



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

LEANDRA BEGGIATO PORTO DO NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS CONSTRUTIVAS E DE USO  
DE EQUIPAMENTOS E OCUPAÇÃO NO CONSUMO DE  
ENERGIA EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIO LOCALIZADOS  
EM LONDRINA-PR**

---

Londrina  
2009

LEANDRA BEGGIATO PORTO DO NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS CONSTRUTIVAS E DE USO  
DE EQUIPAMENTOS E OCUPAÇÃO NO CONSUMO DE  
ENERGIA EM EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIO LOCALIZADOS  
EM LONDRINA-PR**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina, para obtenção de título de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Miriam Jerônimo Barbosa.

Londrina  
2009

**Catálogo na publicação elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina.**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

N244i Nascimento, Leandra Beggiato Porto do.  
Influência de variáveis construtivas e de uso de equipamentos e ocupação no consumo de energia em edifícios de escritório localizados em Londrina-PR / Leandra Beggiato Porto do Nascimento. – Londrina, 2009.  
243 f. : il.

Orientador: Miriam Jerônimo Barbosa.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, 2009.

Inclui bibliografia.

1. Edifícios comerciais – Consumo de energia – Teses. 2. Equilíbrio térmico (Engenharia) – Métodos de simulação – Teses. I. Barbosa, Miriam Jerônimo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. III. Título.

CDU 725.2:697

LEANDRA BEGGIATO PORTO DO NASCIMENTO

**INFLUÊNCIA DE VARIÁVEIS CONSTRUTIVAS E DE USO DE  
EQUIPAMENTOS E OCUPAÇÃO NO CONSUMO DE ENERGIA EM  
EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIO LOCALIZADOS EM LONDRINA-PR**

Dissertação submetida ao Curso de Pós-Graduação  
em Engenharia de Edificações e Saneamento da  
Universidade Estadual de Londrina, para obtenção  
de título de Mestre em Engenharia Civil.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profª. Drª. Miriam Jerônimo Barbosa -  
Orientadora  
Universidade Estadual de Londrina

---

Prof.Dr. Enedir Ghisi  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Profª. Drª. Ana Virgínia Carvalhaes de Faria  
Sampaio  
Universidade Estadual de Londrina

Londrina, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009.

*Dedico este trabalho  
ao meu esposo, Thiago.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por permitir chegar ao final desta caminhada.

Ao meu querido esposo, Thiago, pelo apoio incondicional e suporte em todas as etapas desse curso e de nossas vidas.

Aos meus pais, Jalde e Sonia, por serem meus primeiros e mais importantes professores. E as minhas irmãs, Alessandra e Andreza, pelas palavras de incentivo e carinho.

A minha orientadora, Professora Miriam, e aos demais docentes do curso, pelos ensinamentos transmitidos ao longo desses últimos dois anos.

Aos alunos de Iniciação de Científica que colaboraram com levantamento de dados da primeira etapa desse trabalho.

Aos colegas de turma, Alessandro, Danilo, Felipe, Leila e Márcia pela troca de experiências e de conhecimento. A amiga Renata, pela paciência e pelo carinho, sempre. E um agradecimento especial a amiga Maria Alessandra, pela ajuda e por todas as discussões que ajudaram a realizar este trabalho.

NASCIMENTO, Leandra Beggiato Porto do. **Influência de variáveis construtivas e de uso de equipamentos e ocupação no consumo de energia em edifícios de escritório localizados em Londrina-PR.** 2009.243f Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR.

## RESUMO

Este trabalho consiste em uma análise do impacto de variáveis construtivas e de uso de equipamentos e ocupação no consumo de energia em edifícios de escritórios localizados em Londrina – PR. A pesquisa foi dividida em duas partes: caracterização da tipologia construtiva de edifícios de escritório e simulações térmicas e energéticas através do *software EnergyPlus 2.2.0*. Na primeira parte foi realizado um levantamento que registrou características externas e o padrão de ocupação dos edifícios de escritórios em Londrina. O objetivo do levantamento foi verificar parâmetros relevantes para caracterização da tipologia construtiva, fornecendo dados necessários para simulações de desempenho térmico e energético de edificações a serem realizadas na etapa seguinte. Dos 54 edifícios analisados, dois foram selecionados por apresentarem as características determinadas como de maior representatividade. Quanto à atividade profissional verificada nas salas comerciais dos edifícios estudados, a maior parte das salas visitadas, cerca de 20% é utilizada por escritórios de advocacia. O objetivo da segunda etapa deste trabalho foi verificar o impacto de determinadas variáveis construtivas (proporção da forma da planta, absorvância térmica das paredes externas, transmitância térmica das paredes externas, porcentagem de área de janela na fachada, tipo de vidro e proteção solar) e de variáveis de uso e ocupação (número de ocupantes, carga interna de iluminação e carga interna de equipamentos) no consumo de energia de salas em edifícios de escritórios. Como caso base foi selecionada uma sala comercial ocupada por um escritório de advocacia, em um dos edifícios determinados na etapa anterior, e transformada em um modelo virtual através do *software EnergyPlus 2.2.0*. O caso base foi inicialmente simulado para a orientação solar sudoeste (orientação original) e calibrado. Durante a etapa de calibração do modelo, verificou-se um problema no arquivo climático da cidade de Londrina, tornando necessário substituí-lo por um arquivo correto e já testado de uma cidade com características físicas e climáticas similares. O arquivo climático foi substituído para a cidade de São Paulo e o modelo foi novamente calibrado. Ao verificar coerência de valores, foram criados mais três modelos, para as demais orientações solares, constituindo os quatro casos base. Em seguida, foram simuladas individualmente as alterações das variáveis construtivas e das variáveis de uso e ocupação, para cada orientação solar. Os resultados demonstraram que as variáveis de uso e ocupação influenciam em mais de 30% no consumo de energia de uma sala de edifício de escritório, enquanto as variáveis construtivas influenciam em 13%. Das variáveis de uso e ocupação foram a carga interna de iluminação e de equipamentos que apresentaram maior impacto tanto na redução quanto no aumento do consumo de energia. Para as variáveis construtivas, o tipo de vidro (refletivo 8mm) foi a variável que mais influenciou para redução do consumo de energia e a porcentagem de área de janela em relação a fachada de 40% que mais influenciou para o aumento.

**Palavras-chave:** Caracterização de tipologia construtiva de edifícios de escritórios. Eficiência energética. consumo de energia; simulação térmica. Edifícios comerciais.

NASCIMENTO, Leandra Beggiato Porto do. **Influence of constructive and occupational parameters in energy consumption in office buildings.** 2009.243f Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento). Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR.

## ABSTRACT

This work consists of an analysis of the impact of architectural and occupational parameters in the energy consumption of office buildings in Londrina – PR. The research was divided in two parts: characterization of the constructive typology of office buildings and thermal and energetic simulations using the software EnergyPlus 2.2.0. In the first part a survey registered the external characteristics and occupation pattern of office building in Londrina. The purpose is to gather important parameters to characterize the constructive typologies in this city, supplying data base for simulations of thermal and energy performance for the second part. Two out of the 54 buildings analysed were selected presenting the defined characteristics considered representative. Regarding the activity that takes place in all the offices studied, 20% is law firms. The objective of the second part of the study was to verify the impact of architectural parameters (floor plan proportion, thermal transmittance and absorptance of external walls, window to wall ratio, type of glass and shadowing of the windows) and occupational parameters (occupancy, internal load density of equipment and lightning) in the energy consumption of offices buildings. A law firm from one of the typical buildings was chosen to be used as a model for simulation using the software EnergyPlus 2.2.0. The model was initially simulated for the southwest orientation (the original orientation of the real office) and calibrated. During this process a problem was verified in the weather data file of Londrina, requiring it to be substituted by another tested file from a city with similar physical and climate characteristics. Londrina's weather file was substituted by São Paulo's file and the model was calibrated again. By verifying the coherency of values, three more models were created, for the other solar orientations, completing the four reference models. The models were simulated changing individually the architectural and occupational parameters for each solar orientation. The results demonstrate that occupational parameters influence in over 30% the energy consumption in office buildings while architectural parameters influence in 13%. Considering the occupational parameters, internal load density of equipment and lightning represent the biggest impact not only for reduction but also for increase of the energy consumption. Considering the architectural parameters, the type of glass was the parameter that presented more influence in the reduction of the energy consumption and window to wall ratio (40%) was the parameter that presented more influence in the increase of energy consumption.

**Key-words:** Characterization of constructive typology of office buildings. Energy efficiency, energy consumption. Thermal simulation. Office buildings.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1-</b>	Gráfico do consumo energético por setor, em TWh por ano (Fonte: MME, 2007). .....	22
<b>Figura 2 -</b>	Zoneamento bioclimático brasileiro (Fonte: NBR 15220-3, 2005).....	27
<b>Figura 3-</b>	Esquema de carga térmica em escritório (Fonte: Lamberts, 1997) .....	39
<b>Figura 4-</b>	Exemplo da planilha emitida pelo <i>EnergyPlus</i> .....	49
<b>Figura 5-</b>	Fotografia de edifícios de 5, 9 e 25 pavimentos-tipo. ....	65
<b>Figura 6-</b>	Fotografia de edifício com quatro salas por pavimento-tipo.....	66
<b>Figura 7-</b>	Fotografias de edifícios com planta quadrada, retangular e irregular. ....	67
<b>Figura 8-</b>	Fotografias de edifícios de até 50m <sup>2</sup> , de 50-100m <sup>2</sup> e mais de 100m <sup>2</sup> .....	68
<b>Figura 9-</b>	Fotografias de edifícios de absorvância 0,2; 0,4 e 0,8.....	69
<b>Figura 10-</b>	Fotografia de edifício de WWR de 21 a 40%.....	71
<b>Figura 11-</b>	Fotografia de edifício com vidro incolor.....	72
<b>Figura 12-</b>	Fotografias de edifícios com <i>brises</i> e com recuo de esquadria. ....	73
<b>Figura 13-</b>	Fotografia de edifício com empena cega.....	74
<b>Figura 14-</b>	Mapa da região central da cidade de Londrina, indicando localização dos 54 edifícios analisados.....	76
<b>Figura 15-</b>	Fotografia do Edifício Comercial Ouro Verde e do Comercial Maranhão. ....	78
<b>Figura 16-</b>	Esquema de materiais das paredes externas e internas e das lajes. ....	80
<b>Figura 17-</b>	Planta e cortes esquemáticos do modelo. ....	81
<b>Figura 18-</b>	Detalhamento das esquadrias. ....	82
<b>Figura 19-</b>	Esquema de iluminação existente.....	84
<b>Figura 20-</b>	Carta bioclimática.....	88
<b>Figura 21-</b>	Carta bioclimática da cidade de Londrina. ....	89
<b>Figura 22-</b>	Cartas bioclimáticas de Porto Alegre e Curitiba, respectivamente (Fonte: Lamberts et al, 1997).....	90
<b>Figura 23-</b>	Carta bioclimática de Florianópolis (Fonte: Lamberts et al, 1997).....	91
<b>Figura 24-</b>	Carta bioclimática de Brasília (Fonte: Lamberts et al, 1997).....	91
<b>Figura 25-</b>	Carta bioclimática de São Paulo (Fonte: Lamberts et al, 1997). ....	92
<b>Figura 26-</b>	Fotografia da cidade de Londrina (Fonte: site wikipédia.org) .....	93
<b>Figura 27-</b>	Gráfico de temperaturas do ambiente externo, nos dias típicos de projeto de verão e de inverno, para Londrina e São Paulo. ....	94

<b>Figura 28-</b>	Fotografia da cidade de São Paulo (Fonte: site wikipédia.org).....	96
<b>Figura 29-</b>	Perspectiva dos Casos Base com diferentes orientações solares.....	96
<b>Figura 30-</b>	Perspectiva proporções de planta: caso base (1:2), quadrada (1:1) e retangular (2:1). .....	99
<b>Figura 31-</b>	Perspectiva do modelo criado com proteção solar de 50cm.....	107
<b>Figura 32-</b>	Gráfico do consumo de energia por variável, em kWh por ano. ....	115
<b>Figura 33-</b>	Gráfico do consumo de energia por variável, em porcentagem. ....	116
<b>Figura 34-</b>	Gráfico do consumo de energia Caso Base e Modelos Menor e Maior Consumo, em KWh. ....	117

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b>	Consumo energético por setor, em 2007 (Fonte: BRASIL MME, 2007). .....	23
<b>Tabela 2-</b>	Consumo energético do setor de produção, em 2007 (Fonte: BRASIL MME, 2007). .....	23
<b>Tabela 3-</b>	Transmitância térmica e SHGC por tipo de vidro. ....	34
<b>Tabela 4-</b>	Valores das variáveis construtivas para simulação. ....	58
<b>Tabela 5-</b>	Valores das variáveis de uso e ocupação para simulação – Caso Base. ....	60
<b>Tabela 6-</b>	Padrão de cargas e de uso dos equipamentos. ....	60
<b>Tabela 7-</b>	Padrão de cargas e de uso dos equipamentos. ....	61
<b>Tabela 8-</b>	Exemplo da planilha para análise dos resultados das simulações. ....	61
<b>Tabela 9-</b>	Relação quantidade de edifícios por década. ....	64
<b>Tabela 10-</b>	Relação quantidade de edifícios por número de pavimentos-tipo. ....	64
<b>Tabela 11-</b>	Relação número de salas por pavimento-tipo. ....	66
<b>Tabela 12-</b>	Relação quantidade de edifícios por forma da planta. ....	67
<b>Tabela 13-</b>	Relação quantidade de edifícios por tamanho de sala. ....	68
<b>Tabela 14-</b>	Relação de valor de absorvância por cor da fachada. ....	69
<b>Tabela 15-</b>	Relação absorvância por fachada nos 54 edifícios. ....	69
<b>Tabela 16-</b>	Relação porcentagem de janela na fachada. ....	70
<b>Tabela 17-</b>	Relação cor do vidro por fachada. ....	71
<b>Tabela 18-</b>	Relação proteção solar por fachada. ....	73
<b>Tabela 19-</b>	Relação de edifícios com empena cega. ....	74
<b>Tabela 20-</b>	Relação das atividades. ....	75
<b>Tabela 21-</b>	Relação das atividades por região. ....	77
<b>Tabela 22-</b>	Classificação para determinação do caso base. ....	78
<b>Tabela 23-</b>	Esquema dos materiais que compõe cada elemento do modelo. ....	80
<b>Tabela 24-</b>	Especificação das características físicas dos materiais utilizados no modelo. ....	81
<b>Tabela 25-</b>	Especificação das potências de cada equipamento, para simulação. ....	83
<b>Tabela 26-</b>	Especificação schedules de ocupação e uso de equipamentos e iluminação, por hora, para simulação. ....	84

<b>Tabela 27-</b>	Resultado do consumo de energia do caso base – orientação sudoeste, por usos finais, em kWh. ....	85
<b>Tabela 28-</b>	Consumo de energia anual da sala real, ano 2008. ....	86
<b>Tabela 29-</b>	Porcentagem de horas de conforto e desconforto para calor e frio, para Londrina, São Paulo, Florianópolis e Brasília (Fonte: Lamberts et al, 1997). ....	90
<b>Tabela 30-</b>	Dias típicos de projeto, com respectivas umidades e temperaturas máximas. ....	92
<b>Tabela 31-</b>	Temperaturas médias em Londrina (Fonte: Sistema de Monitoramento Agroclimático do Paraná). ....	93
<b>Tabela 32-</b>	Dias típicos de projeto, com respectivas umidades e temperaturas máximas. ....	94
<b>Tabela 33-</b>	Comparação de valores de consumo de energia, em kWh, por absortância, Londrina e São Paulo. ....	96
<b>Tabela 34-</b>	Resultados do consumo de energia do Caso Base por orientação e por usos finais, em kWh. ....	97
<b>Tabela 35-</b>	Resultados do consumo de energia do Caso Base por orientação e por usos finais, em porcentagem. ....	98
<b>Tabela 36-</b>	Consumo energético – alteração forma quadrada, 1:1. ....	100
<b>Tabela 37-</b>	Consumo energético – alteração forma retangular, 2:1. ....	100
<b>Tabela 38-</b>	Resultados do consumo de energia – Absortância 0,2. ....	101
<b>Tabela 39-</b>	Resultados do consumo de energia – Absortância 0,8. ....	101
<b>Tabela 40-</b>	Resultados do consumo de energia – Transmitância 0,98 W/m <sup>2</sup> .K. ....	102
<b>Tabela 41-</b>	Resultados do consumo de energia – Transmitância 5,04 W/m <sup>2</sup> .K. ....	103
<b>Tabela 42-</b>	Resultados do consumo de energia – WWR 10%. ....	104
<b>Tabela 43-</b>	Resultados do consumo de energia – WWR 20%. ....	104
<b>Tabela 44-</b>	Resultados do consumo de energia – WWR 40%. ....	105
<b>Tabela 45-</b>	Resultados do consumo de energia – vidro fumê 3mm. ....	105
<b>Tabela 46-</b>	Resultados do consumo de energia – vidro refletivo 6mm. ....	106
<b>Tabela 47-</b>	Resultados do consumo de energia – Proteção Solar 50cm. ....	107
<b>Tabela 48-</b>	Resultados do consumo de energia – Número de ocupantes 1. ....	108
<b>Tabela 49-</b>	Resultados do consumo de energia – Número de ocupantes 10. ....	109
<b>Tabela 50-</b>	Resultados do consumo de energia – Carga de Iluminação 210W. ....	109
<b>Tabela 51-</b>	Resultados do consumo de energia – Carga de Iluminação 1050W. ....	110

