Fachada Principal - Oeste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje de cobertura: concreto maciço Laje entre pavimentos: pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro fumê 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Dado não obtido	Construtor:
Número total de pavimentos: 8	Ano de início de ocupação: 1990
	Área total do edifício (m ²): 2.268,89
Quant. Pav. Tipo: 4	Pé-direito (m): 3,30
	Área de cada pavimento (m ²): 283,61
Número de escritórios por pavimento:8	Área média de cada escritório (m ²): 34,3

Fachada 1

Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
14,00	26,40	369,60	bege
Fachada 2			
32	26,40	844,80	bege
Fachada 3			
14,00	26,40	369,60	bege
Fachada 4			
32	26,40	844,80	bege

Janela 1 (módulos)

Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	---------------

2,64	2,64	0,96	Fumê 4mm
Sistema de abertura: Mamim-ar			
Janela 2 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
2,56	2,56	1,28	Fumê 4mm
Sistema de abertura: Duas folhas de correr			

EDIFÍCIO 8 – PANORAMA

Rua 15 de novembro, Ijuí - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Ijuí. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 01 e 04



vista da fachada 03

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 10	No. de salas = 36
No. de pavimentos-tipo = 7	No. total de salas nos pavimentos tipo = 28
No. de salas por pavimento tipo = 4	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta quadrada 12,90x19,75

Orientação da Fachada Principal - Leste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura e partes em fulget
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro bronze 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Dado não obtido	Construtor: Dado não obtido
Número total de pavimentos: 10	Ano de início de ocupação: 1990
	Área total do edifício (m ²): 2.602,67
Quant. Pav. Tipo: 7	Pé-direito (m): 3,30
	Área de cada pavimento (m ²): 216,7
Número de escritórios por pavimento: 4	Área média de cada escritório (m ²): 33,56

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
12,90	29,90	385,71	bege
Fachada 2			
19,70	29,90	589,03	bege
Fachada 3			
12,90	29,90	385,71	bege
Fachada 4			
19,70	29,90	589,03	bege
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
1,30	1,30	0,83	bronze
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 9 – SHOPPING JB

Rua José Bonifácio, Ijuí - Rs

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Ijuí. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01 e 02



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais	
No. total de pavimentos = 7	No. de salas = 68
No. de pavimentos-tipo = 3	No. total de salas nos pavimentos tipo = 39
No. de salas por pavimento tipo = 13	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =
3- Tipologia arquitetônica	
Planta e Orientação do pavimento tipo	
Formato em planta irregular 41,05x37,50 (maiores dimensões)	
Orientação da Fachada Principal - Leste	
4 - Características Construtivas	
Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 15 cm.
Revestimento	Reboco e pintura e partes em fulget
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro fumê 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Avanço da laje proporcionando sombreamento em parte das aberturas.

Projetista: Dado não obtido	Construtor: Construtora Pasqualini
Número total de pavimentos: 7	Ano de início de ocupação: 1994
	Área total do edifício (m ²): 7.744,11
Quant. Pav. Tipo: 3	Pé-direito (m): 3,50
	Área de cada pavimento (m ²): 803,54
Número de escritórios por pavimento:13	Área média de cada escritório (m ²): 52,96

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
37,50	25,10	941,25	bege
Fachada 2			
41,05	25,10	1030,35	bege
Fachada 3			
37,50	25,10	941,25	bege
Fachada 4			
41,05	25,10	1030,35	bege
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
0,96	0,96	0,96	Fumê 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 10 – CENTRO PROFISSIONAL PRESIDENTE VARGAS
Avenida Presidente Vargas, n° 2135, Santa Maria - RS
1- Características do entorno urbano
O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 7	No. de salas = 32
No. de pavimentos-tipo = 6	No. total de salas nos pavimentos tipo = 30
No. de salas por pavimento tipo = 5	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular 8,00x40,00

Orientação da Fachada Principal - Norte

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm para as paredes externas e de 15cm para internas.
Revestimento	Reboco e pintura e partes em pastilha cerâmica.
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro fumê 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Valdir José Fração		Construtor: Valdir José Fração	
Número total de pavimentos: 7		Ano de início de ocupação: Dado não obtido	
		Área total do edifício (m ²): 2274,45	
Quant. Pav. Tipo: 6	Pé-direito (m):2,65	Área de cada pavimento (m ²): 439,26	
Número de escritórios por pavimento: 5		Área média de cada escritório (m ²): 37,42	

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m2)	Cor
8,00	20,30	162,40	Rosa claro
Fachada 2			
40,00	20,30	812,00	Rosa claro
Fachada 3			
8,00	20,30	162,40	Rosa claro
Fachada 4			
40,00	20,30	812,00	Rosa claro
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
1,28	1,28	0,88	Fumê 4mm
Sistema de abertura: maxim-ar			
Janela 2 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
2,88	2,88	1,32	Fumê 4mm
Sistema de abertura: maxim-ar			

EDIFÍCIO 11 – CENTRO COMERCIAL PINHEIRO MACHADO

Rua Pinheiro Machado, n° 2380, Santa Maria-RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 12	No. de salas = 114
No. de pavimentos-tipo = 7	No. total de salas nos pavimentos tipo = 84
No. de salas por pavimento tipo = 12	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – dois blocos de 10,00x36,00 cada
Orientação da Fachada Principal - Sudeste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje de concreto armado
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro fumê 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Luiz Arthur Vallandro	Construtor: José Eduardo Velozo Mesquita
Número total de pavimentos: 12	Ano de início de ocupação: 1994
	Área total do edifício (m ²): 9287,50
Quant. Pav. Tipo: 7	Pé-direito (m): 2,80
	Área de cada pavimento (m ²): 660,54
Número de escritórios por pavimento: 12	Área média de cada escritório (m ²): 40,28

Fachada 1 (cada bloco)

Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
10,00	29,50	295,00	Amarelo claro

Fachada 2 (cada bloco)

36,00	29,50	1062,00	Amarelo claro
-------	-------	---------	---------------

Fachada 3 (cada bloco)

10,00	29,50	295,00	Amarelo claro
-------	-------	--------	---------------

Fachada 4 (cada bloco)

36,00	29,50	1062,00	Amarelo claro
-------	-------	---------	---------------

Janela 1 (módulos)

Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
1,12	1,12	1,12	Fumê 4mm

Sistema de abertura: Maxim-ar

M

EDIFÍCIO 12 – ARQUIPÉLAGO

Rua Doutor Alberto Pasqualini n° 111, Santa Maria - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 18	No. de salas = 115
No. de pavimentos-tipo = 11	No. total de salas nos pavimentos tipo = 88
No. de salas por pavimento tipo = 8	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica**Planta e Orientação do pavimento tipo**

Formato em planta irregular

Orientação da Fachada Principal - Norte

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje de concreto armado
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Paulo Cesar Filho		Construtor: Frantz Cortez Construções Ltda	
Número total de pavimentos: 18		Ano de início de ocupação: 1996	
		Área total do edifício (m ²): 11176,10	
Quant. Pav. Tipo: 11	Pé-direito (m): 2,75	Área de cada pavimento (m ²): 365,79	
Número de escritórios por pavimento: 8		Área média de cada escritório (m ²): 34,36	

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
20,00	40,60	812,00	Rosa claro
Fachada 2			
24,00	40,60	974,40	Rosa claro
Fachada 3			
20,00	40,60	812,00	Rosa claro
Fachada 4			
24,00	40,60	974,40	Rosa claro
Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
1,12	1,12	0,88	Transparente 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 13 – CENTRAL DAS CLÍNICAS

Rua Pinheiro Machado n° 2350, Santa Maria - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 12	No. de salas = 94
No. de pavimentos-tipo = 7	No. total de salas nos pavimentos tipo = 84
No. de salas por pavimento tipo = 12	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular, dois blocos de 9,00x24,00 cada um.

Orientação da Fachada Principal - Sul	
4 - Características Construtivas	
Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Dado não obtido
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e fulget
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro fumê 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Luiz Arthur Vallandro		Construtor: José Eduardo Velozo Mesquita
Número total de pavimentos: 12		Ano de início de ocupação: 1992
		Área total do edifício (m ²): 10418,93
Quant. Pav. Tipo: 7	Pé-direito (m): 2,95	Área de cada pavimento (m ²): 402,66
Número de escritórios por pavimento: 12		Área média de cada escritório (m ²): 50,88

Fachada 1 (cada bloco)			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m2)	Cor
9,00	25,20	226,80	Cinza
Fachada 2 (cada bloco)			
24,00	25,20	604,80	Cinza
Fachada 3 (cada bloco)			
9,00	25,20	226,80	Cinza
Fachada 4 (cada bloco)			
24,00	25,20	604,80	Cinza
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
1,20	1,20	1,20	Fumê 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 14 – DAS CLÍNICAS
Rua do Acampamento n° 239, Santa Maria -RS
1- Características do entorno urbano
O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>vista da fachada 01</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>vista da fachada 02</p> </div> </div>



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 11	No. de salas = 17
No. de pavimentos-tipo = 8	No. total de salas nos pavimentos tipo = 16
No. de salas por pavimento tipo = 2	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular 5,20x25,00
Orientação da Fachada Principal - Nordeste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje de concreto armado
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Luiz Arthur Vallandro	Construtor: Luiz Ricardo Flores Saenger
Número total de pavimentos: 11	Ano de início de ocupação: Dado não obtido
	Área total do edifício (m ²): 2162,00
Quant. Pav. Tipo:	Pé-direito (m): 2,80
	Área de cada pavimento (m ²): 140,68
Número de escritórios por pavimento: 2	Área média de cada escritório (m ²): 56,38

Fachada 1

Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
5,20	26,55	138,06	Amarelo claro
Fachada 2			
25,00	26,55	663,75	Amarelo claro
Fachada 3			
5,20	26,55	138,06	Amarelo claro
Fachada 4			
25,00	26,55	663,75	Amarelo claro
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
6,00	6,00	1,44	Transparente 4mm
Sistema de abertura: Correr			

Janela 2 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
3,90	3,90	1,80	Transparente 4mm
Sistema de abertura: Correr			

EDIFÍCIO 15 – FIN-HAB

Rua do Acampamento nº 112, Santa Maria - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 7	No. de salas = 18
No. de pavimentos-tipo = 5	No. total de salas nos pavimentos tipo = 15
No. de salas por pavimento tipo = 3	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta irregular
Orientação da Fachada Principal - Sudoeste

4 - Características Construtivas	
Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje de concreto armado
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Flávio Medina		Construtor: Flávio Cantera Menna Barreto
Número total de pavimentos: 7		Ano de início de ocupação: Dado nao obtido
		Área total do edifício (m ²): 1019,17
Quant. Pav. Tipo: 5	Pé-direito (m): 2,60	Área de cada pavimento (m ²): 134,74
Número de escritórios por pavimento: 3		Área média de cada escritório (m ²): 28,76