<b>Tabela 52-</b>	Resultados do consumo de energia – Carga de Equipamentos 145W.....	110
<b>Tabela 53-</b>	Resultados do consumo de energia – Carga de Equipamentos 1560W.....	111
<b>Tabela 54-</b>	Variáveis que influenciam na redução e no aumento do consumo de energia. ....	111
<b>Tabela 55-</b>	Resultados do consumo de energia – Modelo de Menor Consumo. ....	113
<b>Tabela 56-</b>	Resultados do consumo de energia – Modelo de Maior Consumo. ....	114
<b>Tabela 57-</b>	Classificação das variáveis de acordo com porcentagem de influência no consumo de energia anual. ....	116
<b>Tabela 58-</b>	Valores considerados nas simulações dos modelos menor consumo e maior consumo. ....	117
<b>Tabela 59-</b>	Variação no consumo de energia para valores de absorvância de 0,2 e 0,9, por cidade .....	121

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1 JUSTIFICATIVA .....	15
1.2 OBJETIVOS .....	16
1.2.1 Objetivo Geral .....	16
1.2.2. Objetivos Específicos .....	16
1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
<b>2.FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	19
2.1 SUSTENTABILIDADE E CONSUMO DE ENERGIA .....	19
2.2 SITUAÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL .....	22
2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, CONFORTO TÉRMICO E DESEMPENHO TÉRMICO .....	24
2.4 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS .....	26
2.5 VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS .....	29
2.5.1 Forma .....	30
2.5.2 Transmitância Térmica .....	30
2.5.3 Absortância da Fachada .....	32
2.5.4 Vidros .....	33
2.5.5 Porcentagem de área de janela na fachada .....	36
2.5.6 Proteção Solar de Aberturas .....	37
2.6 VARIÁVEIS DE USO E OCUPAÇÃO .....	38
2.7 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES .....	40
2.8 CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA .....	46
2.9 FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO .....	48
<b>3 MÉTODOS E MATERIAIS</b> .....	51
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS .....	51
3.1.1 Levantamento de Dados .....	51
3.2 SIMULAÇÃO DO CASO BASE .....	55
3.3 SIMULAÇÃO DAS ALTERAÇÕES: .....	57
3.3.1 Simulação das Alterações das Variáveis Construtivas .....	57

3.3.2 Simulação das Alterações das Variáveis de Uso e Ocupação .....	59
3.3.3 Análise dos Resultados.....	61
<b>4 RESULTADOS</b> .....	<b>63</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA.....	63
4.1.1. Análise por Data .....	63
4.1.2. Análise por Número de Pavimentos-Tipo .....	64
4.1.3 Análise por Salas por Pavimento-Tipo .....	65
4.1.4 Análise por Forma da Planta .....	66
4.1.5 Análise por Área das Salas .....	67
4.1.6 Análise por Cor.....	68
4.1.7 Análise por Porcentagem de Janela na Fachada.....	70
4.1.8 Análise da Cor do Vidro.....	71
4.1.9 Análise da Proteção Solar.....	72
4.1.10 Análise por Empena Cega .....	73
4.1.11 Análise das Atividades .....	75
4.1.12 Análise das Atividades por Região.....	76
4.2 DETERMINAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS.....	77
4.3.1 Materiais .....	79
4.3.2 Esquadrias.....	81
4.3.3 Equipamentos e Esquema de Ocupação .....	82
4.3.4 Sistema de Condicionamento de Ar .....	85
4.4 CALIBRAÇÃO DO CASO BASE.....	85
4.4.1 As cidades de Londrina e São Paulo .....	92
4.5 SIMULAÇÃO DO CASO BASE .....	96
4.6 SIMULAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DAS VARIÁVEIS CONSTRUTIVAS .....	98
4.6.1 Proporção da Forma da Planta.....	99
4.6.2 Absortância Térmica das Paredes Externas.....	101
4.6.3 Transmitância térmica das paredes externas .....	100
4.6.4 Porcentagem de área de janela por fachada (WWR).....	103
4.6.5 Tipo de Vidro .....	105
4.6.6 Proteção Solar (sombreamento das aberturas).....	106

4.7 SIMULAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE USO E OCUPAÇÃO.....	108
4.7.1 Ocupantes .....	108
4.7.2 Carga de Iluminação.....	109
4.7.3 Carga de Equipamentos.....	110
4.8 SIMULAÇÃO DOS MODELOS DE MENOR E MAIOR CONSUMO ENERGÉTICO.....	111
4.8.1 Modelo de Menor Consumo Energético.....	112
4.8.2 Modelo de Maior Consumo Energético .....	113
4.9 DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS.....	114
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>118</b>
5.1 LIMITAÇÕES ENFRENTADAS .....	119
5.2 PROBLEMA NO ARQUIVO CLIMÁTICO .....	120
5.3 CONTRIBUIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	121
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>128</b>
APÊNDICE A .....	129
APÊNDICE.B.....	130
APÊNDICE.C.....	131
APÊNDICE.D .....	132
APÊNDICE.E.....	133
APÊNDICE.F .....	134
<b>ANEXOS .....</b>	<b>135</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 JUSTIFICATIVA

O problema relacionado ao alto consumo energético tem sido um tema de grande importância para a sustentabilidade, tendo em vista as restrições energéticas e a crescente demanda no setor da construção civil, sobretudo após a revolução industrial (CRUZ et al., 2004). Desde a crise do petróleo, na década de 70, estudos têm sido realizados com o intuito de aprimorar a eficiência energética especialmente em edificações. Os países são estimulados pelo fato de que é mais fácil economizar energia do que recorrer a novas fontes de recursos naturais.

De acordo com Goulart e Lamberts (1995), países como: EUA, Canadá, México, Reino Unido, Portugal, Espanha, Austrália, Nova Zelândia, possuem algum tipo de normalização relacionada à eficiência energética. O cenário brasileiro é muito diferente. A partir de 2001, após a crise energética interna, o Brasil intensificou a preocupação com o consumo de energia, estipulando critérios e regulamentações.

A necessidade da elaboração de indicadores próprios brasileiros sobre a eficiência energética decorre do fato de que os critérios internacionais se estruturam a partir de condições climáticas e econômicas incompatíveis com a realidade do Brasil. A condição social brasileira também é diferente e influi diretamente sobre os parâmetros citados.

Instituiu-se o decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001 que regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, o qual dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia (BRASIL, 2001). Tal decreto repercutiu principalmente na adoção de níveis máximos de consumo energético de aparelhos consumidores de energia.

Uma edificação é considerada mais eficiente energeticamente do que outra quando é capaz de assegurar as mesmas condições de conforto ambiental, através de um menor consumo energético (PAPST et al., 2005). Entretanto, a avaliação da eficiência energética de uma edificação é um processo difícil porque o conceito de eficiência engloba muitos fatores. E deve-se atentar que nem sempre uma edificação que apresenta baixo consumo energético é energeticamente eficiente. Da mesma forma, uma edificação eficiente energeticamente pode não apresentar baixo consumo de energia anual devido ao fato dos

equipamentos eficientes não estarem instalados de forma satisfatória (OLLOFSSON, MEIER; LAMBERTS, 2004).

Desta maneira, demonstram serem relevantes estudos desenvolvidos para a avaliação da eficiência energética no Brasil e em edifícios de escritório, grandes consumidores de energia. Estudos realizados analisaram diferentes parâmetros, relacionando uns aos outros, mas ainda existe uma lacuna quanto à relação entre algumas variáveis construtivas e variáveis de uso e ocupação, no consumo de energia em escritórios.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é verificar o impacto das variáveis construtivas (proporção da forma da planta, transmitância térmica das paredes externas, absorvância térmica das paredes externas, porcentagem de área de janela em relação à fachada, tipo de vidro, sombreamento das aberturas e orientação das fachadas) e de uso de equipamentos e ocupação (número de ocupantes, carga de iluminação e equipamentos), no consumo de energia em edifícios de escritório, sob condições climáticas da cidade de Londrina – PR, através de simulações computacionais paramétricas.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar a tipologia construtiva dos edifícios de escritórios em Londrina;
- Elaborar um modelo virtual que apresente as características construtivas e atividade profissional representativas da realidade londrinense de maneira a permitir estudos relacionados à eficiência energética;
- Verificar a relação entre as variáveis construtivas (proporção da forma da planta, transmitância térmica das paredes externas, absorvância térmica das paredes externas, porcentagem de área de janela em relação

à fachada, tipo de vidro, sombreamento das aberturas e orientação das fachadas) e as variáveis de uso de equipamentos e ocupação (número de ocupantes, carga de iluminação e equipamentos) através da análise do consumo de energia dos modelos virtuais.

### 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

No presente capítulo é apresentada a introdução ao trabalho, os objetivos gerais e específicos. Juntamente com este, outros cinco capítulos compõem este trabalho. O capítulo 2 apresenta fundamentação teórica, abordando os conceitos expressos pelo problema de pesquisa, discutindo conceitos inerentes à eficiência energética e ao conforto térmico, consumo de energia elétrica no mundo e no Brasil, variáveis climáticas, arquitetônicas, de uso e ocupação do espaço, bem como a ferramenta de simulação de desempenho termo-energético para avaliação de consumo de energia, o *software* EnergyPlus 2.2.0.

O capítulo 3 apresenta o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento da caracterização da tipologia construtiva de edifícios de escritórios na cidade de Londrina, para determinação do caso base, bem como o desenvolvimento das simulações e método de tratamento dos dados.

O capítulo 4 apresenta os resultados da caracterização da tipologia construtiva de edifícios de escritórios em Londrina, considerando data, número de pavimentos-tipo, número de salas por pavimento-tipo, proporção da forma da planta, área das salas, cor da fachada, porcentagem de área de janela na fachada, cor do vidro, proteção solar, empena cega, atividades nas salas e atividade por região da cidade. Neste capítulo também é apresentada caracterização do caso base, montagem e calibração do modelo a ser simulado.

Em seguida são apresentados os resultados das simulações computacionais do caso base, das alterações das variáveis construtivas (proporção da forma da planta, absorvância térmica das paredes externas, transmitância térmica das paredes externas, porcentagem de área de janela na fachada, tipo do vidro e proteção solar) e das alterações das variáveis de uso e ocupação (número de ocupantes, carga de iluminação e equipamentos). São apresentados os resultados dos modelos criados para representar os casos de menor consumo energético e maior consumo energético de acordo com os resultados das simulações

realizadas. No final do capítulo são apresentadas discussões sobre os resultados obtidos nas simulações.

No capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas da análise dos resultados da caracterização da tipologia e das simulações, respondendo a questão de pesquisa elaborada no início do trabalho. Por fim, são apresentadas as limitações enfrentadas durante o desenvolvimento deste trabalho, o problema no arquivo climático e possíveis contribuições para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo são abordados os conceitos que serviram como base para a elaboração do problema de pesquisa. Também são apresentados alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil e no mundo sobre a questão do consumo de energia em edificações. Por fim, é apresentada uma definição sobre a ferramenta de simulação escolhida, o *software Energy Plus 2.2.0* e sua metodologia de trabalho.

### 2.1 SUSTENTABILIDADE E CONSUMO DE ENERGIA

Sustentabilidade é: "suprir as necessidades da geração presente sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprirem as suas", segundo Relatório Brundtland, emitido no final de 1987. Trata-se de um desenvolvimento sistêmico, relacionado com aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais da sociedade (CORSON, 1996). Este desenvolvimento deve buscar:

- Sustentabilidade Social: igualdade de renda, direitos iguais, dignidade e solidariedade;
- Sustentabilidade Ecológica: solidariedade com o planeta, suas riquezas e a biosfera;
- Sustentabilidade Econômica: organização da vida material;
- Sustentabilidade Espacial: igualdade nas relações e distribuições populacionais - urbano e rural;
- Sustentabilidade Político-institucional: garantia de continuidade. Ação a longo prazo;
- Sustentabilidade Cultural: contexto local, regional e nacional. Padronização da globalização.

Propõe-se que as sociedades sejam configuradas de tal maneira que todos possam satisfazer suas necessidades e expressar seu potencial no presente preservando a biodiversidade e os ecossistemas naturais, planejando e utilizando os recursos de maneira a

obter uma maior eficiência. Para que o desenvolvimento seja considerado sustentável, ele deve atender a quatro requisitos básicos: deve ser ecologicamente correto, economicamente viável, socialmente justo e culturalmente aceito. Desta maneira, a sustentabilidade atinge desde uma edificação e sua vizinhança até o planeta todo.

Lovelock (2006) apresentou suas idéias sobre a Teoria de Gaia afirmando que a biosfera do planeta é capaz de “gerar, manter e regular as suas próprias condições de meio-ambiente”. Esta é uma maneira ideal de se pensar sobre o desenvolvimento sustentável. O objetivo do desenvolvimento sustentável é proteger o meio ambiente e promover o desenvolvimento econômico. Trata-se de um planejamento em longo prazo e que deve admitir que os recursos naturais sejam limitados.

O Protocolo de Kyoto, tratado internacional elaborado no Japão em 1997, foi criado a partir de uma série de eventos realizados com a colaboração de diversos países no final da década de 80. O objetivo do protocolo é promover um acordo entre nações para que estas assumam compromissos mais rígidos para a redução da emissão de gases na atmosfera que provocam o efeito estufa e, em consequência, o aquecimento global (MOTA, 1997).

O protocolo propõe um calendário obrigando os países desenvolvidos a reduzir a quantidade de gases poluentes em pelo menos 5,2% até 2012, em relação aos valores de 1990. A estimativa prevista pelo protocolo, apesar de controvérsias, é de que a temperatura global seja reduzida entre 1,4 e 5,8°C até 2100. Os países que participam do acordo são estimulados a cooperarem entre si, através de algumas ações básicas com o intuito de reduzir as emissões em diversos usos finais e atividades econômicas.

De acordo com Fossati e Lamberts (2008), é dentro da perspectiva de redução do impacto do homem sobre o meio ambiente que se enquadram as edificações sustentáveis, construções que são concebidas para fazer uso racional dos recursos naturais, como materiais, água e energia. Estas edificações buscam reduzir os custos ao longo de sua vida útil e alterar o mínimo possível o ambiente no qual estão inseridas, sem prejudicar o conforto dos usuários.

Segundo os autores, as primeiras preocupações para este tipo de edificação originam-se na etapa de planejamento e de projeto. É neste momento que se configura a oportunidade de todos os agentes envolvidos discutirem “as soluções integradas para atingir um elevado desempenho da edificação durante sua vida útil, considerando aspectos ambientais, sociais, econômicos, de entorno, gestão de recursos e especificações de

materiais”. As preocupações prosseguem durante a construção, até a etapa de operação e manutenção da edificação.

O setor da construção civil tem sofrido mudanças e adaptações para o uso racional dos recursos naturais. Em busca de edificações coerentes com essa nova realidade, diversos nomes e métodos de construção sustentável estão sendo desenvolvidos nos últimos anos, como o *Green Building* (Edifício Verde), edifício de baixa energia (EBE), edifício de energia zero (EEZ), entre outros.

Um edifício, para ser considerado sustentável, de acordo com o *Green Building Challenge*, seu esquema de projeto deve abranger uma área mais ampla, que inclui fatores como: recursos consumidos, energia, materiais, água, flexibilidade, adaptabilidade e durabilidade, manutenção do desempenho, qualidade do ar em ambiente fechado, ventilação e qualidade do ar, conforto térmico, planejamento do processo construtivo e do funcionamento de edifícios, manutenção de edifícios, entre outros (CIB, 2000). De acordo com Silva apud Fossati e Lamberts (2008) é possível sintetizar as iniciativas relacionadas à sustentabilidade de edificações brasileiras, com a seguinte afirmação:

O Brasil já conta com alguns esforços para estabelecer indicadores de sustentabilidade, que, no entanto, variam largamente e são definidos segundo critérios e metodologias não necessariamente replicáveis. Para que o país possa avançar no desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade de seu ambiente construído é preciso: definir uma metodologia consensual para estruturar indicadores; coletar dados; definir indicadores nacionais, alinhados às tendências internacionais, assim como um bloco dos indicadores locais relevantes em cada caso; medir ou atribuir valores; e interpretar e, eventualmente, agregar indicadores. Uma base de dados robusta deve ser criada e mantida atualizada e amplamente acessível (FOSSATI E LAMBERTS, 2008).

Além do “Edifício Verde”, novos termos e realidades construtivas estão sendo abordados nos últimos anos, como “Edifício Energia Zero” (EEZ) ou “Edifícios de Baixa Energia” (EBE). De acordo com Pacheco e Lamberts (2008), EBE são edifícios que almejam uma redução significativa no consumo de energia em comparação com edificações convencionais, enquanto que um EEZ “é aquele que, em média anual, gera, por meio de fontes renováveis, a totalidade da energia que consome”.

Entende-se que este tipo de edificação mantém-se ligada à rede de energia para auxiliar a suprir suas necessidades durante horários de pico e exporta o excedente de sua produção energética nos períodos de extrapolação da energia necessária ao seu funcionamento, resultando no balanço líquido de valor zero.

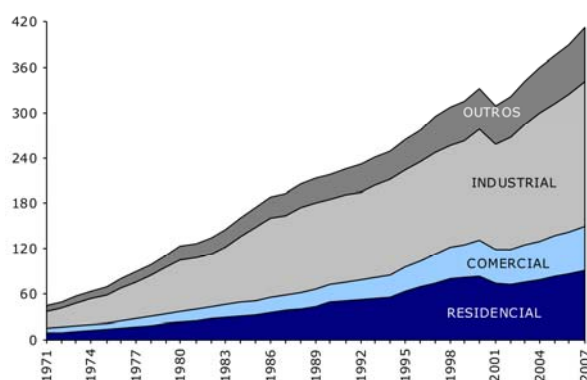
Conforme os autores, este tipo de edificação pode utilizar diversas fontes de energia renovável, mas ainda é necessário desenvolvimento e criação de novas tecnologias para adequação ao novo contexto. Concluem que o custo de construção dos EEZ não é significativamente maior que para os edifícios comerciais.

## 2.2 SITUAÇÃO DE CONSUMO DE ENERGIA NO BRASIL

A sociedade utiliza energia de diversas formas. A energia move indústrias, automóveis, equipamentos, possibilitando o crescimento e a evolução. As principais fontes de energia utilizadas atualmente no mundo são: petróleo, carvão mineral e gás natural. No caso do Brasil, possuidor da maior bacia hidrográfica do mundo, a energia elétrica provém de usinas hidrelétricas e corresponde a 85% da energia total gerada no país (BRASIL, 2007).

A energia pode ser obtida de diversas maneiras, podendo sua fonte ser renovável ou não. O “consumo” desta energia é na verdade a transferência da energia de um corpo para outro, por exemplo, movendo ou aquecendo um objeto (LAMBERTS et al., 1997).

O consumo de energia é um assunto que tem sido discutido em todo o mundo, especialmente a partir da década de 70, com a crise energética. As fontes de energia mais exploradas atualmente são responsáveis pela poluição e pelo aumento do efeito estufa. Existem diversas opções de fontes de energia, com suas conseqüências podendo ser mais ou menos drásticas. Os relatórios de consumo de energia por setores apresentado pelo MME (Ministério de Minas e Energia) demonstraram que, em 2007, o setor industrial é o maior responsável pelo consumo de energia total nacional, como mostra a Figura 1.



**Figura 1-** Gráfico do consumo energético por setor, em TWh por ano  
**Fonte:** MME (2007).

Esse setor foi responsável pelo consumo de quase 50% da energia total nacional, seguido pelo setor residencial com 22%, como mostra a Tabela 1. O setor comercial ficou em terceiro lugar, sendo responsável pela utilização de mais de 14% da energia total produzida. Os demais setores somaram menos de 9%. De toda a energia consumida no Brasil, 44,5% é consumida por edificações residenciais, comerciais e públicas (MME, 2007).

**Tabela 1-** Consumo energético por setor, em 2007

<b>Setor</b>	<b>Porcentagem de Consumo</b>
Residencial	22,05%
Comercial	14,20%
Público	8,18%
Industrial	46,74%
Demais Setores	8,82%

Fonte: Brasil. MME (2007).

De acordo com os relatórios do MME (2007), o tipo de energia consumida pelo setor comercial é essencialmente elétrica, representando quase 85% de todas as fontes de energia utilizadas no Brasil. Neste tipo de edificação também é utilizada energia proveniente de gás natural, lenha, óleo diesel, óleo combustível, gás liquefeito de petróleo e carvão vegetal. Na Tabela 2 são apresentados os valores de consumo de cada fonte, no setor de produção.

**Tabela 2-** Consumo energético do setor de produção, em 2007

<b>Identificação</b>	<b>Unidade: 10<sup>3</sup> tep</b>	<b>Porcentagem</b>
Gás natural	275	4,64%
Lenha	77	1,30%
Óleo diesel	56	0,94%
Óleo combustível	116	1,96%
Gás liquefeito de petróleo	302	5,10%
Gás canalizado	0	0,00%
Eletricidade	5,034	84,83%
Carvão vegetal	73	1,23%
Outros derivados de petróleo	0	0,00%
Total	5,935	100%

Fonte: Brasil. MME (2007).

A energia direcionada aos edifícios comerciais é utilizada para iluminação interna e externa, equipamentos, elevadores e sistemas de ar condicionado. De acordo com Lamberts et al. (1997), a iluminação artificial é responsável pelo consumo de 24% da energia desta edificação, enquanto o sistema de ar condicionado consome quase 50% da mesma. Os equipamentos e elevadores ficam com parcelas menores, de 15% e 13%, respectivamente.

Baseado nestes valores verifica-se que a adoção de soluções construtivas e padrões de utilização do espaço (iluminação, equipamentos elétricos e ar condicionado) inadequados podem levar ao aumento do consumo de energia, resultando em edifícios de baixo desempenho energético (LAMBERTS et al., 1997). Estima-se que edifícios com projetos adequados possam consumir em torno de 30% menos energia que outros que ofereçam níveis de conforto e utilização similares (GÓMEZ et al., 1995). Na arquitetura, a preocupação com o consumo de energia está focada principalmente para os edifícios dos setores públicos e comerciais devido ao crescimento de 700%, entre 1970 e 2004 (BRASIL MME apud CARRIERES; RORIZ, 2008).

### 2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, CONFORTO TÉRMICO E DESEMPENHO TÉRMICO

De acordo com Lamberts et al. (1997), eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Um edifício é considerado mais eficiente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais, porém com menor consumo de energia. Considera-se que o conforto térmico dentro da edificação é mantido frente a alterações construtivas.

Segundo ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS, 2004), conforto térmico é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve pessoas. Pode-se dizer que a pessoa está em conforto térmico quando o balanço térmico entre as trocas de calor do corpo for nulo e a temperatura da pele e suor estiverem dentro de certos limites.

Conforme é estipulado pela NBR 15220-1 (ABNT, 2005), a definição de conforto térmico é a “satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente”. De acordo com a NBR 15575-1 (ABNT, 2008), desempenho térmico de uma edificação é entendido como o comportamento de um produto ou edificação em uso.

A NBR 15220 (ABNT, 2005), sob o título geral de “Desempenho térmico de edificações”, consiste em uma norma prescritiva de desempenho térmico de edificações, dividida em cinco partes, sendo que as partes 2 e 3 consideradas na metodologia deste trabalho são prescrições não obrigatórias:

- Parte 1: Definições, símbolos e unidades;
- Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações;
- Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.
- Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida;
- Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico.

A NBR 15575 (ABNT, 2008), sob o título geral de “Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho” apresenta limites obrigatórios para edificações habitacionais até cinco pavimentos e sugere medições e simulações (não obrigatórias) e é dividida em seis partes:

- Parte 1: Requisitos gerais;
- Parte 2: Requisitos para sistemas estruturais;
- Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos;
- Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;
- Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

O item referente ao desempenho térmico da NBR 15575-1 (ABNT, 2005), estabelece um procedimento normativo e dois informativos para avaliação da adequação de habitações:

- Procedimento 1: simplificado (normativo): verificação do atendimento aos requisitos e critérios para fachadas e coberturas, estabelecidos nas NBR 15575-4 e NBR 15575-5 (ABNT, 2005), para os sistemas de vedação e para os sistemas de cobertura, respectivamente;

- Procedimento 2: Simulação (informativo, Apêndice A): verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos neste NBR 15575-1 (ABNT, 2005), por meio de simulação computacional do desempenho térmico do edifício;
- Procedimento 3: Medição (informativo, Apêndice A): verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos neste NBR 15575-1 (ABNT, 2005), por meio da realização de medições em edificações ou protótipos construídos.

Para que um edifício apresente um bom desempenho térmico e consumo reduzido de energia a preocupação do projetista deve ocorrer desde o início da concepção do projeto. O desempenho térmico de uma edificação pode ser influenciado por variáveis como:

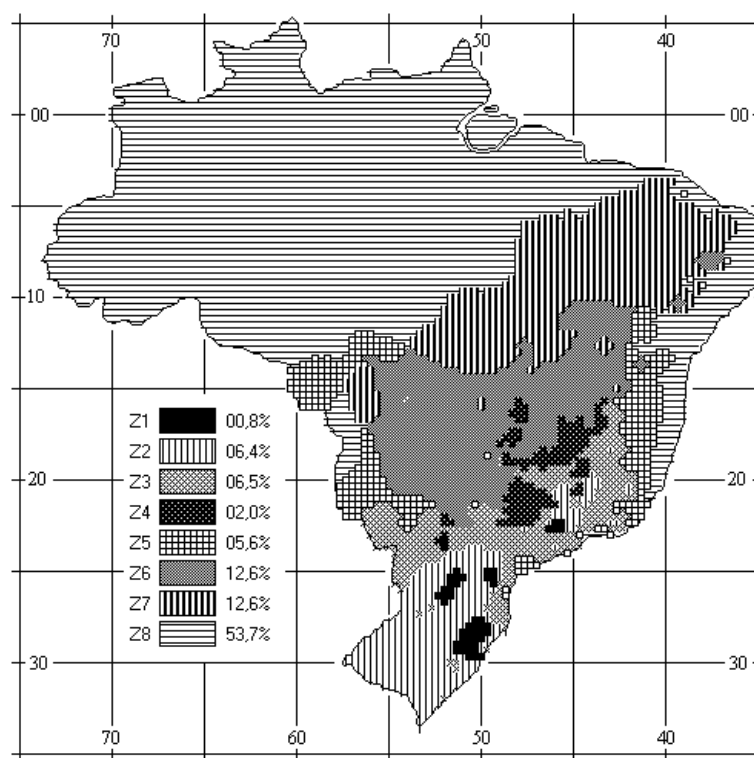
- Variáveis Ambientais: temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa, velocidade do ar, incidência solar.
- Variáveis Construtivas: materiais (conforme propriedades físicas, espessuras), cores, configuração de forma, aberturas para ventilação, sombreamento de fachadas, entre outros.
- Variáveis do usuário:
  - Atividade física: calor gerado pelo metabolismo de acordo com a atividade realizada dentro do ambiente analisado.
  - Vestimenta: resistência térmica da roupa interfere nas trocas de calor do corpo com o meio.
- Variáveis do uso do espaço:
  - Iluminação: produção de calor pelas lâmpadas.
  - Equipamentos: produção de calor pelos equipamentos instalados no ambiente.

## 2.4 VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Ao estudar a questão energética de uma edificação é necessário levar em consideração as condições climáticas da cidade na qual ela está inserida. As ações das variáveis climáticas terão influência no espaço arquitetônico construído. Variáveis do clima

são características gerais de uma região, tais como sol, nuvens, temperatura, ventos, umidade e precipitações. As condições climáticas são diferentes para regiões, sendo influenciadas pelas características físicas e geográficas como relevo, topografia, vegetação, altitude, longitude, altura em relação ao nível do mar, etc.

De acordo com NBR 15220-1 (ABNT, 2005), zona bioclimática é definida como uma região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano. A NBR 15220-3 (ABNT, 2005) apresenta o zoneamento bioclimático brasileiro e as diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, como mostra a Figura 2.



**Figura 2-** Zoneamento bioclimático brasileiro

Fonte: NBR (2005)

Nesta norma é proposta a divisão do território brasileiro em oito zonas com homogeneidade de clima, baseada nas médias mensais de temperatura e umidade relativa de regiões, e oferece recomendações técnico-construtivas que favorecem o desempenho térmico das edificações, através da melhor adequação climática.

De acordo com essa norma, a cidade de Londrina está inserida na Zona Bioclimática 3, para a qual as habitações de interesse social devem ser atendidas as seguintes diretrizes (NBR 15220-3 – Zoneamento Bioclimático, ABNT, 2005):

- Aberturas para Ventilação: Médias (de 15 a 25%)
- Sombreamento das Aberturas: Permitir sol durante o inverno;
- Vedações Externas: Parede Leve Refletora ( $U \leq 3,60$ ,  $\phi \leq 4,3$  e  $FS \leq 4,0$ )
- Cobertura Leve Isolada ( $U \leq 2,00$ ,  $\phi \leq 3,3$  e  $FS \leq 6,5$ ).

Para Lamberts et al. (1997), avaliar o desempenho térmico de uma edificação, algumas vezes utilizando os dias típicos de verão e de inverno pode não ser suficiente. O ideal é utilizar o Ano Climático de Referência, ou o arquivo TRY (Test Reference Year) que é a base de dados mais precisa para uma análise completa da adequação da edificação ao clima local. O arquivo climático TRY é criado a partir de uma metodologia que elimina os anos cujos dados contêm temperatura médias mensais extremas (altas ou baixas), formando um ano com dados médios (GOULART et al., 1997).

O uso desta base de dados permite a simulação do consumo de energia por hora durante um ano inteiro e possibilita uma avaliação mais detalhada. Os dados que compõem os arquivos representativos do clima de uma região são:

- Mês, dia e hora;
- Temperatura de Bulbo Seco;
- Temperatura de Bulbo Úmido;
- Temperatura de Solo;
- Velocidade do Vento;
- Direção do Vento;
- Pressão Barométrica;
- Quantidade Nuvens;
- Tipo de Nuvens;
- Radiação Solar.

Conforme Goulart (1993), no início da década de 90 existia dois problemas para a criação e utilização de bases de dados climáticos: nem sempre os dados meteorológicos de uma região estavam disponíveis e existiam grandes dificuldades de se tratar extensas séries de dados climáticos devido ao tempo e à capacidade dos computadores. Os dados apresentavam significado estatístico de ocorrência em determinado período de tempo,

auxiliando a caracterização dos níveis de exigência para avaliação do projeto (GOULART e LAMBERTS, 1993).