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m2)	Cor
8,00	19,80	158,40	Rosa claro
Fachada 2			
15,00	19,80	297,00	Rosa claro
Fachada 3			
8,00	19,80	158,40	Rosa claro
Fachada 4			
13,50	19,80	267,30	Rosa claro
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
4,48	5,07	2,34	Transparente 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 16 – OURO PRETO
Rua Doutor Alberto Pasqualine n°25, Santa Maria - RS
1- Características do entorno urbano
O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 6	No. de salas = 42
No. de pavimentos-tipo = 6	No. total de salas nos pavimentos tipo = 42
No. de salas por pavimento tipo = 7	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular 12,40x17,80

Orientação da Fachada Principal - Oeste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje de concreto armado
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e fulget
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Valdir J. Fração	Construtor: Valdir J. Fração
Número total de pavimentos: 6	Ano de início de ocupação: 1988
	Área total do edifício (m ²): 2964,63
Quant. Pav. Tipo: 6	Pé-direito (m): 2,60
	Área de cada pavimento (m ²): 296,93
Número de escritórios por pavimento: 7	Área média de cada escritório (m ²): 32,83

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
12,40	20,60	255,44	Marrom
Fachada 2			
17,80	20,60	366,68	Marrom
Fachada 3			
12,40	20,60	255,44	Marrom
Fachada 4			
17,80	20,60	366,68	Marrom
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
7,36	8,32	3,84	Fumê 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 17 – RIO DA PRATA

Rua Floriano Peixoto n°1000, Santa Maria - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01 e 02



vista da fachada 02 e 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 15	No. de salas =
No. de pavimentos-tipo = 11	No. total de salas nos pavimentos tipo = 88
No. de salas por pavimento tipo = 8	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica**Planta e Orientação do pavimento tipo**

Formato em planta quadrada 16,00x18,00

Orientação da Fachada Principal - Norte

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Valdir José Fração	Construtor: Cofran Engenharia Ltda
Número total de pavimentos: 15	Ano de início de ocupação: 1976
	Área total do edifício (m ²): 1411,46
Quant. Pav. Tipo: 11	Pé-direito (m): 2,90
	Área de cada pavimento (m ²): 340,60
Número de escritórios por pavimento: 8	Área média de cada escritório (m ²): 32,83

Fachada 1

Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
16,00	45,75	732,00	Branco e azul

Fachada 2

18,00	45,75	823,50	Branco e azul
-------	-------	--------	---------------

Fachada 3

16,00	45,75	732,00	Branco
-------	-------	--------	--------

Fachada 4

18,00	45,75	823,50	Branco
-------	-------	--------	--------

Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
1,32	1,32	1,08	Transparente 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 18 – SALVADOR ISAIA

Rua Doutor Bozzano n°1280, Santa Maria-RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 5	No. de salas = 22
No. de pavimentos-tipo = 2	No. total de salas nos pavimentos tipo = 20
No. de salas por pavimento tipo = 10	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular 8,00x20,00

Orientação da Fachada Principal - Sul

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje pré-moldada
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente fumê 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Luiz Roque Cervieri		Construtor: Luiz Roque Cervieri	
Número total de pavimentos: 5		Ano de início de ocupação: 1994	
		Área total do edifício (m ²): 1448,24	
Quant. Pav. Tipo: 2	Pé-direito (m): 2,60	Área de cada pavimento (m ²): 221,63	
Número de escritórios por pavimento: 10		Área média de cada escritório (m ²): 34,19	

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor

8,00	14,25	114,00	Branco
Fachada 2			
20,00	14,25	285,00	Branco
Fachada 3			
8,00	14,25	114,00	Branco
Fachada 4			
20,00	14,25	285,00	Branco
Janela 1(módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
2,30	2,60	1,20	Transparente e fumê 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2(módulos)			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
3,60	3,60	2,88	Transparente e fumê 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 19 – SANTA MARIA CENTER

Rua Doutor Bozzano nº1259, Santa Maria - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03 e 04



vista da fachada 04 e 01

2 - Características Gerais	
No. total de pavimentos = 19	No. de salas =
No. de pavimentos-tipo = 10	No. total de salas nos pavimentos tipo =
No. de salas por pavimento tipo = 12	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =
3- Tipologia arquitetônica	
Planta e Orientação do pavimento tipo	
Formato em planta retangular 13,50x18,00	
Orientação da Fachada Principal - Norte	
4 - Características Construtivas	
Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje de concreto armado
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente e refletivo azul 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: José de Barros Lema		Construtor: Leonyr de Castro Girondi	
Número total de pavimentos: 19		Ano de início de ocupação: 1998	
		Área total do edifício (m ²): 16042,00	
Quant. Pav. Tipo: 10	Pé-direito (m): 2,40	Área de cada pavimento (m ²): 549,14	
Número de escritórios por pavimento: 12		Área média de cada escritório (m ²): 38,36	

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
13,50	54,00	729,00	Branco e azul
Fachada 2			
18,00	54,00	972,00	Branco e azul
Fachada 3			
13,50	54,00	729,00	Branco e azul
Fachada 4			
18,00	54,00	972,00	Branco e azul
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
4,32	4,32	2,16	Transp. e refletivo azul 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
2,16	2,16	1,08	Transp. e refletivo azul 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 20 – SÃO PEDRO
Rua Marechal Floriano Peixoto n°1124, Santa Maria -RS
1- Características do entorno urbano
O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Maria. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 9	No. de salas = 68
No. de pavimentos-tipo = 8	No. total de salas nos pavimentos tipo = 64
No. de salas por pavimento tipo = 8	No. de salas vazias =
No. de escritórios =	No. de consultórios =

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular 12,00 x 24,00

Orientação da Fachada Principal - Oeste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto Armado
Lajes	Laje de concreto armado
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente 4mm
Protetores solar (<i>brises</i>)	Não possui

Projetista: Guilherme Brilmann	Construtor: Carlos Fernando Moura Flores
Número total de pavimentos: 9	Ano de início de ocupação: Dado não obtido
	Área total do edifício (m ²): 2621,80
Quant. Pav. Tipo: 8	Pé-direito (m): 2,80
	Área de cada pavimento (m ²): 252,74
Número de escritórios por pavimento: 8	Área média de cada escritório (m ²): 17,79

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
12,00	29,60	355,20	Verde
Fachada 2			
24,00	29,60	710,40	Verde e branco
Fachada 3			
12,00	29,60	355,20	Verde e branco
Fachada 4			
24,00	29,60	710,40	Verde e branco
Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
4,32	4,32	2,16	Transparente 4mm
Sistema de abertura: Correr			

EDIFÍCIO 21 – CENTRO DAS CLÍNICAS

Rua Fernando Abott no 391 – Santa Cruz do Sul - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Cruz do Sul. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 07	No. de salas = 24
No. de pavimentos-tipo = 06	No. total de salas nos pavimentos tipo = 24
No. de salas por pavimento tipo = 04	No. de salas vazias = 0
No. de escritórios = 0	No. de consultórios = 24

3- Tipologia arquitetônica**Planta e Orientação do pavimento tipo**

Formato em planta retangular – 13,20 x 23,90

Orientação da Fachada Principal – Sul

4- Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto com espessura de 10 cm. Laje dos pavimentos tipo: revestimento da laje com massa fina sobre a laje maciça, com espessura acabada de 15 cm. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada com proteção termomecânica.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 25cm.

Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preto com vidro transparente de 6mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Arq. Jorge Luis Goettert		Construtor: Projeto Arquitetura e Construções
Número total de pavimentos: 07		Ano de início de ocupação: 1993
		Área total do edifício (m ²): 1.951,73
Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 2,60	Área de cada pavimento (m ²): 315,48
Número de escritórios por pavimento: 04		Área média de cada escritório (m ²): 48,00

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
13,20	21,00	277,20	Bege
Fachada 2			
23,90	21,00	501,90	Bege
Fachada 3			
13,20	21,00	277,20	Bege
Fachada 4			
23,90	21,00	501,90	Bege

Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
8,20	7,44	3,72	Incolor 6mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
3,78	3,30	1,31	Incolor 6mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 3			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
3,25	2,84	0,74	Incolor 6mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 4			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
2,08	1,76	0,88	Incolor 6mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 22- EMBAIXADOR

Rua Marechal Floriano no 342 – Santa Cruz do Sul -RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Cruz do Sul. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada principal

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 07	No. de salas = 30
No. de pavimentos-tipo = 06	No. total de salas nos pavimentos tipo = 30
No. de salas por pavimento tipo = 05	No. de salas vazias = 12
No. de escritórios = 06	No. de consultórios = 12

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 12,00 x 26,65
Orientação da Fachada Principal – Oeste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Laje de concreto simples moldada <i>in loco</i> . Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e fulget.
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente de 4mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista:	Construtor:
Número total de pavimentos: 07	Ano de início de ocupação: 1986
	Área total do edifício (m ²): 1.744,33
Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 2,60
Número de escritórios por pavimento: 05	Área de cada pavimento (m ²): 265,69
	Área média de cada escritório (m ²): 25,94

Fachada 1

Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
12,00	21,10	253,20	Cinza claro
Fachada 2			
26,65	21,10	559,65	Cinza claro
Fachada 3			
12,00	21,10	253,20	Cinza claro
Fachada 4			

26,65	21,10	559,65	Cinza claro
-------	-------	--------	-------------

Janela 1			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
1,28	1,13	0,87	Incolor 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
3,84	3,39	2,61	Incolor 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 23 - GEMINI

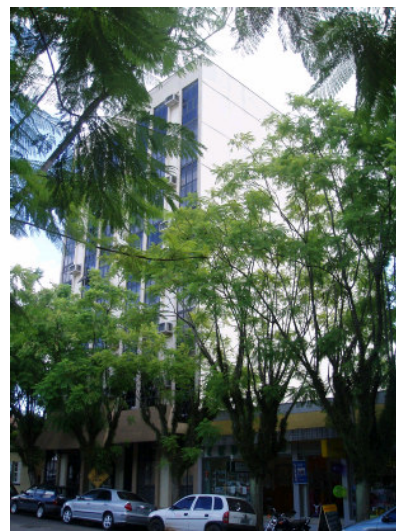
Rua Tenente Coronel Brito no 1075 – Santa Cruz do Sul -RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Cruz do Sul. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02 e do entorno imediato



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 08	No. de salas = 30
No. de pavimentos-tipo = 06	No. total de salas nos pavimentos tipo = 24
No. de salas por pavimento tipo = 04	No. de salas vazias = 09
No. de escritórios = 14	No. de consultórios = 01

3- Tipologia Arquitetônica
Planta e Orientação do pavimento tipo
Formato em planta retangular – 13,21x19,90
Orientação da Fachada Principal – Leste

4 - Características Construtivas	
Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Laje de concreto simples moldada <i>in loco</i> . Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada com aditivo.
Paredes internas e externas	Tijolos cerâmico furados com espessura final de 25 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preta com vidro fumê de 6mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Eng. Civil Francisco Tamar Knak	Construtor: Empreendimento e Construções Knak Ltda
Número total de pavimentos: 08	Ano de início de ocupação: 1989
	Área total do edifício (m ²): 2.090,88
Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 2,60
	Área de cada pavimento (m ²): 262,68
Número de escritórios por pavimento: 04	Área média de cada escritório (m ²): 47,31

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
13,20	24,00	316,80	Creme
Fachada 2			
19,80	24,00	475,20	Creme
Fachada 3			
13,20	24,00	316,80	Creme
Fachada 4			
19,80	24,00	475,20	Creme

Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
3,64	3,06	1,02	Incolor 6mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
2,38	2,04	1,02	Incolor 6mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 24 - GINÁSTICA	
Rua 28 de Setembro, no 221 – Santa Cruz do Sul -RS	
1- Características do entorno urbano	
O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Cruzdo Sul. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.	



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 07	No. de salas = 30
No. de pavimentos-tipo = 06	No. total de salas nos pavimentos tipo = 24
No. de salas por pavimento tipo = 04	No. de salas vazias = 08
No. de escritórios = 07	No. de consultórios = 09

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta quadrado – 13,20x15,70

Orientação da Fachada Principal – Sul

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Laje de concreto. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada com proteção mecânica.
Paredes internas	Tijolos cerâmico furados com espessura final de 15cm.
Paredes externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 25cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preta com vidro transparente de 4mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Eng Civil Érico Landskron		Construtor: Landskron Construtora
Número total de pavimentos:		Ano de início de ocupação: 1989
		Área total do edifício (m ²): 1.541,62
Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 2,60	Área de cada pavimento (m ²): 209,04
Número de escritórios por pavimento: 04		Área média de cada escritório (m ²): 39,74

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
13,21	19,70	260,24	Creme
Fachada 2			
19,90	19,70	392,03	Creme
Fachada 3			
13,21	19,70	260,24	Creme
Fachada 4			
19,90	19,70	392,03	Creme

Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
4,40	3,94	1,97	4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
4,40	3,94	1,97	4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 25 – PLAZA CENTER

Rua Sete de Setembro no 327 – Santa Cruz do Sul - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Cruz do Sul. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 02 e entorno imediato



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 09	No. de salas = 34
No. de pavimentos-tipo = 08	No. total de salas nos pavimentos tipo = 32
No. de salas por pavimento tipo = 04	No. de salas vazias = 15
No. de escritórios = 04	No. de consultórios = 13

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta irregular – 14,60x21,60 (maiores dimensões)
Orientação da Fachada Principal – Sul

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Laje de concreto. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada com proteção mecânica.
Paredes internas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 15cm.
Paredes externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preta com vidro fumê de 4mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Arq. Rachel Nonnenmacher	Construtor: Goetter Engenharia e Construções Ltda
Número total de pavimentos: 09	Ano de início de ocupação: 1987
	Área total do edifício (m ²): 2.279,73
Quant. Pav. Tipo: 08	Pé-direito (m): 2,60
	Área de cada pavimento (m ²): 229,51
Número de escritórios por pavimento: 04	Área média de cada escritório (m ²): 35,00

Fachada 1

Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
14,60	26,60	388,36	Branca
Fachada 2			
21,60	26,60	574,56	Branca
Fachada 3			
14,60	26,60	388,36	Branca

Fachada 4			
21,60	26,60	574,56	Branca

Janela 1			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
10,40	9,40	4,00	Fumê 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 26 - POLICLÍNICA

Rua Fernando Abott – Santa Cruz do Sul - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Cruz do Sul. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 04 e entorno imediato

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 05	No. de salas = 18
No. de pavimentos-tipo = 04	No. total de salas nos pavimentos tipo = 16
No. de salas por pavimento tipo = 04	No. de salas vazias = 04
No. de escritórios = 0	No. de consultórios = 20

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 11,90x22,80
Orientação da Fachada Principal – Norte

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Laje de concreto. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada com proteção mecânica.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 15cm.
Paredes externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preta com vidro transparente de 3mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Eng. Civil Érico Landskron

Construtor: Landskron

Número total de pavimentos: 05		Ano de início de ocupação: 1998
		Área total do edifício (m ²): 2.124,52
Quant. Pav. Tipo: 04	Pé-direito (m): 2,60	Área de cada pavimento (m ²): 230,51
Número de escritórios por pavimento: 04		Área média de cada escritório (m ²): 45,00

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
11,90	15,40	183,26	Creme e azul
Fachada 2			
22,80	15,40	351,12	Creme
Fachada 3			
11,90	15,40	183,26	Creme
Fachada 4			
22,80	15,40	351,12	Creme

Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
1,24	0,90	0,67	Incolor 3mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
2,08	1,76	0,88	Incolor 3mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 27 – CHAMPS ELYSEES

Rua 28 de Setembro no 36 – Lajeado - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Santa Cruz do Sul. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02, sendo a 04 igual



vista da fachada 03 parte superior



vista da fachada 03 parte inferior

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 09	No. de salas = 98
No. de pavimentos-tipo = 06	No. total de salas nos pavimentos tipo = 84
No. de salas por pavimento tipo = 14	No. de salas vazias = 34
No. de escritórios = 10	No. de consultórios = 40

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 11,00x44,05
Orientação da Fachada Principal – Norte

4- Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Forro de estuque de cimento, cal e areia, sob laje de concreto armado. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente de 4mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Dado não obtido	Construtor: Suhma engenharia e construções Ltda
Número total de pavimentos: 09	Ano de início de ocupação: 1990
	Área total do edifício (m ²): 4.097,02
Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 2,60
	Área de cada pavimento (m ²): 475,02
Número de escritórios por pavimento: 14	Área média de cada escritório (m ²): 24,65

Fachada 1

Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
11,00	29,00	319,00	Creme e marrom
Fachada 2			
44,05	29,00	1277,45	Creme e marrom
Fachada 3			
11,00	29,00	319,00	Creme e marrom

Fachada 4			
44,05	29,00	1277,45	Creme e marrom

Janela 1			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
5,70	5,20	3,75	4mm

Sistema de abertura: Maxim-ar

Janela 2			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
3,80	3,40	2,50	4mm

Sistema de abertura: Maxim-ar

Janela 3			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
1,90	1,70	1,25	4mm

Sistema de abertura: Maxim-ar

EDIFÍCIO 28 – GOLD CENTER

Rua Júlio de Castilhos – Venâncio Aires - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Venâncio Aires. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais	
No. total de pavimentos = 06	No. de salas = 52
No. de pavimentos-tipo = 04	No. total de salas nos pavimentos tipo = 36
No. de salas por pavimento tipo = 09	No. de salas vazias = 06
No. de escritórios = 20	No. de consultórios = 10

3- Tipologia arquitetônica
Planta e Orientação do pavimento tipo
Formato em planta quadrado – 25,50x26,00
Orientação da Fachada Principal – Noroeste

4 - Características Construtivas	
Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Laje de concreto. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada.
Paredes internas e externas	Bloco cerâmico tipo tijolo baiano com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e fulget
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro comum de 6mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Milton Schimidt	Construtor: Projeta Construtora LTDA
Número total de pavimentos: 06	Ano de início de ocupação: 1995
	Área total do edifício (m ²): 3.730,28
Quant. Pav. Tipo: 04	Pé-direito (m): 3,00
Número de escritórios por pavimento:09	Área de cada pavimento (m ²): 663,00
	Área média de cada escritório (m ²): 45,42

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
25,50	20,00	510,00	Cinza
Fachada 2			
26,00	20,00	520,00	Cinza
Fachada 3			
25,50	20,00	510,00	Cinza
Fachada 4			
26,00	20,00	520,00	Cinza

Janela 1 (módulo padrão)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
0,98	0,86	0,56	6mm
As fachadas são compostas por diferentes quantidades de módulos, todos com sistema de abertura maxim-ar.			
Janela 2 (módulo padrão)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
0,27	0,20	0,20	6mm
A fachada 3 é compostas por diferentes quantidades de módulos, todos com sistema de abertura maxim-ar.			

EDIFÍCIO 29 – UNIMED
Rua Tiradentes – Venâncio Aires - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Venâncio Aires. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



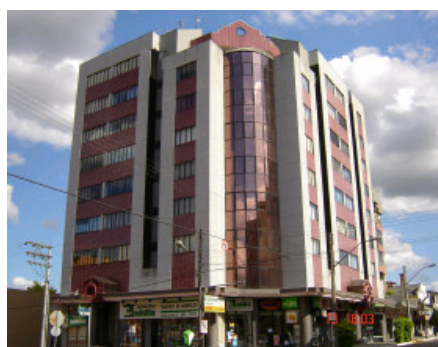
vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03



vista da esquina



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 07

No. de salas = 61

No. de pavimentos-tipo = 06

No. total de salas nos pavimentos tipo = 48

No. de salas por pavimento tipo = 08

No. de salas vazias = 06

No. de escritórios = 0

No. de consultórios = 42

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta quadrado – 20,50x24,68

Orientação da Fachada Principal – Nordeste
--

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Laje de concreto. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada com proteção mecânica.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.
Revestimento	Reboco e fulget
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preta com vidro laminado de 4mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Janine Starhan	Construtor: Danilo Metzstorf engenharia
Número total de pavimentos:	Ano de início de ocupação: 1997
	Área total do edifício (m ²): 3.430,77
Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 2,60
	Área de cada pavimento (m ²): 410,00
Número de escritórios por pavimento: 08	Área média de cada escritório (m ²): 40,00

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m2)	Cor
20,50	25,00	512,50	Cinza claro
Fachada 2			
24,68	25,00	617,00	Cinza claro
Fachada 3			
20,50	25,00	512,50	Cinza claro
Fachada 4			
24,68	25,00	617,00	Cinza claro

Janela 1			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
2,64	2,10	2,10	4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
3,48	2,80	2,80	4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 3			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
4,32	3,50	3,50	4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 4			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
6,00	4,90	4,90	4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 30 – WORK CENTER

Rua Osvaldo Aranha no 1367 – Venâncio Aires - RS
--

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Venâncio Aires. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 08	No. de salas = 31
No. de pavimentos-tipo = 06	No. total de salas nos pavimentos tipo = 30
No. de salas por pavimento tipo = 05	No. de salas vazias = 08
No. de escritórios = 12	No. de consultórios = 10

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 14,70x19,90
Orientação da Fachada Principal – Sudoeste

4 - Características Construtivas

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Laje de concreto. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada com proteção mecânica.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20 cm.