Com grandes esforços, foram criados arquivos climáticos de 14 cidades do Brasil: Belém, Brasília, Recife, São Luis, Salvador, Fortaleza, Maceió, Natal, São Paulo, Vitória, Rio de Janeiro, Curitiba, Florianópolis e Porto Alegre. Atualmente existem arquivos climáticos de 20 cidades brasileiras disponíveis no site do *LabEEE* (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações), em três formatos. O arquivo climático da cidade de Londrina foi elaborado em 1999 com base em uma série histórica correspondente ao período de 1986 a 1996, que podem ser traduzidas em diversos formatos para trabalhar com ferramentas de simulação computacional (BARBOSA et al., 1999).

## 2.5 VARIÁVEIS ARQUITETÔNICAS

As variáveis arquitetônicas têm grande influência no desempenho ambiental da edificação. As decisões de projeto feitas pelo arquiteto podem favorecer ou atrapalhar o desempenho energético da edificação. Portanto é importante que o profissional conheça os elementos que influenciam e a maneira como eles influenciam o desempenho energético de seu projeto. Os elementos que mais influenciam no desempenho energético são: forma e função da edificação, material e cor do fechamento externo, porcentagem de área de aberturas na fachada e sua orientação e a presença de proteções solares (LAMBERTS et al., 1997).

O projeto arquitetônico deve ser coerente com o seu uso. É necessário analisar além das relações térmicas, acústicas e visuais, as relações entre o homem e o espaço. É necessário um estudo da função da edificação para a escolha de determinado critério ou estratégia bioclimática a ser adotada. Os subitens a seguir apresentam caracterizações sobre variáveis que influenciam no desempenho energético das edificações e pesquisas realizadas analisando tais variáveis.

### 2.5.1 Forma

A forma pode interferir nos fluxos de ar e na quantidade de calor e luz recebidos pela edificação, podendo ser explorada para controlar a incidência de ventos e radiação solar. O desempenho térmico das fachadas depende da sua orientação solar, fato que permite o arquiteto adotar soluções diferentes para cada face do edifício, favorecendo o desempenho térmico. A proporção da planta pode ser configurada de diversas maneiras como: retângulo, quadrado, círculo, triângulo.

A forma da planta determina a área de cada parede para cada orientação solar. Por exemplo, uma planta retangular de proporção 1:2 pode ter suas fachadas maiores orientadas para Leste e Oeste, para Norte e Sul ou mesmo para as orientações intermediárias como Sudeste e Noroeste. Uma fachada maior, direcionada para uma orientação que oferece maior incidência solar terá um comportamento diferenciado de uma fachada menor direcionada para uma orientação de menor incidência solar.

### 2.5.2 Transmitância Térmica

As trocas de energia entre o meio externo e o meio interno da edificação ocorrem através de seu “envelope”. O envelope da edificação pode ser constituído de material opaco (parede e cobertura) ou translúcido (vidro). Cada material apresenta comportamentos diferentes diante da radiação solar.

A transmissão de calor através de um fechamento opaco ocorre quando existe diferença de temperatura entre os dois ambientes, seguindo sempre do ambiente mais quente para o mais frio. O material do envelope promove uma resistência à passagem do calor. Esta resistência, a resistência térmica total (unidade de medida:  $(m^2.K)/W$ ) é somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento ou componente, incluindo as resistências superficiais interna e externa. A transmitância térmica (unidade de medida:  $W/(m^2.K)$ ) é o inverso da resistência térmica total (NBR 15220, 2005).

O valor da transmitância térmica dos componentes da fachada é obtido através de cálculos envolvendo as características dos materiais (espessura, emissividade,

condutividade térmica, entre outros) e permite avaliar o desempenho de um fechamento opaco frente à transmissão de calor. Para valores ilustrativos, pode-se afirmar que o valor de transmitância de uma alvenaria de concreto maciço de 5cm de espessura é de  $5,04\text{W/m}^2\text{K}$ , enquanto uma parede dupla de tijolos de seis furos circulares, assentados na menor dimensão e reboco de 2,5cm, tendo espessura total de 26cm, possui transmitância de  $1,52\text{W/m}^2\text{K}$  (LAMBERTS et al., 1997).

O trabalho elaborado por Melo (2007) apresentou resultados de simulações de duas tipologias construtivas, alterando valores de carga interna, absorvância solar externa, padrão de uso, razão de área de janelas nas fachadas, entre outros parâmetros; sempre analisando a influência destes em relação ao consumo anual de energia elétrica das edificações, para as três cidades: Florianópolis, Curitiba e São Luís.

Na análise dos casos observou-se que com o aumento dos valores de transmitância térmica das paredes externas de um edifício de 5 pavimentos, para os três climas analisados, ocorreu uma redução do consumo de energia anual da edificação, principalmente para os casos simulados em conjunto com alta densidade de carga interna ou alto padrão de uso e com baixa absorvância solar externa (MELO, 2007).

Outro estudo elaborado por Melo e Lamberts (2008) utilizou simulações paramétricas para avaliar o comportamento de um modelo base, o Caso 600 do método *BESTEST*, proposto pela ASHRAE Standard 140, empregando diferentes valores de transmitância térmica e capacidade térmica de elementos opacos, nas cidades de Denver, nos Estados Unidos e Florianópolis, no Brasil. Os resultados demonstraram que para a cidade de Denver, quando aumentados os valores da transmitância térmica das paredes e das coberturas, aumentou-se o valor da carga térmica, podendo chegar ao dobro do valor da carga térmica do modelo base. Enquanto para Florianópolis, o aumento da transmitância térmica resultou em redução do valor da carga térmica em até 33%, em relação ao modelo base.

O estudo conclui que em regiões com invernos rigorosos, paredes isoladas tornam a edificação mais confortável por manter constante a temperatura interna. Em regiões mais quentes, uma envoltória muito isolada dificulta a dissipação dos ganhos internos e solares para o exterior, contribuindo para a elevação da temperatura interna.

No caso de aumento da inércia térmica nas paredes da edificação, ocorreu redução da carga térmica em relação ao modelo base para as duas cidades, reduzindo o consumo de energia para Florianópolis em até 27% e para Denver, em até 60%. Deve-se considerar também a influência da orientação das fachadas do edifício, do clima da cidade, do

tamanho e da forma da edificação, das áreas envidraçadas, cargas internas, das propriedades dos materiais utilizados na construção e tipo e eficiência do sistema de ar condicionado.

De acordo com Carrières e Roriz (2008), elaboraram um estudo que verificou que, no consumo de energia em edifícios de escritórios em São Carlos, o pavimento da cobertura foi o que sofreu mais influência no consumo de energia, sendo a absorvância da cobertura o parâmetro que mais influenciou, seguido pela porcentagem de janela na fachada, depois pela irradiância, absorvância da fachada e número de renovações de ar. E verificou-se que o consumo de energia é inversamente proporcional ao valor da capacidade térmica. Em sua conclusão, os autores afirmam que na “avaliação do desempenho energético e térmico de um edifício, é preciso analisar todas as variáveis em conjunto, pois uma influencia no comportamento da outra”.

### 2.5.3 Absorvância da Fachada

Absorvância é razão entre a energia solar absorvida por uma superfície e a energia total incidente sobre a mesma (ABNT 15220-1, 2005). É frequente a menção de uma relação direta entre a absorvância e a cor dos materiais. A cor da fachada também influencia nas trocas de calor entre os ambientes externo e interno. Cores escuras permitem uma maior absorção e em conseqüência um aquecimento maior do elemento construtivo, calor este que será emitido para o interior do ambiente.

Para determinar as características do fechamento e verificar seu desempenho frente às trocas de calor, são necessários cálculos baseados nas propriedades físicas de cada material e suas dimensões. O calor é absorvido em função da cor da superfície do material, denominando-se absorvância. Cores escuras têm valores de absorvância altos (entre 0,7 e 0,9), enquanto cores claras têm absorvância baixa (0,2 a 0,5).

O estudo elaborado por Dornelles e Roriz (2007) buscou comparar dados de refletância obtidos a partir de espectrofotômetro e relacionar os valores obtidos com a cor, tipo de tinta e acabamento. Verificou-se que existe variação nos valores de absorvância para:

- Tintas de mesma cor e mesmo fabricante, mas acabamentos diferentes (fosco ou semi-brilho) ou tipo de tinta (acrílica ou PVA);
- Tintas de mesma cor e tipo, mas de fabricantes diferentes.

Este estudo ainda verificou que tintas de cores diferentes podem apresentar valores de absorvância iguais. Segundo os autores, estas análises comprovam que “valores de absorvância ou refletância apenas para a região visível não são confiáveis para caracterizar quais porcentagens da energia solar são absorvidas ou refletidas por uma superfície.”

Isso acontece porque amostras de tintas que geram sensações semelhantes de “clareza” podem apresentar diferenças significativas entre suas absorvâncias totais, enquanto cores distintas podem apresentar absorvâncias solares praticamente iguais.

#### 2.5.4 Vidros

Os vidros, comumente presentes em grandes áreas das fachadas de edifícios de escritórios, apresentam boa visibilidade, porém também apresentam alta transmissividade da radiação solar para o interior do ambiente, causando o fenômeno conhecido por efeito estufa. O vidro no envelope da edificação permite que as trocas de calor com o ambiente ocorram mais facilmente do que materiais opacos. Existem atualmente diversos tipos de vidros que possuem propriedades diferentes, permitindo que as trocas de calor sejam com maior ou com menor intensidades. Vários estudos procuram analisar o comportamento destes diferentes tipos de vidros em edificação.

O trabalho elaborado por Motta (2007) realizou simulações através do *software* RESFREN 5.0, desenvolvido pelo *Lawrence Berkeley National Laboratory* da Califórnia, que realiza cálculos de carga térmica e custos de condicionamento de uma edificação relacionando às propriedades do vidro. O objeto de simulação foi uma edificação típica de um pavimento, com 100m<sup>2</sup>, para os climas de Belo Horizonte e São Paulo, sendo utilizados 7 tipos de vidros. Foram considerados vidros comuns, com variação de cor e espessura, vidro laminado incolor e vidro duplo. A Tabela 3 apresenta os vidros considerados no estudo, seus valores de transmitância térmica e respectivos coeficientes de ganho de calor por insolação (SHGC), também chamado de fator solar.

**Tabela 3-** Transmitância térmica e SHGC por tipo de vidro.

<b>VIDRO</b>	<b>U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>SHGC</b>
Comum incolor 4 mm	5,8	0.85
Comum incolor 3 mm	5,83	0.86
Comum incolor 6 mm	5,73	0.82
Comum verde 4 mm	5,8	0.66
Comum cinza 4 mm	5,8	0.67
Laminado incolor 8,4mm	5,7	0.77
Duplo (4 mm + 6 mm de ar + 4 mm – incolor)	3,3	0.76

Os resultados das simulações, para as duas cidades, demonstraram que a variação da espessura do vidro apresentou resultados modestos na eficiência energética do vidro, enquanto a cor do vidro produziu resultados significativos na melhora da eficiência energética do vidro. O aumento de 50% da espessura do vidro, reduziu cerca de 4,5% e o vidro verde apresentou redução de 27%, no custo de condicionamento do ambiente.

Os sistemas de vidro (laminado e duplo) produziram resultados medianos na eficiência energética da janela, sendo que para São Paulo o vidro duplo apresentou melhor desempenho do que para Belo Horizonte. A orientação das janelas mostrou grande influência no consumo energético da edificação.

Para Belo Horizonte, o vidro laminado, com presença de PVB-polímero no interior do vidro, o consumo de energia foi reduzido em 11,56%, enquanto a redução do consumo de energia referente ao vidro duplo, que possui camada de ar com 6 mm no interior do vidro, foi de 9,03%. E para São Paulo, cidade que possui clima mais frio, o vidro duplo teve desempenho um pouco menor que o vidro laminado, com redução do consumo de energia de 12,83%.

Houve grande influência da orientação das janelas no consumo energético. Para Belo Horizonte, a orientação sul apresentou redução do consumo de energia de 57,32%, enquanto em São Paulo observou-se redução de valor do consumo energético próximo (58,58%) para a mesma orientação.

A orientação leste apresentou resultados significativamente diferentes para as duas cidades. Enquanto em Belo Horizontes, o valor de redução de consumo energético é de 4,91%, para São Paulo chega a 28,54%. A mesma diferença no comportamento foi observada na orientação norte, apresentando reduções de 31,84% para Belo Horizonte e de 23,76% para São Paulo. O autor conclui que os vidros das janelas são significativos para

eficiência energética das edificações e que é de fundamental importância avaliar o clima do local, a incidência e orientação solar na edificação, especialmente nas janelas.

O trabalho elaborado por Marinoski et al. (2008), utilizou o *software WINDOW 6*, desenvolvido nos Estados Unidos pelo *Lawrence Berkeley National Laboratory* (LBNL), para criar seis modelos de janelas de dimensão padrão (1,50m x 1,20m), e simular variando os tipos de vidros e sendo aplicada uma esquadria de PVC genérica. Foram simulados: vidro claro incolor 3mm, vidro claro incolor 6mm, vidro duplo 3mm, vidro verde 6mm e vidro refletivo 6mm; e determinadas as seguintes propriedades: Transmitância Térmica (U), Fator Solar (FS) e Transmissão de Luz Visível (Tv). Foram simulados também modelos com persianas para proteção solar.

Na seqüência, os vidros duplos, os vidros refletivos e os verdes, foram os que apresentaram melhor desempenho em relação à transmitância térmica. Para o fator solar, os modelos com persianas e vidro refletivo obtiveram os melhores resultados. Para vidros com proteção solar, observou-se variação pequena para transmitância térmica entre os diferentes vidros, menos para os vidros duplos. Os autores afirmam que o ângulo de inclinação da lâmina influencia no desempenho do vidro.

Recursos comuns utilizados para tentar melhorar o desempenho de vidro é a utilização de películas. No estudo apresentado por Castro et al. (2008), analisou-se o comportamento de sete tipos de películas poliméricas através da medição de temperatura in loco, realizadas entre os dias 25 de junho e 06 de julho, em células-teste construídas com mesmos materiais, acabamentos e com orientação norte-sul. Foram analisadas as seguintes películas: verde natural, verde refletivo, bronze natural, bronze refletivo, prata refletivo, G20 (prata) e incolor, aplicadas somente a vidro comum incolor, e obtiveram dados de temperatura do ar externo, temperatura do ar no interior da célula-teste e temperatura interna dos vidros.

Como resultado, verificou-se que as películas bronze refletivo apresentam alto ganho de calor e que, quando as películas foram instaladas nos vidros com orientação Oeste, obtiveram ganho de calor solar maior que os para face Norte. A película verde refletiva foi a que apresentou menor temperatura interna nos vidros e menor temperatura do ar interno para face Norte. Já para a face Oeste, os vidros sem película e de película incolor mostraram menores valores de temperatura superficial interna.

Os vidros com películas verde, cinza e bronze apresentaram temperaturas superficiais significativamente maiores que os demais, re-emitindo este calor para o ambiente interno. A película prata refletiva apresentou resultados próximos do vidro incolor e da

película incolor. Para as temperaturas de bulbo seco, as células-teste com vidro incolor sem película e com película incolor apresentaram temperaturas internas maiores que as demais, nas faces Norte e Oeste. Enquanto isso, as películas verde refletivo e G20 (prata) apresentaram os menores valores de temperatura interna nas células-teste. As películas refletivas de cor verde e bronze apresentaram temperaturas superficiais maiores que as naturais, porém contribuíram menos para o aumento da temperatura interna do ambiente.

### 2.5.5 Porcentagem de área de janela na fachada

Porcentagem de área de janela na fachada refere-se a proporção de área de vidro que existe na fachada em função da área total de fachada. O estudo de Santana e Ghisi (2007), realizou uma avaliação de dois parâmetros construtivos, porcentagem de área de janela na fachada (WWR) e absorvância, com intervalos de 10%, através de simulações paramétricas utilizando a ferramenta *EnergyPlus*, em um modelo de edifício de escritórios na cidade de Florianópolis. Os resultados permitiram observar que na análise da absorvância, os casos com menor WWR apresentavam maior consumo de energia do que os WWR maiores. Significa dizer que, de acordo com os autores:

[...] uma parede com janelas pequenas, ao se variar as cores, pode ocorrer uma variação no consumo de energia em até 21,6%, enquanto uma parede com janelas grandes, ao se variar as cores, pode ocorrer uma variação no consumo de energia em até 3,1% (SANTANA; GHISI, 2007).