Revestimento	Reboco e pintura e partes em fulget
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro comum de 4mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Arq. Júlio Ramos		Construtor: Danilo Metzdorf engenharia	
Número total de pavimentos: 08		Ano de início de ocupação: Dado não indicado	
		Área total do edifício (m ²): 1.872,87	
Quant. Pav. Tipo: 06	Pé-direito (m): 2,60	Área de cada pavimento (m ²): 286,09	
Número de escritórios por pavimento:05		Área média de cada escritório (m ²): 36,00	

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
14,70	21,10	310,17	Verde e cinza
Fachada 2			
19,90	21,10	419,89	Verde e cinza
Fachada 3			
14,70	21,10	310,17	Verde
Fachada 4			
19,90	21,10	419,89	Cinza

Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
12,60	9,80	9,80	Incolor 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 31- ALBERT SABIN

Rua Bento Gonçalves – Lajeado - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Lajeado. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços. As principais características urbanas são:



Foto da Fachada (Bento Gonçalves)

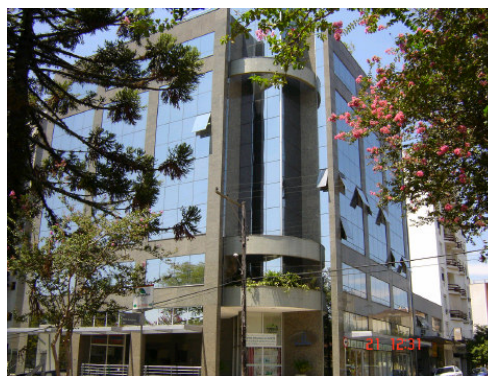


Foto da esquina

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 11	No. de salas = 56
No. de pavimentos-tipo = 07	No. total de salas nos pavimentos tipo = 08
No. de salas por pavimento tipo = 08	No. de salas vazias = 16
No. de escritórios = 0	No. de consultórios = 40

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 22,50x28,60	
Orientação da Fachada Principal – Sudoeste	
4- Características Construtivas Gerais	
Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Forro de estuque de cimento, cal e areia, sob laje de concreto armado. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 25cm.
Revestimento externo	Reboco e fulget
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preta com vidro laminado de 6mm e pele de vidro com vidro espelhado 6mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Arq. Fernando Welp		Construtor: New Door Const. e Incorporadora Ltda
Número total de pavimentos: 11		Ano de início de ocupação: 1997
		Área total do edifício (m ²): 6.150,93
Quant. Pav. Tipo: 7	Pé-direito (m): 2.8	Área de cada pavimento (m ²): 515,00
Número de escritórios por pavimento: 08		Área média de cada escritório (m ²): 41,99

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m2)	Cor
22,50	31,00	697,50	cinza
Fachada 2			
28,60	31,00	886,60	cinza
Fachada 3			
22,50	31,00	697,50	cinza
Fachada 4			
28,60	31,00	886,60	cinza
Janela 1			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
12,46	11,20	6,04	Espelhado 6mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Proteção solar externa nas janelas: Não possui			
Janela 2			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
5,34	4,56	4,56	Incolor 4mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Proteção solar externa nas janelas: Não possui			

EDIFÍCIO 32 - COPLAN
Rua Júlio de Castilhos no. 1001 – Lajeado -RS
1- Características do entorno urbano
O edifício está implantado na região central da cidade de Lajeado. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01 e 04

vista da fachada 01 e 02

vista da fachada 03

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 10	No. de salas = 28
No. de pavimentos-tipo = 07	No. total de salas nos pavimentos tipo = 28
No. de salas por pavimento tipo = 04	No. de salas vazias = 10
No. de escritórios = 13	No. de consultórios = 05

3 - Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 7,34x26,40

Orientação da Fachada Principal – Sudoeste

4- Características Construtivas Gerais

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Forro de estuque de cimento, cal e areia, sob laje de concreto armado. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20cm
Revestimento	Reboco e pintura
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preta com vidro fumê de 3mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Arq. Antonio J. Fluckseder	Construtor: Coplan - Planejamento Construções Ltda
Número total de pavimentos: 10	Ano de início de ocupação: 1988
	Área total do edifício (m ²): 1.852,64
Quant. Pav. Tipo: 07	Pé-direito (m): 2,60
	Área de cada pavimento (m ²): 193,77
Número de escritórios por pavimento: 04	Área média de cada escritório (m ²): 38,48

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
7,34	27,25	200,00	Vidro fumê
Fachada 2			
26,40	27,25	719,40	Branco e Preto
Fachada 3			
7,34	27,25	200,00	Branco e Preto

Fachada 4			
26,40	27,25	719,40	Branco e Preto
Janela 1			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
8,11	7,32	2,48	Fumê 3mm
Sistema de abertura: Esquadrias de ferro na cor preta com abertura maxim-ar.			
Janela 2			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
5,30	4,84	2,48	Fumê 3mm
Sistema de abertura: Esquadrias de ferro na cor preta com abertura maxim-ar.			

EDIFÍCIO 33 - FIRENZE

Rua Fialho de Vargas – Lajeado - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Lajeado. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 11

No. de salas = 28

No. de pavimentos-tipo = 07	No. total de salas nos pavimentos tipo = 04
No. de salas por pavimento tipo = 04	No. de salas vazias = 06
No. de escritórios = 13	No. de consultórios = 09

3 - Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 11,00x27,40

Orientação da Fachada Principal – Sudeste

4- Características Construtivas Gerais

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto com espessura total de 15cm Laje dos pavimentos tipo: maciça com espessura de 15cm. Na superfície de piso, foi feita a regularização para aplicação de piso. No interior das salas os materiais de acabamento são variados. Na superfície da laje que corresponde aos forros foi feito o revestimento com reboco e posterior pintura (cor branca) Laje de cobertura: maciça com impermeabilização.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20cm.
Revestimento	Reboco e pintura.
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor marrom com vidro fumê de 6mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Eng. Civil Jorge Luiz Cenci	Construtor: Coplan e C&W Construções Ltda
Número total de pavimentos: 11	Ano de início de ocupação: 1988
	Área total do edifício (m ²): 3.062,58
Quant. Pav. Tipo: 07 Pé-direito (m): 2,60	Área de cada pavimento (m ²): 295,7
Número de escritórios por pavimento: 04	Área média de cada escritório (m ²): 61,61

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
11,00	27,20	299,20	Vidro fumê 6mm
Fachada 2			
27,40	27,20	745,28	Bege e verde
Fachada 3			
11,00	27,20	299,20	Bege e verde
Fachada 4			
27,40	27,20	745,28	Bege e verde

Janela 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
13,39	11,55	4,25	Comum 3mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
5,92	5,00	5,00	Comum 3mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 34 – MASTER CENTRO PROFISSIONAL

Rua Bento Gonçalves no. 1016 – Lajeado - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Lajeado. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 09	No. de salas = 42
No. de pavimentos-tipo = 07	No. total de salas nos pavimentos tipo = 56
No. de salas por pavimento tipo = 08	No. de salas vazias = 24
No. de escritórios = 19	No. de consultórios = 13

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 11,00x38,00

Orientação da Fachada Principal – Nordeste

4- Características Construtivas Gerais

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Forro de estuque de cimento, cal e areia, sob laje de concreto armado. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada.
Paredes internas e externas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 20cm.
Revestimento	Reboco com pintura na cor branca e faixas de cerâmica na cor azul na fachada 1.
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente de 3mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista: Carlos Jaeger	Construtor: C&W Construções Ltda
Número total de pavimentos: 09	Ano de início de ocupação: 1992
	Área total do edifício (m ²): 3.556,61
Quant. Pav. Tipo: 08	Pé-direito (m): 2,60
	Área de cada pavimento (m ²): 388,95
Número de escritórios por pavimento: 08	Área média de cada escritório (m ²): 35,00

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
11,00	22,60	248,60	Azul escuro
Fachada 2			
38,00	22,60	858,80	Branco
Fachada 3			

11,00	22,60	248,60	Branco
Fachada 4			
38,00	22,60	858,80	Branco

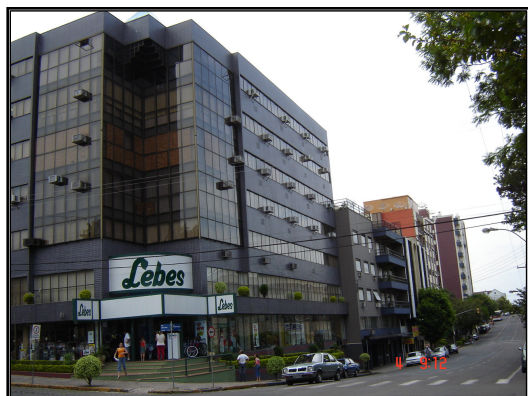
Janela 1			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
6,00	4,80	3,60	Comum 3mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2			
Área de janela (m2)	Área de vidro (m2)	Área de ventilação (m2)	Tipo de vidro
13,39	11,55	4,25	Comum 3mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

EDIFÍCIO 35 - PIRÂMIDE

Rua Alberto Torres no. 452 – Lajeado - RS

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Lajeado. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01 e do entorno



vista da fachada 03



vista da fachada 03



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 07

No. de salas 51

No. de pavimentos-tipo = 05

No. total de salas nos pavimentos tipo = 50

No. de salas por pavimento tipo = 10	No. de salas vazias = 13
No. de escritórios = 37	No. de consultórios = 0
3 - Tipologia arquitetônica	
Planta e Orientação do pavimento tipo	
Formato em planta retangular – 20,65x31,50	
Orientação da Fachada Principal – Oeste	
4- Características Construtivas Gerais	
Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto. Laje dos pavimentos tipo: Forro de estuque de cimento, cal e areia, sob laje de concreto armado. Laje de cobertura: maciça de concreto impermeabilizada.
Paredes externas	Tijolo cerâmico maciço com espessura final de 25cm.
Paredes internas	Tijolo cerâmico furado com espessura final de 15cm.
Revestimento	Reboco e aplicação de tinta na cor azul, partes com revestimento em cerâmica na cor azul e vermelha.
Esquadrias	Esquadrias de ferro na cor preta com vidro fumê de 4mm
Protetores solar (brises)	Não possui

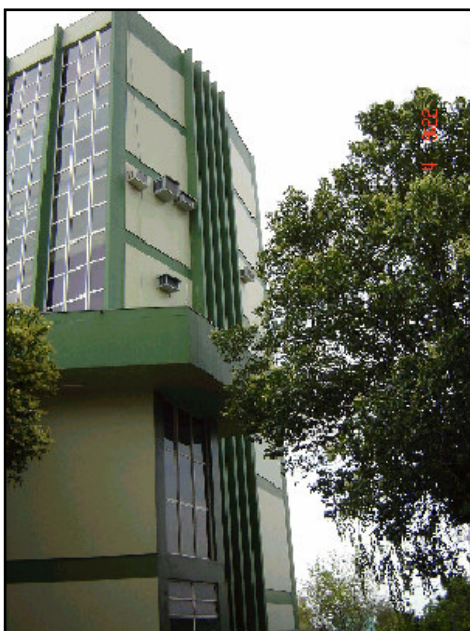
Projetista: Eng. Civil Luiz Adalberto Corbellini	Construtor: Dados não obtidos
Número total de pavimentos: 07	Ano de início de ocupação: 1999
	Área total do edifício (m ²): 4.261,77
Quant. Pav. Tipo:05	Pé-direito (m): 2,80
	Área de cada pavimento (m ²): 548,51
Número de escritórios por pavimento: 10	Área média de cada escritório (m ²): 39,34

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
31,50	21,30	670,95	Chumbo
Fachada 2			
20,85	21,30	444,10	azul
Fachada 3			
31,50	21,30	670,95	azul
Fachada 4			
20,85	21,30	444,10	Chumbo e vermelho
Janela 1 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
0,90	0,90	0,90	Fumê
Sistema de abertura: Maxim-ar			
Janela 2 (módulos)			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
3,84	3,84	1,92	Fumê
Sistema de abertura: duas folhas de correr e duas folhas fixas			

EDIFÍCIO 36 - UNIMED
Av. Benjamin Constant no 1058 – Lajeado -RS
1- Características do entorno urbano
O edifício está implantado na região central da cidade de Lajeado. O entorno urbano concentra usos comerciais e de serviços.



vista da fachada 01



vista da fachada 02



vista da fachada 04

2 - Características Gerais

No. total de pavimentos = 08	No. de salas = 41
No. de pavimentos-tipo = 05	No. total de salas nos pavimentos tipo = 25
No. de salas por pavimento tipo = 05	No. de salas vazias = 04
No. de escritórios = 06	No. de consultórios = 15

3- Tipologia arquitetônica

Planta e Orientação do pavimento tipo

Formato em planta retangular – 38,00x11,20
Orientação da Fachada Principal – Norte

4- Características Construtivas Gerais

Estrutura	Concreto armado
Lajes	Lajes maciças de concreto com espessura total de 15cm Laje dos pavimentos tipo: maciça com espessura de 15cm. Na superfície de piso, foi feita a regularização para aplicação de piso. No interior das salas os materiais de acabamento são variados. Na superfície da laje que corresponde aos forros foi feita a aplicação de massa acrílica e pintura sobre o reboco da laje.

	Laje de cobertura: maciça com aplicação de manta asfáltica e camada de argamassa para proteção.
Paredes externas	Tijolo cerâmico maciço com espessura final de 25cm.
Paredes internas	Tijolo cerâmico maciço com espessura final de 15cm.
Revestimento	Reboco e aplicação de tinta na cor amarelo e verde.
Esquadrias	Esquadrias de alumínio com vidro transparente de 3mm
Protetores solar (brises)	Não possui

Projetista:	Construtor: dados não obtidos
Número total de pavimentos: 08	Ano de início de ocupação: 1982
	Área total do edifício (m ²): 4.606,02
Quant. Pav. Tipo: 05	Pé-direito (m): 3,20
	Área de cada pavimento (m ²): 473,89
Número de escritórios por pavimento: 05	Área média de cada escritório (m ²): 58,39

Fachada 1			
Largura (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Cor
38,00	22,40	851,20	Amarelo / verde
Fachada 2			
11,20 e 14,20	22,40 e 5,10	323,30	Amarelo / verde
Fachada 3			
38,00	22,40	851,20	Amarelo / verde
Fachada 4			
11,20 e 14,20	22,40 e 5,10	323,30	Amarelo / verde

JANELA 1			
Área de janela (m ²)	Área de vidro (m ²)	Área de ventilação (m ²)	Tipo de vidro
9,60	8,64	2,88	Incolor 3mm
Sistema de abertura: Maxim-ar			

APÊNDICE B – Gráficos de temperatura interna e externa das cinco tipologias para o período de inverno e verão.

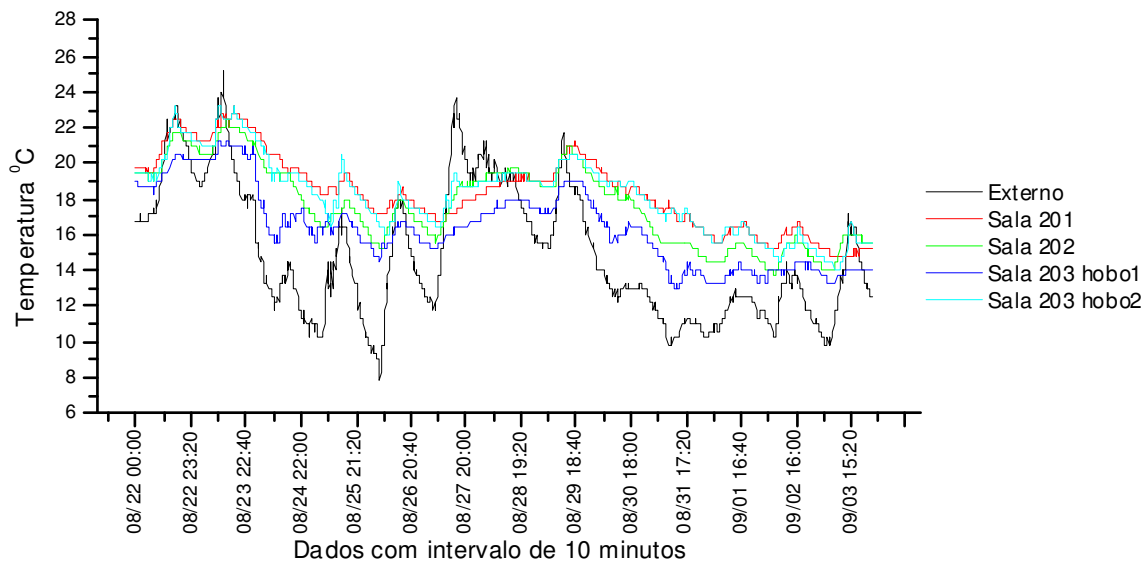


Gráfico 01 – Variação da temperatura do ar para a tipologia A no período de inverno

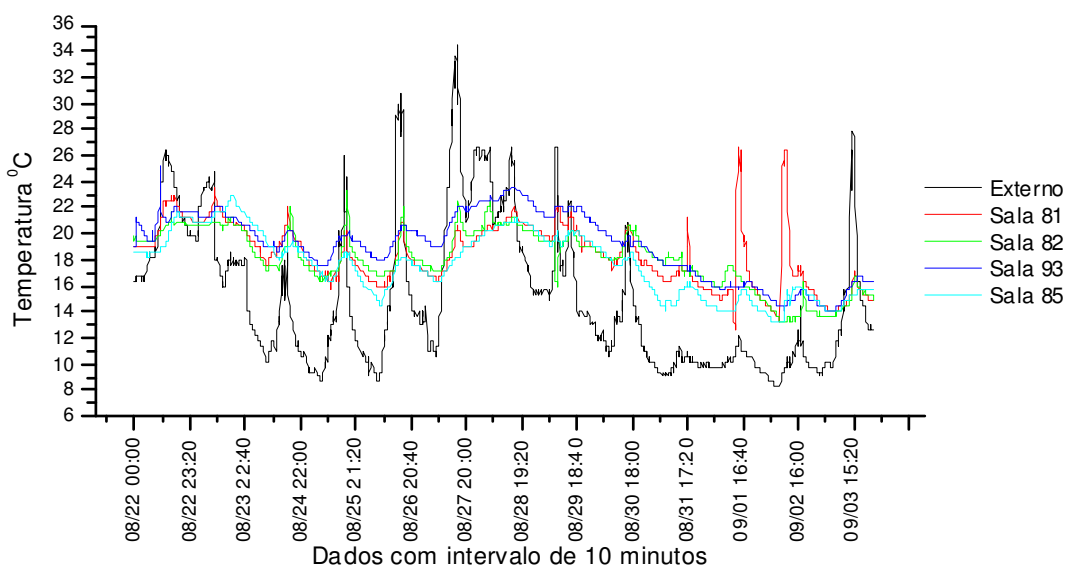


Gráfico 02 – Variação da temperatura do ar para a tipologia B no período de inverno

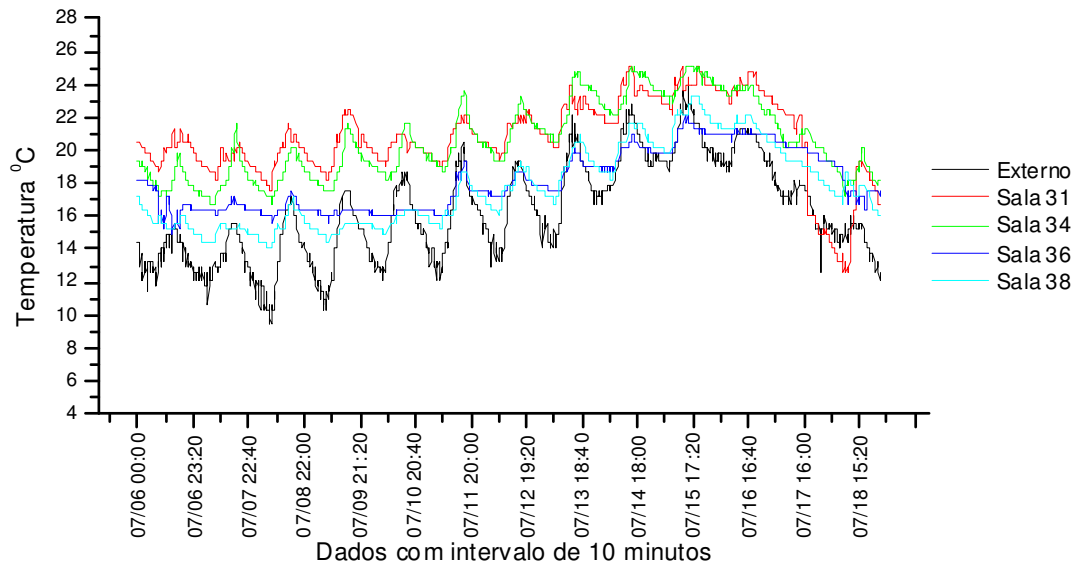


Gráfico 03 – Variação da temperatura do ar para a tipologia C no período de inverno