Ao fixar o valor da absorvância externa em 10% e variar o WWR, verificou-se variação no consumo de energia em 41,6%. Quando fixado o valor de WWR em 10% e variado o valor de absorvância de 10 a 90%, o consumo de energia varia em 21,6%. Para uma edificação com WWR de 10% e absorvância de 90%, o consumo de energia é de 86,9 kWh/m<sup>2</sup>.ano, similar ao consumo de uma edificação com WWR de 50% e absorvância de 10% (88,0 kWh/m<sup>2</sup>.ano). Os autores demonstram com o estudo que a escolha destes parâmetros pode contribuir para a produção de edifícios mais eficientes energeticamente.

O estudo elaborado por Matos et al. (2005) verificou a ventilação de um modelo virtual de uma residência em Florianópolis por simulações através do *software*

*EnergyPlus*. O modelo foi criado com componentes construtivos conforme recomendações do Projeto de Norma de Desempenho Térmico para Habitações de Interesse Social.

A estratégia bioclimática definida para a cidade, no verão, é a ventilação, correspondente a 35,5% das horas do ano. Foram simulados três casos com proteção solar: área de ventilação 8%, 15% e 25% da área de piso e área de 8% sem proteção solar.

A opção de 25% de abertura foi a melhor obtida, porém apresentando pequenas diferenças em relação aos demais modelos. Todas as condições analisadas com proteções solares apresentaram resultados satisfatórios. A área mínima exigida pelo código de obras local, de 8%, foi a que apresentou o pior resultado entre os casos simulados. A área de abertura deveria diferir conforme a orientação solar e não somente por ambientes. Outra conclusão obtida é que o código de obras de Florianópolis deveria exigir uso de proteções solares nas aberturas durante o verão.

#### 2.5.6 Proteção Solar de Aberturas

Consideram-se como proteção solar de aberturas os recursos construtivos utilizados em projeto que tem como objetivo imprimir sombreamento sobre as aberturas das fachadas para reduzir a incidência solar sobre as mesmas. O estudo realizado por Didoné e Bittencourt (2008), buscou analisar o impacto de fachadas envidraçadas e desprovidas de proteção solar no consumo de energia em um hotel na cidade de Maceió-AL. Foi comparado o consumo de energia pela demanda do ar condicionado e avaliado o desempenho luminoso dos quartos do hotel, com fachada em pano de vidro fumê com e sem dispositivos de proteção solar. Para as simulações computacionais, foram utilizados os *softwares Ecotec e Lumen Micro*, para os solstícios de inverno e de verão.

Este estudo permitiu verificar que os dispositivos de proteção solar possibilitaram uma diminuição dos ganhos térmicos no interior do ambiente ao impedirem a passagem da radiação solar direta, resultando em redução do consumo de energia entre 2 e 6%. As proteções solares além de reduzirem a incidência solar direta e diminuir o ganho de calor, também favoreceram a reflexão da luz natural, aumentando o desempenho luminoso. Favoreceu ainda uma iluminação natural mais homogênea no ambiente, sem comprometer os níveis de iluminação regradados pela norma brasileira.

O trabalho elaborado por Pereira e Souza (2008), verificou a necessidade do uso de sistemas de proteção solar em aberturas, a partir de dados de radiação solar incidente em fachadas e das temperaturas estimadas pelas Normas Climatológicas do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), de 1961-91. Foram analisadas 206 cidades, e são apresentados os resultados de duas cidades: Brasília e Porto Alegre.

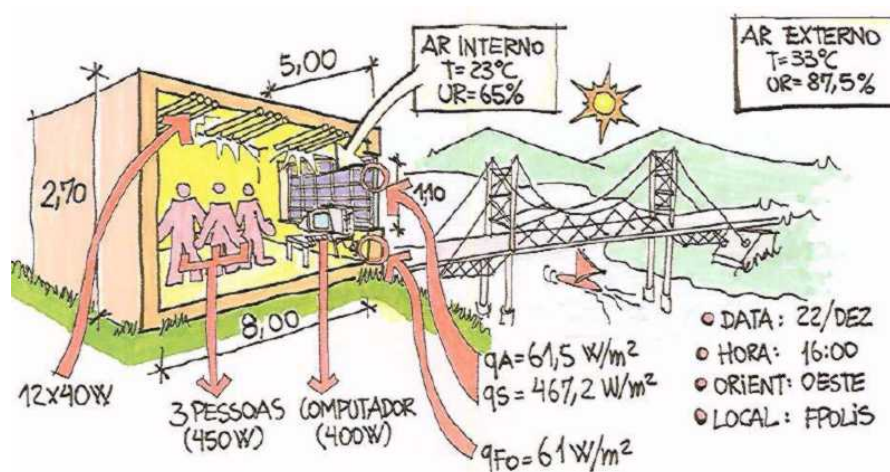
Os resultados demonstraram que, em Brasília, edificações comerciais com grandes aberturas não apresentam necessidade de proteção solar nas fachadas NE, E, SE e S, e apresentam necessidade de proteção solar vertical nas fachadas N, S e SO. Para fachada O existe a necessidade de proteções horizontais e na fachada NO, proteções horizontais e verticais. Para a cidade de Porto Alegre são as fachadas E e SE que não necessitam de proteção solar, enquanto as fachadas N e NE precisam de proteção solar horizontal. Para as fachadas SO e S são indicadas proteções verticais e nas demais fachadas proteções solares verticais e horizontais.

O resultado do trabalho foi uma planilha elaborada com os dados de temperatura do ar e os ângulos das proteções solares, disponível no site do Laboratório de Conforto da Escola de Arquitetura da UFMG para consulta e poderá ser incorporado em sistemas de certificações de desempenho energético de edifícios.

## 2.6 VARIÁVEIS DE USO E OCUPAÇÃO

Além do clima e das características arquitetônicas do ambiente, as variáveis humanas também influenciam no consumo de energia. A quantidade de pessoas presentes no ambiente e a atividade que estão desenvolvendo devem ser sempre consideradas na avaliação do desempenho térmico da edificação. Ao praticar uma atividade (mesmo que a pessoa nesta atividade esteja sentada, como por exemplo, realizando digitação) a pessoa libera calor para o meio. Portanto, quanto mais pessoas presentes no ambiente e mais movimentada for sua atividade, maior será o calor liberado no ambiente.

Os equipamentos também liberam energia no ambiente, como mostra a Figura 3. É provável que quanto mais antigo o equipamento, pior será seu desempenho energético e maior será a quantidade de energia liberada no ambiente. Os valores de desperdício de energia de cada ambiente podem ser obtidos através de medições in loco ou através de tabelas normativas.



**Figura 3-** Esquema de carga térmica em escritório  
**Fonte:** Lamberts (1997)

A maneira como os ocupantes utilizam o espaço também influencia no consumo de energia. Os horários de funcionamento, quando as pessoas chegam e saem, ligam e desligam os equipamentos, abrem e fecham as janelas, acendem ou apagam as luzes devem ser considerados nos cálculos de carga térmica do ambiente que esteja sendo analisado. É importante conhecer o padrão de ocupação e de uso dos equipamentos em edificações para a realização de simulações termo-energéticas.

O trabalho realizado por Moreira et al. (2005) consiste em uma pesquisa realizada em Florianópolis, que foi dividida em duas etapas: definição do número de atividades por edifício comercial e definição do padrão de ocupação e de uso de equipamentos. Através de visitas in loco, entrevistas a funcionários dos edifícios e consulta a sites, verificou-se que as atividades mais comuns encontradas foram: advocacia, odontologia e medicina.

Por atividade constatou-se que:

- Advocacia: média de 4 ocupantes, variando de 1 a 6;
- Odontologia: média de 4 ocupantes, variando de 2 a 6;
- Medicina: média de 4 ocupantes, variando de 2 a 11;
- Engenharia: média de 5 ocupantes, variando de 1 a 10;
- Educação: 7 ocupantes.

Com relação aos horários de trabalho, os expedientes variam das 8 da manhã até às 20 horas, para os dias úteis, sem funcionamento aos sábados, domingos e

feriados. O padrão de uso dos equipamentos foi considerado somente para 9 escritórios de advocacia. Os computadores, impressoras, aparelhos de fax e de som são utilizados em 100% nos horários entre 9 horas e meio dia e entre as 14 e as 18 horas, de segunda-feira a sexta-feira. Os ventiladores e aparelhos de ar condicionado são utilizados alternadamente, funcionando os ventiladores pela manhã e os aparelhos de ar condicionado pela tarde, com utilização mais acentuada no verão, de dezembro a março.

Os aparelhos de modem, geladeiras e filtros d'água funcionam todos os dias da semana, 24 horas por dia. E as cafeteiras são mais utilizadas no período da manhã, em dias úteis. Com relação a iluminação natural, foi verificado grande aproveitamento durante o dia, evitando o uso em 100% das horas do dia. Resultados como estes permitem a montagem de modelos virtuais em programas termo-energéticos, para o estudo do comportamento de uma edificação frente às trocas térmicas com o ambiente.

## 2.7 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Diversos estudos foram realizados com a intenção de verificar a eficiência energética e o desempenho térmico e energético de edificações e analisar seu comportamento diante das variáveis de influência. Esta parte do capítulo aborda alguns dos trabalhos realizados para verificação da eficiência energética em edificações e os resultados obtidos.

Um estudo de referência realizado por Chung e Hui (2009) procurou avaliar a condição de declínio da eficiência energética de edifícios privados escritório em Hong Kong. No estudo, os edifícios de escritórios privados foram divididos em cinco grupos de usuários. Para cada grupo, um modelo de regressão múltipla foi desenvolvido para encontrar a relação entre Intensidades de Uso da Energia (EUIs) e fatores como o horário de funcionamento, para fins de normalização e avaliação comparativa. No trabalho são utilizados os resultados da regressão para o estudo da eficiência energética dos edifícios de escritório privados por diferentes classes.

Em Hong Kong, os edifícios de escritórios estão divididos em três classes (A, B e C) de acordo com a qualidade da instalação da edificação, que se reflete em valores imobiliários. Um edifício classe A é considerado um edifício de luxo. Descobriu-se que os valores de EUIs de edifícios classe A são superiores aos demais, consumindo mais de 50% do total da energia consumida por edifícios de escritórios. Recentemente verificou-se melhoras

nos valores de EUIs dos edifícios em Hong Kong, mesmo com o crescimento de edificações classe A, devido a promoção do programa de eficiência energética na última década (CHUNG; HUI, 2009).

O trabalho elaborado por Pan et al. (2008) utilizou o *software* EnergyPlus para criar modelos para simulação de consumo de energia de dois edifícios localizados no centro de Xangai na China para avaliar as economias nos custos de energia de edificações projetadas com concepção de edifício verde em relação aos edifícios comuns. Os dois edifícios, diferente dos edifícios comumente construídos na região, utilizam alta tecnologia de informática, necessitando de sistema de condicionamento de ar 24 horas por dia, durante o ano todo. A fim de alcançar a redução do consumo de energia, múltiplas estratégias de eficiência energética são empregadas no projeto do edifício: envoltória de alto desempenho, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar.

Através de simulações termo-energéticas, as opções de projeto propostas foram comparadas com valores especificados pela ASHRAE 90.1-2004 (*Budget Building*) para obter referência da economia do modelo proposto com projeto da “prática comum” e mostrar o potencial de desempenho energético. Os valores também são comparados com o modelo definido pelo Código da China para descobrir o custo da economia da energia em relação prática popular de acordo com o China *Public Building Energy Saving Design Standard*. Os resultados das simulações demonstraram que a economia de energia proposta nos edifícios propostos é de aproximadamente 27% em relação ao Código da China e de 21% em relação à ASHRAE.

As variáveis construtivas influenciam no comportamento energético das edificações. Quando essas variáveis são pensadas conjuntamente, o edifício pode apresentar uma boa resposta com relação ao consumo de energia elétrica e ao conforto térmico (DOE, 2005). A utilização de grandes áreas de janelas sem proteções solares, proporções de planta, variação de altura dos edifícios são alguns objetos de análises desses estudos. Grandes áreas de janela têm a inconveniência de permitir ganhos e perdas excessivas de calor. Para amenizar o desconforto, recorre-se ao uso de recursos artificiais com ar condicionado, aumentando o consumo de energia (GHISI; TINKER, 2005).

Uma edificação que aproveita a luz natural e mantém o conforto no interior do ambiente, pode consumir até 10 vezes menos energia para aquecimento do que outro edifício europeu, tendo seu custo elevado em 3 a 5%, que será absorvido em poucos anos (TZIKOPOULOS; KARATZA, 2005).

Um estudo elaborado por Gómez e Lamberts (1995) utilizou como ferramenta o *software* DOE-2.1E para realizar simulações de alternativas para 12 edifícios comerciais, de mesmo uso, área e de mesmos materiais. Os edifícios diferem no número de andares (de 1 a 10 pavimentos), na forma da planta (com proporção de 1:1 quando quadrada e de 1:3 quando retangular), na porcentagem de área de janela por fachada (de 30 e 70%) e na orientação.

Este estudo demonstrou que o consumo de energia elétrica é superior para edifícios de 10 pavimentos, chegando a 36% quando a proporção de área de janela por fachada era de 30% e alcançando 60% quando a razão é alterada para 70%. Com relação a forma da planta, não obtiveram diferenças significativas em relação a edifícios com 30% de área de janela e 1 pavimento.

E com relação à proporção de área de janela por fachada, as alternativas de projeto com maior porcentagem de aberturas, apresentaram maiores consumos de energia. Reduzindo esta razão para 30%, o consumo de energia reduz para 15% em edificações com fator de forma de 1:1 e para 25% para edificações com fator de forma de 1:3.

Em seu trabalho, Bulla (1999) analisou a responsabilidade de influência de parâmetros construtivos no desempenho termo-energético em edifícios de escritórios em Florianópolis. Os resultados das simulações demonstram que as janelas são responsáveis por 13% do consumo de energia, enquanto a transmitância térmica das paredes é responsável por 0,5% e a orientação das fachadas por 5%. O estudo ainda aponta que o coeficiente de sombreamento dos vidros, a razão de janela por fachada, absorvância da parede e cobertura e transmitância térmica da cobertura demonstram relação linear com o consumo de energia.

O estudo realizado por Lee et al. (2001), nos prédios novos do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Santa Catarina, simulou alterações a fim de verificar o comportamento do edifício frente ao consumo de energia. O projeto do edifício adotou as seguintes medidas para promover o uso eficiente de energia elétrica:

- Instalação de um sistema de ar condicionado central;
- Proteções solares nas janelas;
- Aproveitamento de luz natural através de prateleiras de luz;

- Sistema de iluminação artificial composto por lâmpadas T8 de 32W, luminárias com refletor de alumínio de alta pureza e reatores com alto fator de potência.

Foi utilizado o *software VisualDOE* como ferramenta de avaliação das alterações. Como resultado verificou-se que estas medidas de conservação de energia promovem uma redução de 23% no consumo de energia e de 75% na demanda máxima de energia, para um edifício com ar condicionado de janela, iluminação menos eficiente e sem proteções solares nas janelas.

Outra constatação feita pelo estudo determinou que a responsabilidade pelo consumo de energia está dividida em: 28% para o sistema de iluminação, 35% para o ar condicionado e 37% para os demais equipamentos elétricos.

- Com a adoção de parâmetros construtivos mais eficientes proporcionou-se uma economia de 24% do consumo anual de energia elétrica.
- Com relação ao ar condicionado e iluminação, resultou em economia de 38%.

Carlo et al. (2004) simularam protótipos de edificações comerciais em Recife, utilizando os *softwares* DOE 2.1 e *Apolux* para verificar a variação no consumo de energia quando variadas as propriedades térmicas e óticas das janelas da envoltória e controles de liga/desliga para o sistema de iluminação artificial, conforme proposta do Código de Obras do Recife. O resultado detectou um bom desempenho luminoso do ambiente interno em face de alguns limites da proposta do código e um potencial de redução do consumo de energia variando entre 9 e 12%.