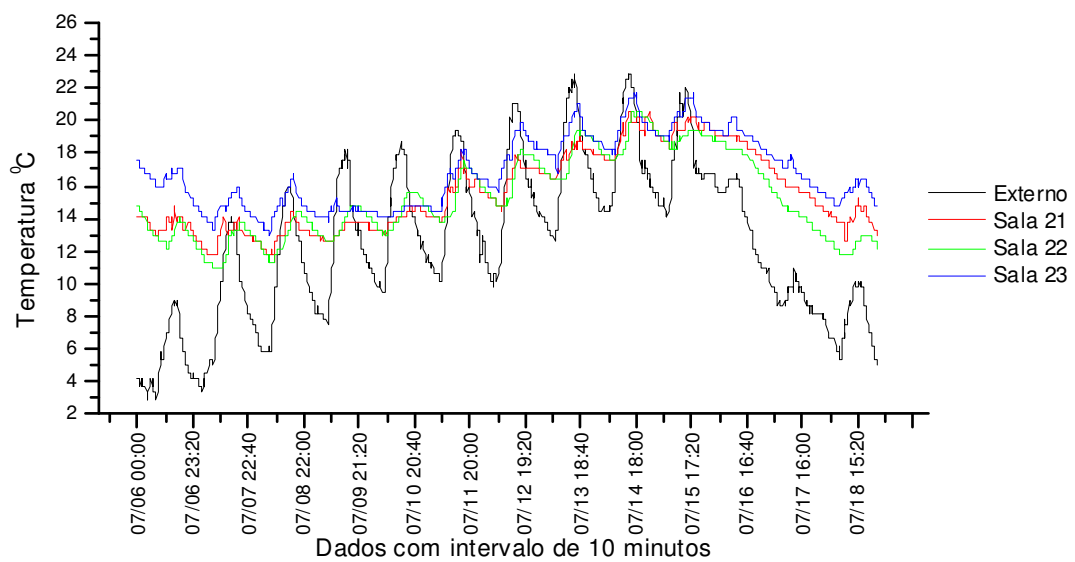


Gráfico 04 – Variação da temperatura do ar para a tipologia D no período de inverno

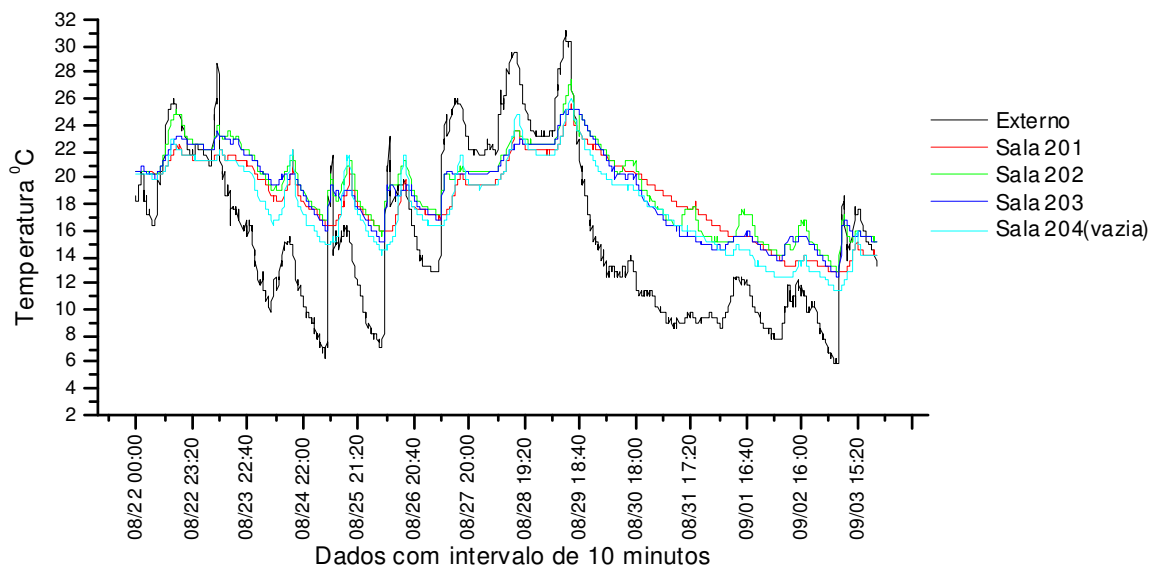


Figura 05 - Variação da temperatura do ar para a tipologia E no período de inverno

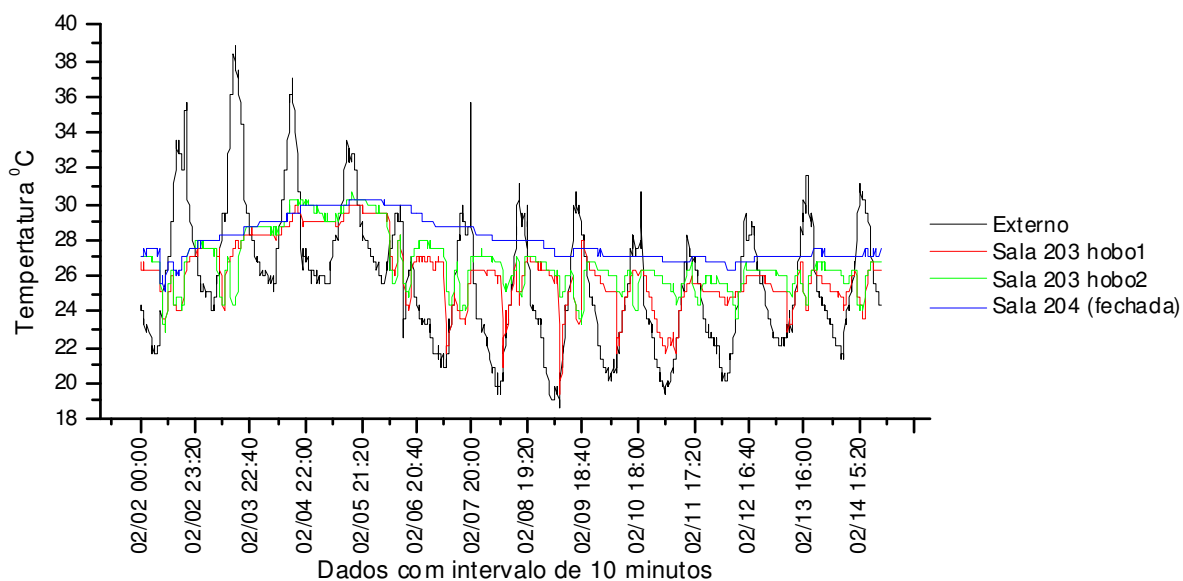


Gráfico 06 – Variação da temperatura do ar para a tipologia A no período de verão

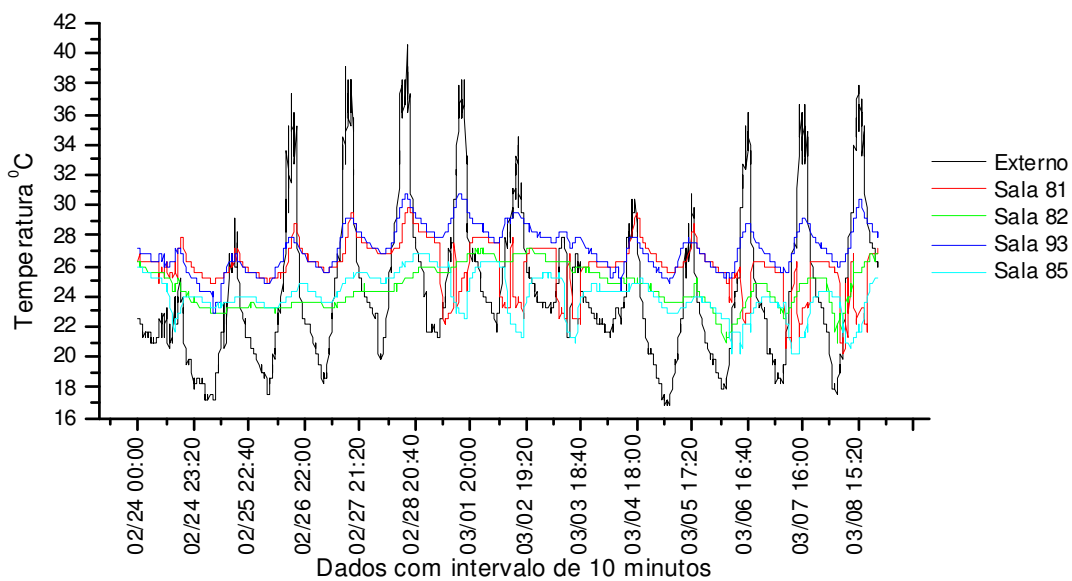


Gráfico 07 – Variação da temperatura do para a tipologia B no período de verão

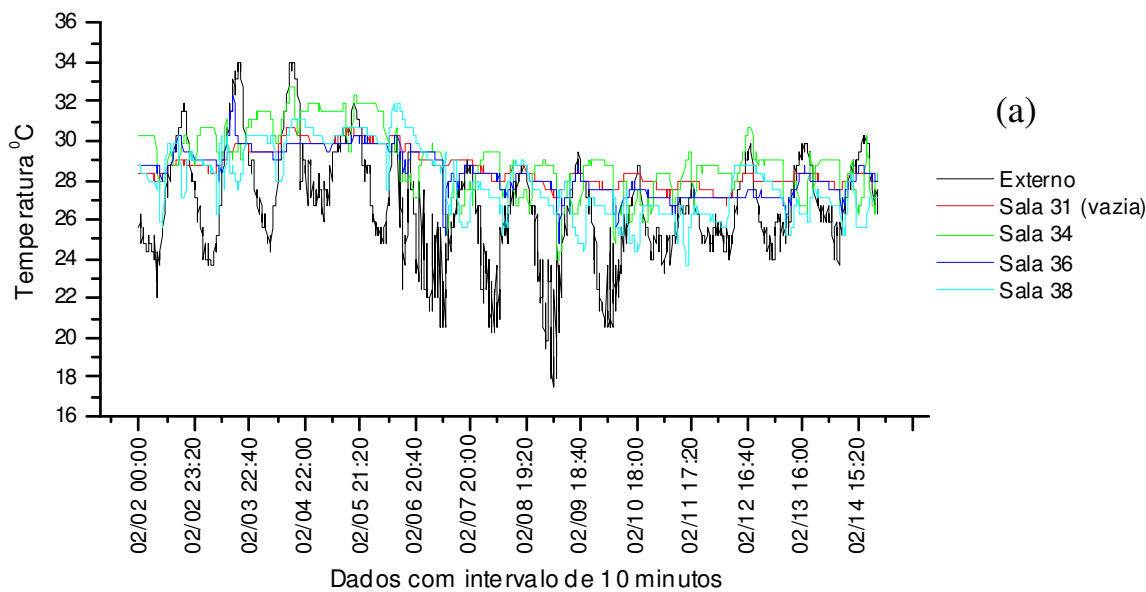


Gráfico 08 - Variação da temperatura do ar para a tipologia C no período de verão

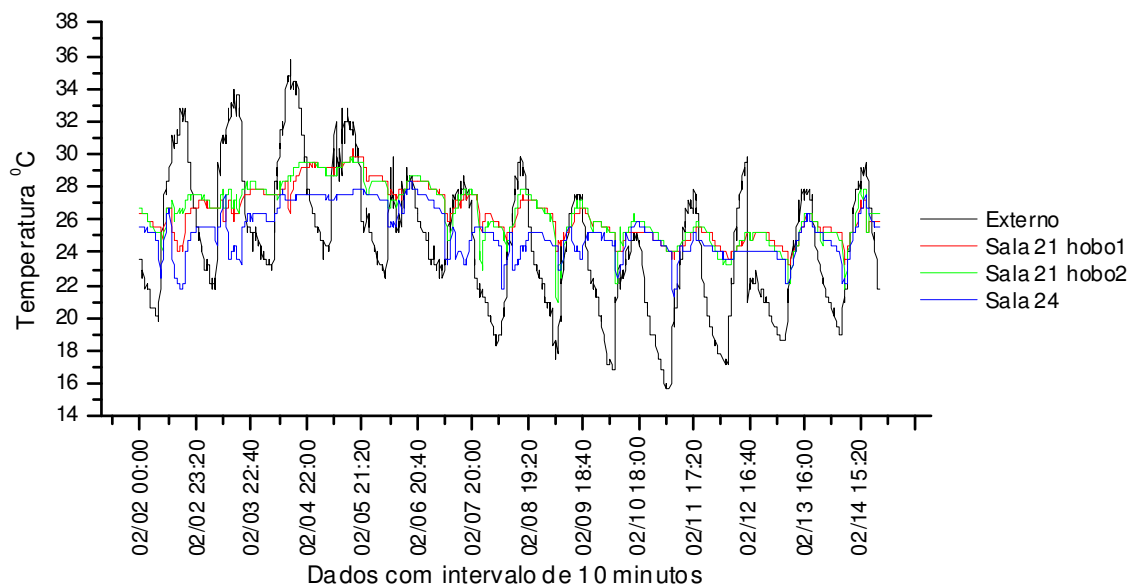


Gráfico 09 – Variação da temperatura do ar para a tipologia D no período de verão

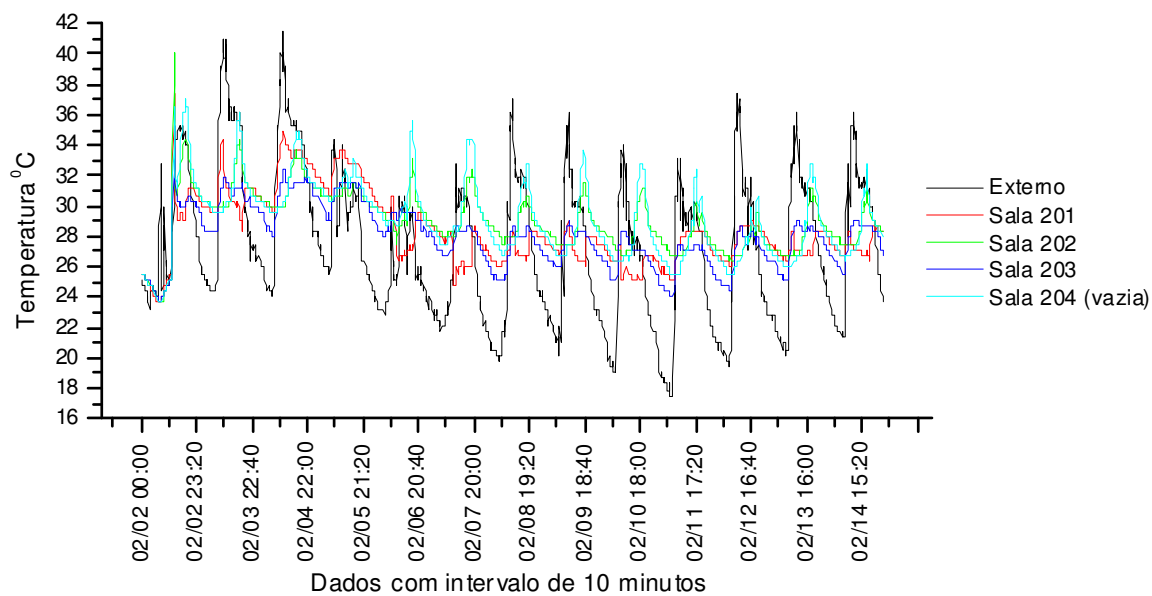


Gráfico 10 – Variação da temperatura do ar para a tipologia E no período de verão

APÊNDICE C – Tabela de amplitude da temperatura para o período de inverno sem uso de ar condicionado.

Salas	Amplitude diária - período de inverno													Média	Amplitude do período
Tipologia A (Firenze)															
Sala201	3,44	1,91	2,67	1,14	1,52	1,14	1,52	2,29	1,91	1,90	1,14	1,53	0,77	1,76	8,39
Sala202	2,67	1,91	3,81	1,52	2,67	3,42	0,77	2,29	2,28	2,29	1,15	2,3	1,91	2,23	8,78
Sala203_hobo1	2,29	1,14	5,33	1,52	2,29	1,53	1,14	1,9	2,66	3,07	1,15	1,15	0,77	2,00	8,4
Sala203_hobo2	4,2	2,29	2,67	4,19	3,04	3,04	0,76	1,91	1,91	1,52	1,14	1,91	2,67	2,40	9,15
Externo	6,48	7,65	7,29	7,31	10,07	11,86	4,95	6,48	3,84	3,11	2,72	4,26	7,32	6,41	17,34
Média das salas														2,10	8,68
Tipologia B (Rio da Prata)															
Sala81	3,82	3,82	4,57	4,57	4,95	4,19	2,67	3,43	3,43					3,94	8,01
Sala82	2,29	1,91	4,95	6,86	5,33	6,34	2,29	4,19	2,67	1,9	2,29	3,06	3,06	3,55	9,92
Sala93	6,13	1,52	1,91	2,67	2,67	3,05	1,54	1,15	2,29	2,66	0,76	1,53	2,67	2,35	11,08
Sala85	3,43	1,91	3,43	2,28	3,81	3,04	1,91	1,53	3,04	2,29	1,53	2,68	1,53	2,49	9,54
Externo	9,96	10,32	8,45	17,32	22,08	23,83	11,11	13,03	10,35	2,35	2,34	6,24	18,88	12,02	26,2
Média das salas														3,08	9,64
Tipologia C (Gold Center)															
Sala31	2,67	2,29	4,19	4,2	1,91	3,05	3,06	3,82	3,46	3,08	1,93			3,06	7,65
Sala34	2,67	4,95	3,43	4,19	3,43	4,97	3,82	4,22	3,08	2,31	1,92	2,29	3,05	3,41	8,41
Sala36	3,43	1,14	1,9	0,76	0,38	3,42	1,52	2,67	2,29	2,28	0,76	1,53	3,04	1,93	7,24
Sala38	2,29	1,15	3,05	1,15	1,53	3,43	3,42	4,19	3,43	3,43	1,14	2,67	2,66	2,58	9,15
Externo	4,24	5,02	7,72	7,31	6,5	8,41	6,49	8	6,1	5,35	2,67	7,26	3,84	6,07	14,59
Média das salas														2,75	8,11
Tipologia D (Lenda da Panelinha)															
Sala21	1,92	2,32	3,09	1,15	1,92	4,58	3,43	2,66	3,05	1,91	2,29	2,67	2,68	2,59	9,19
Sala22	2,69	2,71	3,09	2,3	2,69	3,82	3,43	3,04	3,05	1,53	2,66	3,45	1,16	2,74	9,58
Sala23	2,67	2,68	3,83	1,53	0,76	3,81	4,19	4,19	3,81	3,05	1,91	2,66	1,53	2,82	8,78
Externo	6,14	10,78	10,19	10,85	3,13	9,21	11,13	10,31	8,39	8	5,77	2,76	5,22	7,84	19,97
Média das salas														2,72	9,18
Tipologia E (Panorama)															
Sala201	2,29	1,14	4,19	4,57	3,81	3,43	4,21	3,85	3,06	2,28	2,29	1,15	2,3	2,97	12,63
Sala202	4,98	2,3	3,05	4,57	5,71	3,81	3,06	5,04	4,58	3,04	2,67	2,67	4,21	3,82	14,59
Sala203	3,43	1,92	3,43	3,42	4,19	3,81	2,67	2,69	5,34	3,05	1,53	1,92	4,21	3,20	12,62
Sala204	3,05	1,52	5,71	6,86	7,62	5,33	5,75	4,24	3,81	2,67	1,91	1,54	4,62	4,20	14,57
Externo	9,57	13,08	6,96	15,49	16,21	13,02	7,79	15,12	5,01	2,75	3,92	4,33	12,85	9,70	25,31
Média das salas														3,55	13,6

APÊNDICE D – Tabela de amplitude da temperatura para o período de verão sem uso de ar condicionado.