Alguns estudos demonstram o desempenho térmico de edificações através de propostas de *retrofit*. É o caso do estudo de um hotel em Florianópolis, elaborado por Melo et al. (2006). Neste estudo foi simulado primeiramente um modelo calibrado sobre o edifício real e detectou-se que 35% do consumo de energia anual eram de responsabilidade do sistema de iluminação, 25% da caldeira e 16% dos demais sistemas. As alternativas de *retrofit* realizadas foram: alteração do sistema de iluminação dos quartos dos hóspedes, alteração do sistema de ar condicionado, aquisição de um gerador de energia elétrica e uso de coletores solares para aquecimento da água.

Todas as alternativas demonstraram redução no consumo de energia, porém verificou-se que essas alternativas representam investimentos altos, inviabilizando a sua

implantação. A única reforma viável economicamente foi a de iluminação, com redução de 10,55% do consumo de energia anual.

Xavier e Cardoso (2007) estudaram o desempenho térmico de edificações em Curitiba através de simulações com o *software Analysis Bio*. O modelo simulado representa a tipologia construtiva da cidade: edifício alto, sem proteção solar e com área de janela por fachada superior a 50%. Este estudo concluiu que a tipologia construtiva citada apresenta-se termicamente adequada para a cidade para o período de verão, pois apresentou percentual de desconforto térmico praticamente inexistente, de acordo com a Carta Bioclimática de Curitiba.

O estudo realizado por Santana (2006) permitiu demonstrar os parâmetros que mais influenciam no consumo de energia na tipologia construtiva em Florianópolis. Seu estudo analisou, através de simulações computacionais pelo *EnergyPlus*, os seguintes parâmetros: fator de projeção; entorno; coeficiente de sombreamento dos vidros; percentual de área de janela na fachada; transmitância térmica das paredes e da cobertura e orientação.

Dentre os parâmetros analisados, a percentagem de janela na fachada foi o que apresentou resultados mais significativos, sendo que a cada 10% de aumento de área de janela, o consumo de energia sobe 2,9%. Para edifícios com grandes áreas de parede, o fator de absorvância demonstrou grande influência, observando redução de 1,9% do consumo de energia para cada alteração de 10% na absorvância. Na comparação entre modelos com paredes claras e escuras, o consumo de energia variou em 15,1%. A utilização de proteções solares, quando simulados para todas as orientações, demonstrou uma redução de 12% no consumo de energia.

O artigo produzido por Westphal e Lamberts (2007) apresentou os resultados da análise do desempenho energético de edificações comerciais através de simulações computacionais. Dois modelos arquitetônicos foram simulados no *software EnergyPlus* com diferentes condições de uso, densidade de carga interna e eficiência do sistema de ar condicionado, variando inclusive componentes construtivos, para três cidades brasileiras: Curitiba, Florianópolis e Salvador. Foram realizadas 23.040 simulações paramétricas, alterando os seguintes valores:

- Tipologia arquitetônica: um e cinco pavimentos;
- Clima: Curitiba, Florianópolis e Salvador;
- Coeficiente de performance: 1,82 e 3,19 W/W;
- Densidade de carga interna: 20 e 50W/m<sup>2</sup>;

- Padrão de uso: 8 e 24 h/dia;
- Capacidade térmica de paredes e coberturas: leves ( $0 \text{ J/m}^2\text{K}$ ) e Pesadas ( $100 \text{ J/m}^2\text{K}$ );
- Transmitância térmica das paredes e coberturas: 0,5; 4,50; 1,00; 2,50 e  $4,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;
- Absortância das paredes à radiação solar: 0,2 e 0,9;
- Absortância das coberturas à radiação solar: 0,2 e 0,9;
- Porcentual de janela nas fachadas: 10 e 90%;
- Fator de projeção do brise horizontal: 0 (sem proteção solar) e 1 (igual a altura da janela)
- Fator de projeção do brise vertical: 0 (sem proteção solar) e 1 (igual a largura da janela)
- Vidros: refletivo, verde e claro.

Verificou-se que os fatores carga interna, padrões de uso e eficiência do ar condicionado foram os mais importantes no consumo de energia dos edifícios, demonstrando que se os projetistas têm pouco controle sobre essas variáveis, à economia de energia prevista por um projeto arquitetônico mais eficiente pode não ser alcançada.

A utilização da energia nos edifícios está intimamente ligada à características de utilização operacional e do espaço e do comportamento de seus ocupantes. O ocupante tem influência devido à sua presença e atividades no edifício e devido a suas ações controladas que visam melhorar as condições do ambiente interno (térmico, qualidade do ar, iluminação ruído). Devido à demanda por edifícios sustentáveis mais edifícios passivos serão construídos. Conseqüentemente, o peso do comportamento do usuário sobre o balanço energético de um edifício aumenta. Na fase de concepção, por exemplo, através de simulações de desempenho, este efeito só pode ser reconhecido atualmente.

No estudo realizado Hoes et al. (2009) o efeito do comportamento do usuário no desempenho da edificação foi avaliado de maneira a auxiliar as soluções de projeto para encontrar edifícios que sejam mais sólidos para a influência no comportamento do usuário. Duas pesquisas desenvolvidas recentemente avaliaram a presença de usuários e sua interação com o ambiente. Os resultados demonstraram que o comportamento do usuário para determinados edifícios devem ser avaliados em pormenores, para permitir a concepção do edifício em função das peculiaridades de sua utilização.

O estudo elaborado por Toftum et al. (2009) utilizou simulações termoenergéticas e condições do ambiente interno para aplicar o método desenvolvido recentemente, baseado na teoria de Rede Bayesian. O método procura estimar e comparar as conseqüências para desempenho dos ocupantes e consumo de energia aplicando critérios de controle de temperatura de acordo com um modelo adaptativo de conforto térmico e do modelo convencional de PMV (Voto Médio Predito).

Simulações foram realizadas para um edifício de exemplo com duas configurações (com e sem sistema de refrigeração de ar), localizado em regiões de climas tropical, subtropical e temperado. O estudo constatou que mesmo que as temperaturas internas fossem significativamente diferentes para as duas configurações do edifício, em especial para clima tropical, o desempenho dos edifícios foi modestamente diferente entre as configurações. Verificou-se que o consumo de energia foi sempre menor para edifícios com configuração sem sistema de refrigeração de ar, em particular para o clima tropical (TOFTUM et al., 2009).

## 2.8 CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA

A escolha de determinada edificação para ser utilizada como referência em estudos sobre eficiência energética requer cautela. Comumente buscam-se edificações que apresentem características representativas de determinada cidade para que sirvam de referência para as demais. Desta maneira, diversos estudos foram elaborados com a intenção de definir a tipologia construtiva para servir de base para simulações computacionais para estudos de eficiência energética.

Carlo et al. (2005) realizaram um levantamento fotográfico que registrou as características externas de duas cidades brasileiras: Florianópolis e São Paulo, e completou com dados registrados em Salvador e Recife. Foram analisadas as seguintes características: número de pavimentos, área de janela na fachada, cor dos vidros e a existência de proteções solares. Foram consideradas 326 edificações em Florianópolis, 126 em São Paulo, 100 em Recife e 46 em Salvador. Na análise de todas as fotografias verificou-se que o número de pavimentos predominante em grandes escritórios é de 10 a 15, a cor dos vidros comumente usada é a cinza e as áreas envidraçadas tendem a ocupar de 41 a 60% da área total da fachada.

O trabalho desenvolvido por Minku et al (2005) verificou as características construtivas de 47 edifícios comerciais construídos entre 1974 e 2003 na cidade de

Florianópolis. Dos 47 edifícios, 20 foram projetados na década de 90 e verificou-se que 33 possuem formas retangulares. O número de pavimentos-tipo varia entre 4 e 12, sendo os edifícios privados em média mais altos que os públicos com 57% com 10 a 12 pavimentos-tipo. As cores dos edifícios mostraram-se bastante diversificadas.

Para a área de janela em relação a fachada, os resultados demonstrados são considerados positivos pelos autores: 73% das fachadas analisadas possuem WWR (*window to wall ratio*) variando de 0 a 40%. E apenas 23% possuem proteção solar. Quanto as coberturas verificou-se que 5 dos 14 edifícios particulares possuíam cobertura em telhas de fibrocimento, enquanto 9 possuíam laje ou outro tipo de telha.

O estudo elaborado por Lima e Amorim (2007), buscou determinar a tipologia construtiva em Brasília, considerando as escalas: Monumental e Gregária, para auxiliar no desenvolvimento de trabalho como avaliação das condições de conforto térmico, luminoso e consumo de energia através de simulações computacionais. Foram analisadas 248 edificações, das quais 133 são públicas e 115 privadas e as características analisadas foram: forma da edificação, orientação da fachada principal, cor dos fechamentos transparentes, uso e tipo de elementos para sombreamento das aberturas e o número de pavimentos.

Este estudo permitiu detectar quatro principais tipologias representativas, com plantas de forma retangular, representando 82% dos casos analisados. O número de pavimentos-tipo predominantes na cidade é de 5 a 10 e a cor dos vidros mais utilizada é a cinza, seguida pelo incolor, refletivo prata e bronze. Com relação ao tratamento da fachada, foram definidos quatro grupos.

- Todas as fachadas totalmente envidraçadas,
- Fachadas parcialmente envidraçadas,
- Uma fachada envidraçada e outra com uso proteção solar,
- Fachadas totalmente protegidas.

As edificações com fachadas totalmente envidraçadas e sem proteção solar são as mais comuns. Neste trabalho ficou evidente a pouca preocupação dos projetistas com os aspectos ambientais uma vez que a tipologia predominante apresenta fachadas totalmente envidraçadas e uso permanente de recursos mecânicos de ventilação e iluminação.

## 2.9 FERRAMENTA DE SIMULAÇÃO

A ferramenta de simulação de desempenho térmico trata-se de um *software* que permite criar um modelo computacional dos processos energéticos de uma edificação que são necessários para manter um ambiente confortável para os ocupantes ou conteúdo desta edificação. Existem diversos *softwares* capazes de auxiliar na análise do desempenho térmico, tais como *DOE*, *BLAST* e *ESP*.

A ferramenta escolhida para ser utilizada neste trabalho foi o *software EnergyPlus*. Este *software* foi desenvolvido em conjunto por U.S. Army Construction Engineering Research Laboratories (CERL), University of Illinois (UI), Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL), Oklahoma State University (OSU), GARD Analytics e Department of Energy (DOE) (CRAWLEY et al., 2004).

Trata-se de um programa de simulação térmica e energética de edificações integrada com seus sistemas, como o ar condicionado, equipamentos, iluminação, combinado com o cálculo de balanço de calor com um ar condicionado genérico. O programa permite caracterização da volumetria da edificação com definição dos componentes construtivos, das cargas instaladas de iluminação e equipamentos, de um sistema de condicionamento de ar e dos padrões de uso e ocupação.

O sistema é separado por módulos, fato que facilita a organização do trabalho individual ou integrado da ferramenta. Dentre os módulos existentes, tem-se a configuração de volumetria através de valores cartesianos, permitindo a criação de zonas (representando os ambientes a serem estudados) organizadas por faces do volume correspondente a edificação. São gerados os planos referentes às paredes, lajes de piso, laje de cobertura, cobertura, esquadrias.

Outro módulo é referente aos materiais de cada parte da volumetria, com suas propriedades físicas, que serão utilizadas nos cálculos de fluxo de calor. Existem também os módulos referentes ao sistema de condicionamento de ar (que permite a determinação do tipo de sistema, sua eficiência, definição das temperaturas máximas e mínimas), padrões de uso e ocupação do espaço (com horários de acionamento de luminárias, equipamentos, número de ocupantes), infiltração e trocas de ar com ambiente externo. É possível inclusive incluir coletores de água pluvial, coletor solar, umidificadores e sistemas de gás.

Com os dados carregados, o *software* realiza todos os cálculos de carga térmica para cada hora do dia, de acordo com os dados climáticos na cidade determinada, as

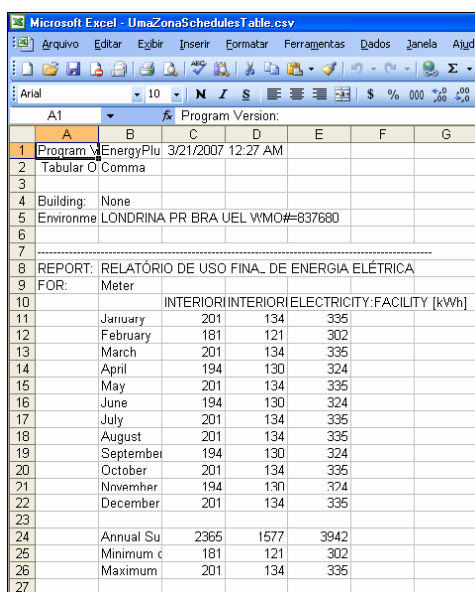
temperaturas internas e externas, a envoltória da edificação e demais sistemas, permitindo uma análise energética através dos relatórios de resultados (*Excel* e *AutoCAD*).

Ele utiliza o método dos fatores de resposta, que consiste na técnica de solução de um sistema de equações lineares, considerando o efeito da temperatura sobre o fluxo de calor (LAMBERTS, 2000). O *software* apresenta diversos recursos de configuração e cálculo, mas para o objetivo deste trabalho ele possibilita:

- Comparação entre Temperaturas Internas e Externas;
- Consumo de Ar Condicionado por horário;
- Decomposição do Consumo em três categorias: iluminação, equipamentos elétricos e ar condicionado ao longo do ano.

O *software EnergyPlus* 2.2.0 fornece, após cada simulação, planilhas que contêm os dados de entrada e saída. Dentre os dados informados, tem-se a planilha de consumo de energia, em função da utilização do ar condicionado. De acordo com as trocas térmicas do ambiente interno com o meio externo, ao longo do dia, é possível configurar um sistema de ar condicionado que será acionado para aquecimento ou resfriamento toda vez que a temperatura interna sai da zona de conforto determinada pelo usuário do *software*.

Neste relatório, podem ser vistos os valores de consumo de energia, em kWh, de cada mês do ano divididos em três categorias: iluminação, equipamentos elétricos e ar condicionado, como mostra a Figura 4.



A1	Program Version:					
A	B	C	D	E	F	G
1	Program	EnergyPlus	3/21/2007	12:27 AM		
2	Tabular	Comma				
3						
4	Building:	None				
5	Environment	LONDRINA PR BRA UEL WMO#-837680				
6						
7	-----					
8	REPORT: RELATÓRIO DE USO FINAL DE ENERGIA ELÉTRICA					
9	FOR:	Meter				
10			INTERIOR	INTERIOR	ELECTRICITY: FACILITY	[kWh]
11	January		201	134	335	
12	February		181	121	302	
13	March		201	134	335	
14	April		194	130	324	
15	May		201	134	335	
16	June		194	130	324	
17	July		201	134	335	
18	August		201	134	335	
19	September		194	130	324	
20	October		201	134	335	
21	November		194	130	324	
22	December		201	134	335	
23						
24	Annual Sum		2365	1577	3942	
25	Minimum		181	121	302	
26	Maximum		201	134	335	
27						

**Figura 4-** Exemplo da planilha emitida pelo *EnergyPlus*

O *software* emite um modelo 3D em formato dwg, compatível com o programa Auto CAD que permite a visualização da volumetria criada e confirmação e/ ou correção das medidas colocadas na entrada de dados. Outro relatório apresenta os dados de temperatura interna e externa de cada zona criada na volumetria, permitindo comparação de comportamento com dados medidos in loco.

O programa indica após cada simulação realizada se ocorreram erros nos dados de entrada e que tipo de erro ocorreu, orientando o simulador para conferência e correção dos problemas. Um relatório de erros e um resumo dos dados de entrada permitem correção rápida e eficaz.

### 3 MÉTODOS E MATERIAIS

Para alcançar os objetivos propostos, a estratégia de pesquisa adotada foi de estudo de caso. A metodologia pode ser dividida em três partes: caracterização da tipologia construtiva de edifícios de escritórios, simulação do caso base e simulação das alterações das variáveis.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

A partir do objetivo deste trabalho, que é estudar o comportamento de um caso base frente às alterações das variáveis construtivas e de uso de equipamentos e ocupação, mantendo-se fixas as condições climáticas, fez-se necessário determinar um modelo. Este modelo é uma sala comercial de um edifício de escritórios típico da cidade, que apresenta características físicas representativas e condizentes com a realidade londrinense.

Carlo et al. (2005) colocam que os protótipos são elementos representativos da realidade construtiva, apresentando um conjunto de características reduzidas a fim de atender a um objetivo específico. É um modelo que representa uma população. Para poder determinar uma sala representativa (caso base) tornou-se necessário conhecer as condições reais dos edifícios comerciais em Londrina, através de um levantamento de campo e junto aos órgãos públicos.

##### 3.1.1 Levantamento de Dados

Para definição do caso base para o estudo, foi necessário realizar um levantamento de dados, que foi dividido em cinco etapas. Cada etapa previu a obtenção de dados inicialmente abrangentes até dados específicos das edificações de maneira a conhecer o universo a ser explorado e gradativamente impor critérios para selecionar apenas as edificações que são consideradas objetos deste estudo.

Conforme as informações foram obtidas e os dados analisados, a metodologia foi sendo adaptada. A princípio, foi verificada a existência de 172 edifícios, número reduzido para 54, conforme as etapas e suas respectivas metodologias descritas a seguir.

**a) Primeira Etapa:**

O objetivo desta etapa foi conhecer o universo da tipologia construtiva de edifícios de escritórios na cidade de Londrina. Trata-se de uma pesquisa ampla para definição de uma relação dos edifícios comerciais na cidade de Londrina. Esta etapa consistiu na obtenção de uma lista dos edifícios comerciais fornecida pela Prefeitura Municipal de Londrina. Nesta lista constavam o nome e o endereço de todos os edifícios que possuem comércio, inclusive os edifícios residenciais com lojas ou salas comerciais no pavimento térreo, que não são objeto de estudo neste trabalho (Apêndice A).

Foram eliminados os edifícios que possuíssem uso misto e shoppings através da leitura de identificação dos nomes. A primeira lista apresentada pela Prefeitura Municipal de Londrina continha 172 edifícios e foi reduzida para 90 edifícios.

**b) Segunda Etapa:**

O objetivo da segunda etapa foi realizar uma restrição da lista de edifícios comerciais fornecida pela Prefeitura Municipal de Londrina, selecionando somente os edifícios que:

- Apresentam uso exclusivo para escritórios;
- São edifícios particulares;
- Construções com 5 ou mais pavimentos.

Foram realizadas consultas a Lista Telefônica Editel de Londrina, ao Guia Editel Aqui 2007 (lista de endereços e telefones) e ao *site* Guia Mais ([www.guiamais.com.br](http://www.guiamais.com.br)) para verificação dos edifícios que deveriam ser retirados da lista. Foram excluídos 30 edifícios que possuíam menos de 5 pavimentos e edifícios públicos. A lista obtida como resultado desta etapa contém nome e endereço completos e número de pavimentos de 60 edifícios.

**c) Terceira Etapa:**

O objetivo desta etapa foi elaborar uma lista com dados completos dos edifícios pertencentes ao universo de estudo. Foi utilizada como base a lista da etapa anterior e foram acrescentadas informações em forma de ficha técnica, tais como:

- Nome completo;
- Endereço completo;
- Data do Alvará;
- Arquiteto;
- Construtora;
- Engenheiro responsável;
- Áreas (total, por pavimento tipo e por sala);
- Número de pavimentos;
- Número de Pavimentos-Tipo;

Os dados: data do alvará, arquiteto, construtora, engenheiro e as áreas foram obtidos junto a Prefeitura Municipal de Londrina, no setor de cadastro de projeto. Foram fornecidos os projetos arquitetônicos de cada prédio para análise dos dados do carimbo.

**d) Quarta Etapa:**

O objetivo desta etapa foi complementar a listagem anterior com dados físicos do edifício e de uso e ocupação de cada uma das salas de todos os edifícios selecionados (Apêndices A e B). Foram realizadas visitas e tiradas fotografias de todos os edifícios para obtenção dos seguintes dados:

- Proporção da forma da planta;
- Orientação solar;
- Porcentagem de área de janela em cada fachada;
- Cor da fachada;
- Existência de proteção solar em cada fachada;
- Tipo de proteção solar;
- Cor do vidro;
- Tipo de Atividade.

Durante as visitas foram verificados que alguns edifícios possuíam menos de 5 pavimentos. Estes edifícios foram eliminados juntamente com outros que possuíam ocupação de apenas uma empresa. O número final de edifícios cadastrados e significantes para esta pesquisa é 54.

O resultado foi a criação de fichas individuais de cada um dos 54 edifícios considerados como universo de estudo. A relação total dos edifícios é apresentada no Apêndice A e as fichas individuais são apresentadas no Apêndice F. Este estudo permitiu determinar as características mais representativas dos edifícios de escritório em Londrina.

#### **e) Quinta Etapa:**

Nesta etapa as fichas de cadastro dos edifícios foram analisadas para determinação da tipologia construtiva. A determinação do edifício representativo na cidade correu em função de algumas características importantes observadas nas etapas anteriores e que são tidas como fixas para os edifícios, ou seja, não podem ser alteradas por intervenção posterior a execução. Definiram-se como critério de classificação as características apresentadas a seguir. Esta classificação permitiu reduzir a apenas dois edifícios que foram considerados edifícios típicos.

- Data de alvará;
- Número de pavimentos-tipo;
- Salas por pavimento-tipo;
- Proporção da forma da planta;
- Área das salas.

#### **f) Sexta Etapa**

Após analisadas as fichas de cada edifício e determinada a tipologia construtiva de edifícios de escritórios na cidade de Londrina, foi possível iniciar a caracterização do caso base. O caso base é uma sala comercial que pertence a um dos edifícios típicos e é ocupada pela atividade comercial de maior ocorrência. O objetivo foi trabalhar com uma sala comercial que possuísse as soluções arquitetônicas em seu envelope comumente adotadas pelos profissionais da construção civil em Londrina. Assim que foi definida a sala a ser estudada, foi realizado um levantamento de dados mais aprofundado

através de visitas ao local, entrevistas com projetistas, funcionários e ocupantes, levantamento fotográfico e medições (Apêndice C, D e E), buscando as seguintes informações:

- Configuração Arquitetônica:
  - Planta do Projeto Executivo (arquitetônico);
  - Projetos Complementares;
  - Memorial especificativo (definições de materiais de fachada, esquadrias, pintura e acabamentos);
  - Detalhes construtivos (painéis de vidro, proteções solares).
- Configuração de Uso e Ocupação;
  - Layout de Ocupação;
  - Esquema Elétrico (luminárias);
  - Densidade Ocupacional;
  - Equipamentos e utensílios elétricos;
  - Padrão de ocupação e uso de equipamentos. (Observação: é necessário um esquema de horário completo, considerando as horas de chegada e saída dos ocupantes, de uso dos equipamentos, abertura de janelas; para cada hora do dia, durante a semana toda);
  - Conta de luz com consumo de energia mensal.

### 3.2 SIMULAÇÃO DO CASO BASE

Após a obtenção de todos os dados necessários, foi realizada a simulação do caso base. O programa utilizado, o *EnergyPlus*, requer que diversos dados sejam inseridos para realizar a simulação. Os principais dados a serem inseridos são:

- Dados climáticos:
  - Arquivo TRY (Ano Climático de Referência);
  - Dias típicos de projeto de verão;
  - Dias típicos de projeto de inverno
- Dados de Projeto:
  - Dimensões da sala (planta, paredes e laje);
  - Dimensões das esquadrias;
  - Orientação das fachadas;

- Elementos de proteção solar e detalhes construtivos;
- Cor e materiais da fachada, das lajes e esquadrias.
- Dados de Padrão de Uso e Ocupação:
  - Horários de ocupação da sala;
  - Padrão de uso de equipamentos;
  - Densidade de carga interna (pessoas e equipamentos).

Os resultados do programa são apresentados em planilhas de Excel que demonstram os valores de consumo de energia, em kWh, de cada mês do ano, separado nas seguintes categorias: ventilação, aquecimento, resfriamento, iluminação e equipamentos. São apresentadas também planilhas com as temperaturas internas e externas obtidas a cada 15 minutos durante o ano inteiro, entre outras informações.

Após a montagem de qualquer modelo virtual em um programa é importante realizar algum tipo de calibração do modelo elaborado para confirmar que os valores apresentados nas planilhas de resultados são condizentes com a realidade. Por se tratar de uma ferramenta complexa e utilizar um número grande de variáveis é necessário assegurar que nenhuma falha grave ocorreu durante o percurso.

Foram utilizados dois métodos de calibração do modelo: análise do consumo de energia real através da conta de luz e através de simulação de variáveis (absortância e carga interna). Na comparação com a conta de luz da Copel foi considerado somente o valor do mês de outubro porque foi o mês em que foi realizado o levantamento e para o qual foi considerado o padrão de uso de equipamentos e ocupação.

No segundo momento, o caso base foi calibrado através de simulações teste para verificação de sua capacidade de representar a situação real. Foram realizadas alterações de algumas variáveis controladas: absortância térmica das paredes externas e carga interna de equipamento. Para absortância térmica das paredes externas foram considerados os valores 0,2 a 0,9, em intervalos de 10%. Para a carga interna de equipamentos, foram considerados valores acima e abaixo do caso base.

### 3.3 SIMULAÇÃO DAS ALTERAÇÕES:

#### 3.3.1 Simulação das Alterações das Variáveis Construtivas

Após ter definido o caso base e obtido os resultados das suas simulações, foram simuladas as alterações de cada variável separadamente, mantendo as demais fixas. Na primeira etapa foram simuladas as alterações das variáveis construtivas. As variáveis construtivas foram definidas de acordo com a revisão bibliográfica, sendo eleitas as variáveis de maior influência no consumo de energia e na variação de temperatura em edificações e variáveis que estão sob o controle de projetistas e podem ser alteradas na etapa de projeto ou em proposta de *retrofit*. Os seguintes itens foram alterados para valores mínimos e máximos, para cada modelo gerado:

- Proporção da forma da planta;
- Absortância térmica das paredes externas;
- Transmitância térmica de todas as paredes;
- Porcentagem de área de janela em relação à fachada (WWR);
- Tipo de vidro;
- Proteção solar para sombreamento das aberturas: *brises* verticais nas fachadas leste e oeste e verticais e horizontais nas fachadas norte e sul.

Os valores das alterações simuladas são demonstrados na Tabela 4. Os valores adotados nas simulações das alterações foram definidos de acordo com os dados do caso base e da realidade londrinense. Consideraram-se, a partir dos dados do caso base, valores mínimos e máximos adotados para cada variável, sempre em função dos valores obtidos no levantamento realizado nas edificações na cidade de Londrina.

**Tabela 4-** Valores das variáveis construtivas para simulação.

Característica Arquitetônica	Valor Caso Base		Valor Mínimo	Valor Máximo
Proporção da forma da planta (m)	retangular	4,90 x 10,60m	7,20 x 7,20m	10,60 x 4,90m
Absortância paredes externas ( $\alpha$ )	0,5		0,2 (cor clara)	0,8 (cor escura)
Transmitância das paredes (U: W/m <sup>2</sup> .K)	1,61		0,98	5,04
WWR	12 a 18%		10 e 20%	40%
Tipo de vidro	Incolor 3mm		Fumê 3mm e Refletivo 6mm	
Sombreamento das aberturas	sem proteção		-	com proteção

A forma da planta do caso base é retangular e considerou-se de maneira simplificada a proporção de 1:2. A partir deste valor, definiu-se como valor mínimo a planta quadrada, adotando a proporção de 1:1. E como valor máximo, considerou-se a proporção 2:1, invertendo a proporção das fachadas em relação à orientação solar.

O valor da absortância térmica das paredes externas observada no caso base é de 0,3. No entanto a maioria dos edifícios analisados apresentou valores de absortância térmica das paredes externas de 0,4. Adotou-se um valor mediano de 0,5 para viabilizar o estudo com valores mínimos (0,2) e máximos (0,8).

A parede do edifício adotado como modelo é constituída de alvenaria de tijolos vazados com reboco nos dois lados, com espessura total das paredes externas de 25cm e das paredes internas de 20cm. De acordo com a NBR 15220 (ABNT, 2005), o valor da transmitância térmica de uma parede com os seguintes componentes é 1,61W/m<sup>2</sup>.K:

- Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na maior dimensão;
- Dimensões do tijolo: 10,0 x 20,0 x 20,0cm;
- Espessura da argamassa de assentamento: 1,0cm;
- Espessura da argamassa de emboço: 2,5cm;
- Espessura total da parede: 25,0cm.

Para a simulação das alterações, considerou-se da mesma norma como valor mínimo uma parede dupla de tijolos com reboco dos dois lados, apresentando transmitância térmica de 0,98 W/m<sup>2</sup>.K, conforme detalhado a seguir:

- Parede dupla de tijolos de 8 furos circulares, assentados na maior dimensão
- Dimensões do tijolo: 10,0x20,0x20,0 cm
- Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm
- Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm
- Espessura total da parede: 46,0 cm

O valor máximo considerado foi de concreto maciço de 5cm de espessura total, com valor de transmitância térmica das paredes de 5,04 W/m<sup>2</sup>.K. A porcentagem de área de janela em relação a fachada foi definida em função da porcentagem de janela em cada uma das fachadas. Na fachada Oeste do modelo, verificou-se 18% de área de janela em relação a área da fachada, enquanto na fachada Sul este valor foi de 12%. Foram adotados dois valores mínimos, de 10% e de 20% para as duas fachadas, de maneira a permitir comparação e análise de valores. Para valor máximo, foi considerado 40%, para as duas fachadas porque de acordo com o levantamento na cidade de Londrina verificou-se ser este o valor de maior ocorrência.

O tipo de vidro observado no caso base é incolor de 3mm. Considerou-se a opção de vidros fumê 3mm e vidros refletivos de 6mm. O caso base não possui nenhum tipo de sombreamento das aberturas. Também não foi considerado nenhum valor mínimo, adotaram-se proteções solares verticais e horizontais (conforme fachada) com avanço de 50cm sobre as aberturas. Observa-se que não foi considerada na análise dos materiais da cobertura da edificação. O enfoque deste trabalho está no consumo de energia de salas comerciais de um edifício vertical. A maior ocorrência é a repetição de salas intermediárias que não sofrem influência das trocas térmicas da cobertura. Desta maneira considerou-se que a sala do caso base está entre duas salas similares.

### 3.3.2 Simulação das Alterações das Variáveis de Uso e Ocupação

Na segunda etapa de simulação das alterações, foram simuladas as alterações das variáveis de uso e ocupação. O caso base foi fixado para as características construtivas e foram alterados os seguintes valores, para mínimos e máximos:

- Número de ocupantes;
- Número de equipamentos;
- Número de luminárias.

Os valores das alterações simuladas são demonstrados na Tabela 5. Os valores adotados, como nas simulações das alterações das variáveis construtivas, também foram definidos de acordo com os dados do caso base e da realidade londrinense.

**Tabela 5-** Valores das variáveis de uso e ocupação para simulação – Caso Base.

<b>Característica de Uso e Ocupação</b>	<b>Valor Caso Base</b>	<b>Valor Mínimo</b>	<b>Valor Máximo</b>
Ocupantes	3	1	10
Iluminação (W)	735	210	1050
Equipamentos (W)	505	145	1560

Os números de ocupantes e de equipamentos foram variados de acordo com a possibilidade de layout, espaço e atividade realizada no caso base. O escritório considerado como caso base apresenta 3 ocupantes, ou seja, 3 advogados que trabalham 8 horas por dia de segunda-feira a sexta-feira e 4 horas aos sábados. Considerou-se a alteração do número de ocupantes para 1 (somente um advogado trabalhando) e 10 ocupantes (três advogados, atendendo 2 pessoas cada e uma secretária trabalhando na recepção).

O sistema de iluminação foi considerado de acordo com a carga encontrada no caso base, de 735W, referentes a 7 luminárias com duas lâmpadas fluorescentes de 40W cada e as perdas dos reatores. Para a simulação das alterações de carga interna de iluminação, adotou-se o valor mínimo de 210W considerando 2 luminárias com duas lâmpadas fluorescentes de 40W cada, sendo que este valor representa 4,04W/m<sup>2</sup>.