Salas	Amplitude diária - período de verão													Média	Amplitude do período	
Tipologia A (Firenze)																
Sala203_hobo1	4,66	4,69	1,99	1,2											3,14	7,04
Sala 203_hobo2	5,05	4,3	2	1,61											3,24	7,85
Sala 204	2,35	1,18	1,2	0,41	1,21	0,79	0,4	0,79	0,4	0,39	0,78	0,4	0,4		0,82	3,97
Externo	13,99	14,76	11,83	8,03	7,42	14,75	11,7	12,05	10,52	8,89	9,31	9,43	9,79		10,96	19,35
Média das salas															2,4	6,29
Tipologia B (Rio da Prata)																
Sala81	3,12	2,33	3,91	3,94	3,17					3,55	3,14				3,31	5,11
Sala82	2,71	0,77	0,77	1,55	1,55	1,56	0,78	1,17	1,16	1,54	3,84	2,69	5,78		1,99	6,17
Sala93	1,95	3,87	3,12	3,54	3,98	2,8	1,98	1,58	3,51	3,12	3,53	3,54	4,36		3,14	7,85
Sala85	4,24	1,55	1,93	1,94	1,94				0,77	1,54	3,82				2,22	6,54
Externo	7,27	11,96	19,92	20,94	20,78	16,99	12,72	6,58	10,12	13,95	16,95	18,29	20,36		15,14	23,83
Média das salas															2,8	6,42
Tipologia C (Gold Center)																
Sala31	1,19	1,59	1,21	0,81	1,21	0,79	0,79	1,19	0,79	0,79	1,58	0,4	0,79		1,01	3,98
Sala34	2,79	2,02	2,86	2,84	4,81	4,73	3,16	5,09	4,31	3,16	3,19	3,94	3,97		3,61	8,75
Sala36	2,4	4,43	0,8	0,81	2	4,33	1,19	3,91	2,35	1,18	0,4	3,14	2,36		2,25	7,55
Sala38	4,75	3,97	3,21	0,81	4,41	3,94	3,93	3,51	3,12	3,1	3,14	2,74	3,14		3,37	8,3
Externo	9,84	10,38	9,61	5,98	7,83	8,53	8,51	11,98	8,13	4,67	5,89	5,89	6,68		7,99	16,49
Média das salas															2,56	7,15
Tipologia D (Lenda da Panelinha)																
Sala21_hobo1	2,72	1,96	3,16	2	1,58	3,14	2,73	2,72	1,94	1,93	1,54	3,1	3,88		2,49	7,07
Sala21_hobo2	3,51	1,97	2,38	2,38	1,97	5,45	5,05	6,17	4,25	1,94	1,93	4,25	6,2		3,65	8,95
Sala24	5,02	4,28	1,96	0,79	2,75	4,28	3,46	2,7	3,47	3,84	0,77	4,25	5,43		3,31	6,98
Externo	12,95	12,3	12,84	9,13	7,42	7,37	11,62	10	8,41	12,29	12,76	9,25	10,46		10,52	20,08
Média das salas															3,15	7,67
Tipologia E (Panorama)																
Sala201		6,12	5,35	2,88	4,78	4,31	2,36	3,15	2,35	3,14	3,15	1,97	2,36		3,49	10,06
Sala202		4,53	3,69	1,21	5,65	4,43	3,19	4	4,39	3,58	3,16	4,78	3,6		3,85	8,09
Sala203		3,62	4,43	2,42	1,99	1,97	3,53	3,15	3,14	3,51	4,3	3,93	3,54		3,29	8,33
Sala204		6,63	5,35	2,86	7	6,91	6,03	6,86	6,42	6,78	5,15	6,81	6,42		6,10	10,57
Externo		16,65	17,51	9,26	7,85	11,05	17,19	15,94	14,97	15,65	18,02	15,94	14,8		14,57	23,53
Média das salas															4,19	9,26

APÊNDICE E – Tabela de amortecimento térmico das salas para o período de inverno sem uso de ar condicionado.

Salas	Amortecimento período de inverno													Média	Período
Tipologia A (Firenze)															
Sala 201	47%	75%	63%	84%	85%	90%	69%	65%	50%	39%	58%	64%	89%	72%	52%
Sala 202	59%	75%	48%	79%	73%	71%	84%	65%	41%	26%	58%	46%	74%	65%	49%
Sala 203 hobo1	65%	85%	27%	79%	77%	87%	77%	71%	31%	1%	58%	73%	89%	69%	52%
Sala 203 hobo2	35%	70%	63%	43%	70%	74%	85%	71%	50%	51%	58%	55%	64%	63%	47%
Média das salas														67%	50%
Tipologia B (Rio da Prata)															
Sala 81	62%	63%	46%	74%	78%	82%	76%	74%	67%					67%	69%
Sala 82	77%	81%	41%	60%	76%	78%	79%	68%	74%	19%	2%	51%	84%	70%	62%
Sala 93	38%	85%	77%	85%	88%	87%	86%	91%	78%	-13%	68%	75%	86%	80%	58%
Sala 85	66%	81%	59%	87%	83%	87%	83%	88%	71%	3%	35%	57%	92%	79%	64%
Média das salas														74%	63%
Tipologia C (Gold Center)															
Sala 31	37%	54%	46%	43%	71%	64%	53%	52%	43%	42%	28%			50%	47%
Sala 34	37%	1%	56%	43%	47%	41%	41%	47%	50%	57%	28%	68%	21%	44%	42%
Sala 36	19%	77%	75%	90%	94%	59%	77%	67%	62%	57%	72%	79%	21%	68%	50%
Sala 38	46%	77%	60%	84%	76%	59%	47%	48%	44%	36%	57%	63%	31%	57%	37%
Média das salas														55%	44%
Tipologia D (Lenda da Panelinha)															
Sala 21	69%	78%	70%	89%	39%	50%	69%	74%	64%	76%	60%	3%	49%	67%	54%
Sala 22	56%	75%	70%	79%	14%	59%	69%	71%	64%	81%	54%	-25%	78%	65%	52%
Sala 23	57%	75%	62%	86%	76%	59%	62%	59%	55%	62%	67%	4%	71%	64%	56%
Média das salas														65%	54%
Tipologia E (Panorama)															
Sala 201	76%	91%	40%	70%	76%	74%	46%	75%	39%	17%	42%	73%	82%	69%	50%
Sala 202	48%	82%	56%	70%	65%	71%	61%	67%	9%	-11%	32%	38%	67%	61%	42%
Sala 203	64%	85%	51%	78%	74%	71%	66%	82%	-7%	-11%	61%	56%	67%	67%	50%
Sala 204	68%	88%	18%	56%	53%	59%	26%	72%	24%	3%	51%	64%	64%	57%	42%
Média das salas														63%	46%

APÊNDICE F – Tabela de amortecimento térmico das salas para o período de verão sem uso de ar condicionado.

Salas	Amortecimento período de verão														Média	Período		
Tipologia A (Firenze)																		
Sala 203 hobo1	67%	68%	83%	85%											71%	64%		
Sala 203 hobo2	64%	71%	83%	80%											70%	59%		
Sala 204	83%	92%	90%	95%	84%	95%	97%	93%	96%	96%	92%	96%	96%	93%	79%			
Média das salas															78%	67%		
Tipologia B (Rio da Prata)																		
Sala 81	57%	81%	80%	81%	85%	65%	77%	77%							78%	79%		
Sala 82	63%	94%	96%	93%	93%	91%	94%	82%	89%	89%	79%	85%	72%	87%	74%			
Sala 93	73%	68%	84%	83%	81%	84%	84%	76%	65%	78%	81%	81%	79%	79%	67%			
Sala 85	42%	87%	90%	91%	91%							92%	89%	79%	77%	77%	85%	73%
Média das salas															82%	73%		
Tipologia C (Gold Center)																		
Sala 31	88%	85%	87%	86%	85%	91%	91%	90%	90%	83%	73%	93%	88%	87%	76%			
Sala 34	72%	81%	70%	53%	39%	45%	63%	58%	47%	32%	46%	33%	41%	55%	47%			
Sala 36	76%	57%	92%	86%	74%	49%	86%	67%	71%	75%	93%	47%	65%	72%	54%			
Sala 38	52%	62%	67%	86%	44%	54%	54%	71%	62%	34%	47%	53%	53%	58%	50%			
Média das salas															68%	57%		
Tipologia D (Lenda da Panelinha)																		
Sala 21 hobo 1	79%	84%	75%	78%	79%	57%	77%	73%	77%	84%	88%	66%	63%	76%	65%			
Sala 21 hobo2	73%	84%	81%	74%	73%	26%	57%	38%	49%	84%	85%	54%	41%	65%	55%			
Sala 24	61%	65%	85%	91%	63%	42%	70%	73%	59%	69%	94%	54%	48%	68%	65%			
Média das salas															70%	62%		
Tipologia E (Panorama)																		
Sala 201	63%	69%	69%	39%	61%	86%	80%	84%	80%	83%	88%	84%	76%	57%				
Sala 202	73%	79%	87%	28%	60%	81%	75%	71%	77%	82%	70%	76%	73%	66%				
Sala 203	78%	75%	74%	75%	82%	79%	80%	79%	78%	76%	75%	76%	77%	65%				
Sala 204	60%	69%	69%	11%	37%	65%	57%	57%	57%	71%	57%	57%	58%	55%				
Média das salas															71%	61%		

APÊNDICE G – Tabela de cálculo da capacidade térmica das cinco tipologias.

TIPOLOGIA A	Materiais	Quantidade (m²)	C_T (KJ/(m².K))	Total
	Parede de tijolos 6 furos (20cm) externa	187,9	202	37955,8
	Parede de tijolos 6 furos (20cm) interna	86,84	202	17541,68
	Laje de concreto maciça (10cm)	282,00	240	67680
	Contrapiso (5cm)	282,00	100	28200
	Total			151377,48
Capacidade térmica do sistema construtivo		536,80		
TIPOLOGIA B	Materiais	Quantidade (m²)	C_T (KJ/(m².K))	Total
	Parede de tijolos 6 furos (20cm) externa	166,8	202	33693,6
	Parede de tijolos 4 furos (15cm) interna	149,72	186	27847,92
	Laje pré-moldada (12cm)	233,00	95	22135
	Contrapiso (5cm)	233,00	100	23300
	Total			106976,52
Capacidade térmica do sistema construtivo		459,13		
TIPOLOGIA C	Materiais	Quantidade (m²)	C_T (KJ/(m².K))	Total
	Parede de tijolos 6 furos (20cm) externa	269,28	202	54394,56
	Parede de tijolos 6 furos (20cm) interna	482,11	202	97386,22
	Laje concreto maciça (10cm)	591,60	240	141984
	Contrapiso (5cm)	591,60	100	59160
	Total			352924,78
Capacidade térmica do sistema construtivo		596,56		
TIPOLOGIA D	Materiais	Quantidade (m²)	C_T (KJ/(m².K))	Total
	Parede de tijolos 6 furos (15cm) externa	247,45	168	41571,6
	Parede de tijolos 6 furos (15cm) interna	177,84	168	29877,12
	Laje pré-moldada (12cm)	254,12	95	24141,4
	Contrapiso (5cm)	254,12	100	25412
	Total			121002,12
Capacidade térmica do sistema construtivo		476,16		
TIPOLOGIA E	Materiais	Quantidade (m²)	C_T (KJ/(m².K))	Total
	Parede de tijolos 6 furos (20cm) externa	176,76	202	35705,52
	Parede de tijolos 6 furos (20cm) interna	141,43	202	28568,86
	Laje pré-moldada (12cm)	208,72	95	19828,4
	Contrapiso (5cm)	208,72	100	20872
	Total			104974,78
Capacidade térmica do sistema construtivo		502,95		