Para o valor máximo, adotou-se 1050W, considerando 10 luminárias com duas lâmpadas fluorescentes de 40W cada, sendo que este valor representa 20,25W/m<sup>2</sup>. Os equipamentos observados no escritório, definido como caso base, são apresentados na Tabela 6. A carga total referente aos equipamentos é de 505W para o caso base.

**Tabela 6-** Padrão de cargas e de uso dos equipamentos.

<b>Equipamento</b>	<b>Qtd</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Uso/dia</b>	<b>Potência</b>	<b>Potência Total</b>
Frigobar	01	Electrolux	RE-80 79litros	Contínuo	70W	70W
Notebook	03	HP	HP dvd 6150br	9 horas	120W	360W
Impressoras	03	HP	Deskjet 1310	9 horas	25W	75W

O valor mínimo considerado foi de 145W, ou seja, com uso somente de um notebook e uma impressora. O valor máximo adotado considerou acréscimo de equipamentos, resultado na carga total de 1560W, conforme descrito na Tabela 7.

**Tabela 7-** Padrão de cargas e de uso dos equipamentos.

Equipamento	Qtd	Potência	Potência Total (W)
Geladeira	1	90	90
Notebook	4	120	480
Impressoras	4	25	100
Som	1	80	80
Tv na sala de espera	1	110	110
Aspirador de Pó	1	100	100
Cafeteira	2	300	600

### 3.3.3 Análise dos Resultados

Nos dois casos de simulações das variáveis foram emitidos relatórios que apresentaram o consumo de energia anual separado de acordo com os usos finais: ventilação, aquecimento, resfriamento, iluminação e equipamentos. A análise dos resultados foi realizada por comparação dos valores obtidos nas simulações das quatro orientações do caso base com os resultados das simulações das quatro orientação de cada alteração. Os valores do caso base foram somados por orientação solar e comparados com os totais das alterações das variáveis, como mostra a Tabela 8.

**Tabela 8-** Exemplo da planilha para análise dos resultados das simulações.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
<b>Nordeste</b>	300	1	1829	2071	1839	<b>6040</b>	-0.13%
<b>Noroeste</b>	299	1	1754	2071	1839	<b>5964</b>	0.15%
<b>Sudeste</b>	253	5	1541	2071	1839	<b>5709</b>	-1.04%
<b>Sudoeste</b>	236	8	1383	2071	1839	<b>5537</b>	-1.14%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>2.25%</b>	<b>-11.76%</b>	<b>-1.45%</b>				

A Tabela 8 apresenta nas linhas os valores por orientação solar. Da segunda a sexta coluna são mostrados os valores de consumo de energia anual por uso final. A sétima coluna apresenta os resultados do consumo de energia total. A última coluna apresenta em

porcentagem a comparação com o resultado obtido no caso base. Valores negativos representam redução do consumo de energia em relação ao caso base, enquanto valores positivos representam aumento no consumo de energia.

A última linha da coluna apresenta, em porcentagem, a comparação de três usos finais (ventilação, aquecimento e resfriamento) com a somatória dos mesmos usos finais do caso base. Esta linha serve para mostrar, na média das quatro orientações, o comportamento do modelo, indicando em qual uso final ocorreu aumento e redução do consumo de energia em relação ao caso base. A análise de todos esses relatórios permitiu definir o impacto das variáveis construtivas e de uso e ocupação no consumo de energia anual, como é apresentado no capítulo 5.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta a análise dos resultados dos levantamentos que permitiram determinar a tipologia construtiva de edifícios de escritórios na cidade de Londrina. A análise considerou, para os edifícios catalogados: data, altura, proporção da forma da planta, área, número de salas por pavimento tipo, porcentagem de área de janela na fachada, cor da fachada, cor do vidro, atividades e atividades por região.

A determinação da tipologia construtiva partiu da análise geral dos dados utilizando critérios que auxiliassem a caracterização de um edifício típico da cidade. Os critérios utilizados para determinação do caso base foram: data de alvará, altura do edifício, número de salas por pavimento, forma da planta e área de sala. Em seguida são apresentados os resultados das três etapas da simulação.

Na primeira etapa foi simulado o caso base, para as quatro orientações. Na segunda etapa, foram simuladas as alterações das variáveis construtivas e na terceira etapa, as variáveis de uso e ocupação.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA

#### 4.1.1. Análise por Data

Foram analisados 54 edifícios, que consistem no universo de estudo. A análise das datas de alvará permitiu determinar que o edifício mais antigo é Edifício Autolon, projetado por Villanova Artigas em 1950, enquanto o edifício mais novo é o Edifício Eurocenter, cuja data de alvará consta de 2004. De acordo com a Tabela 9, a maior produção de edifícios de escritório em Londrina ocorreu na década de 80, com 24 edifícios, seguida pela década de 90, com 17 edifícios.

**Tabela 9-** Relação quantidade de edifícios por década.

<b>Data - Alvará</b>	<b>Quantidade de Edifícios</b>
Década de 50	2
Década de 60	3
Década de 70	3
Década de 80	24
Década de 90	17
A partir de 2000	5

#### 4.1.2. Análise por Número de Pavimentos-Tipo

Como critério de seleção de edifícios verticais, determinou-se que o número mínimo seria de 5 pavimentos, para que fossem consideradas edificações com número significativo de repetições de andares e salas. Com relação ao número de pavimentos-tipo, o edifício mais alto é o Edifício Oscar Fuganti com 25 pavimentos-tipo.

A maioria dos edifícios, 18,52%, apresentam 9 pavimentos-tipos, sendo que em seguida 14,81% dos edifícios apresentam 7 pavimentos-tipos, conforme apresentado na Tabela 10.

**Tabela 10-** Relação quantidade de edifícios por número de pavimentos-tipo.

<b>Número de Pavimentos-Tipo</b>	<b>Quantidade de Edifícios</b>	<b>Porcentagem</b>
5	2	3,70%
6	6	11,11%
7	8	14,81%
8	3	5,56%
9	10	18,52%
10	4	7,41%
11	5	9,26%
12	2	3,70%
13	1	1,85%
14	1	1,85%
15	3	5,56%
17	4	7,41%
18	1	1,85%
19	2	3,70%
20	1	1,85%
25	1	1,85%

A Figura 5 apresenta fotografias das fachadas de exemplos de edifícios observados no levantamento com número de pavimentos-tipo: 5 (exemplo de edifício mais baixo), 9 (exemplo de edifício de maior representatividade) e 25 (edifício mais alto da cidade), respectivamente.



**Figura 5-** Fotografia de edifícios de 5, 9 e 25 pavimentos-tipo.

#### 4.1.3 Análise por Salas por Pavimento-Tipo

Quando analisados com relação ao número de salas por pavimento-tipo, 44,44% dos edifícios apresentaram 4 salas por pavimento, seguido por 18,52% dos edifícios que apresentaram 2 salas por pavimento. Vale ressaltar que apenas dois edifícios apresentam números diferentes de sala por pavimento e apenas três apresentam mais que 10 salas por andar. A Tabela 11 apresenta a relação do número de salas por pavimento-tipo, e a Figura 6 apresenta a fachada de um exemplo de edifício com quatro salas por pavimento-tipo.

**Tabela 11-** Relação número de salas por pavimento-tipo.

Número de Salas por Pavimento-Tipo	Quantidade de Edifícios	Porcentagem
1	2	3,70%
2	10	18,52%
3	3	5,56%
4	24	44,44%
5	3	5,56%
6	3	5,56%
8	4	7,41%
10	1	1%
11	1	1%
14	1	1%
Variado	2	2%

**Figura 6-** Fotografia de edifício com quatro salas por pavimento-tipo.

#### 4.1.4 Análise por Forma da Planta

Para simplificação, as possíveis formas de planta foram reduzidas para quadrada, retangular e irregular. Considerou-se quadrada as plantas cuja largura e comprimento possuíssem dimensões aproximadas, na proporção de 1:1. Retangulares são as plantas que apresentam diferença considerável entre a largura e o comprimento, sendo no

mínimo 1:2. E irregulares são as plantas que apresentam uma forma diferente de um retângulo.

Mais de 60% dos edifícios apresentaram plantas retangulares. Na seqüência, quase 30% dos edifícios apresentaram plantas quadradas. A Tabela 12 apresenta a relação de quantidade de edifícios por forma da planta e a Figura 7 apresenta fachadas de edifícios com plantas que foram consideradas de forma quadrada, retangular e irregular, respectivamente.

**Tabela 12-** Relação quantidade de edifícios por forma da planta.

Forma da Planta	Número de Edifícios	Porcentagem
Quadrada	16	29,63%
Retangular	33	61,11%
Irregular	5	9,26%



**Figura 7-** Fotografias de Edifícios com planta quadrada, retangular e irregular.

#### 4.1.5 Análise por Área das Salas

Os edifícios foram divididos em três grupos de acordo com a área por sala. As categorias consideradas foram: salas de até 50m<sup>2</sup>, salas de 50 a 100 m<sup>2</sup> e salas acima de 100m<sup>2</sup>. Não foram verificadas salas com mais de 150m<sup>2</sup>, com exceção dos edifícios que possuem somente uma sala por andar. Mesmo neste caso, constatou-se que alguns andares

foram divididos em salas menores. Este fato possibilitou reduzir para três o número de categorias para classificação.

De acordo com a análise, 70% das salas têm até 50m<sup>2</sup>, conforme apresentado na Tabela 13. A Figura 8 apresenta fotografias de edifícios com salas que foram consideradas com área até 50m<sup>2</sup>, de 50 a 100m<sup>2</sup> e acima de 100m<sup>2</sup>, respectivamente.

**Tabela 13-** Relação quantidade de edifícios por tamanho de sala.

Tamanho da Sala	Quantidade de Edifícios	Porcentagem
até 50m <sup>2</sup>	38	70,37%
de 50 a 100 m <sup>2</sup>	14	25,93%
acima de 100m <sup>2</sup>	2	3,70%



**Figura 8-** Fotografias de edifícios de até 50m<sup>2</sup>, de 50-100m<sup>2</sup> e mais de 100m<sup>2</sup>.

#### 4.1.6 Análise por Cor

A maioria dos edifícios construídos em Londrina foram projetados para utilizarem cores claras e com tendências de pigmentação avermelhada devido a manutenção facilitada em um local onde a terra, a base de argila, é vermelha.

De acordo com Lamberts (1997), para cores claras a absorvância varia de 0,2 a 0,5. A determinação da absorvância das edificações foi realizada pela análise visual das fachadas de cada caso, conforme Tabela 14 e Figura 9, seguindo as seguintes referências:

**Tabela 14-** Relação de valor de absorvância por cor da fachada.

Absorvância	Cor de referência	Absorvância	Cor de referência
0,2	Branco	0,6	Cor de tijolo
0,3	Bege, cinza claro e amarelo	0,7	Marrom médio
0,4	Marrom claro	0,8	Vermelho terracota
0,5	Mostarda	0,9	Preto

**Figura 9-** Fotografias de edifícios de absorvância 0,2; 0,4 e 0,8.

A análise das fachadas determinou que os valores de absorvância mais comuns são: 0,2; 0,3 e 0,4, indicando que as cores mais utilizadas são cores claras que vão do branco ao marrom claro. Conforme apresentado na Tabela 15 tons de marrom claro são os mais utilizados na cidade, sendo mais de 30% dos casos.

Verifica-se que as cores claras, com absorvância até 0,5 somam quase 80% dos casos analisados. As cores escuras, com absorvância de 0,8 são menos de 10% do total.

**Tabela 15-** Relação absorvância por fachada nos 54 edifícios.

	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8
<b>Norte</b>	20,37%	24,07%	31,48%	3,70%	11,11%	9,26%
<b>Leste</b>	16,67%	25,93%	31,48%	5,56%	11,11%	9,26%
<b>Sul</b>	20,37%	22,22%	31,48%	5,56%	11,11%	9,26%
<b>Oeste</b>	16,67%	27,78%	31,48%	3,70%	11,11%	9,26%

É importante explicar a metodologia utilizada para a determinação da orientação das fachadas. Londrina possui um traçado ortogonal na região central. A maioria dos edifícios de escritórios está localizada nesta região, motivo que facilitou a determinação das orientações com os mapas da cidade. Alguns edifícios, porém apresentam implantação sem relação com este traçado, porém nenhum demonstrou complexidade para determinação de sua orientação solar.

#### 4.1.7 Análise por Porcentagem de Janela na Fachada

De acordo com a Tabela 16 verifica-se que a maior parte dos edifícios, mais de 30%, possui de 21 a 40% de janela em relação à área de fachada, nas quatro fachadas, conforme Figura 10. Uma observação interessante a ser feita nesta análise é quanto a porcentagem de janela na fachada oeste.

Mesmo apresentando menos de 50% de abertura na maior parte dos casos, verifica-se que 16,67% dos casos apresentam de 81 a 100% de aberturas, demonstrando certa despreocupação dos projetistas quanto à proteção solar nesta fachada.

**Tabela 16-** Relação porcentagem de janela na fachada.

	Até 20%	De 21 a 40%	De 41 a 60%	De 61 a 80%	De 81 a 100%
<b>Norte</b>	25,93%	35,19%	24,07%	5,56%	9,26%
<b>Leste</b>	18,52%	33,33%	27,78%	11,11%	9,26%
<b>Sul</b>	24,07%	33,33%	22,22%	9,26%	11,11%
<b>Oeste</b>	18,52%	31,48%	22,22%	11,11%	16,67%



**Figura 10-** Fotografia de edifício de WWR de 21 a 40%.

#### 4.1.8 Análise da Cor do Vidro

O levantamento demonstrou que a maioria dos edifícios apresenta vidros incolor, seguidos por vidros fumê. Os vidros que apresentam bons desempenhos térmicos são utilizados em pequena porcentagem dos casos. É importante ressaltar que na fachada oeste tem-se apenas 3,92% de vidros verdes e 1,96% de vidros azuis. A Tabela 17 apresenta a relação cor de vidro por fachada e a Figura 11 apresenta exemplo de edifício de vidro incolor.

**Tabela 17-** Relação cor do vidro por fachada.

	Incolor	Fumê	Incolor e Fumê	Azul	Verde
<b>Norte</b>	57,14%	32,65%	4,08%	2,04%	4,08%
<b>Leste</b>	54,00%	36,00%	6,00%	2,00%	2,00%
<b>Sul</b>	60,00%	30,00%	2,00%	4,00%	4,00%
<b>Oeste</b>	52,94%	35,29%	5,88%	3,92%	1,96%



**Figura 11-** Fotografia de edifício com vidro incolor

#### 4.1.9 Análise da Proteção Solar

Dos edifícios analisados, apenas 9 apresentaram algum tipo de proteção solar. Destes, somente um possui *brises* elaborados para proteção solar com preocupação específica para orientação solar. O Edifício Autolon, conforme indicado na Figura 12 esquerda, foi projetado com *brises* horizontais móveis na fachada oeste, permitindo ao usuário o controle da incidência solar nas esquadrias e da iluminação natural. As demais proteções solares são recursos de arquitetura que acabam gerando algum tipo de proteção sobre as esquadrias, reduzindo a incidência solar, como mostra a Figura 12. A Tabela 18 apresenta os edifícios, os tipos de proteção solar utilizados e as fachadas com tais elementos.

**Tabela 18-** Relação proteção solar por fachada.

Nº	Edifício	Fachada	Tipo de proteção solar
1	Autolon	Oeste	<i>Brises</i> horizontais móveis – 30cm
2	Comendador Julio Fuganti	Leste e oeste	Avanço da laje na vertical e horizontal – 50cm
3	Executive Center Skowronek	Todas	Recuo da esquadria – 50cm
4	Satélite	Norte, leste e oeste	Recuo da esquadria – 30cm
5	Rio Center	Leste, oeste e sul	Recuo da esquadria – 30cm
6	Galeria Storti	Norte, leste, oeste e sul	Avanço da estrutura nos 4 cantos da edificação
7	Comercial Higienópolis	Norte, leste, oeste e sul	Recuo da esquadria – 50cm
8	Continental	Leste, oeste e sul	Recuo da esquadria – 50cm
9	Centro Médico Paes Leme	Norte e sul	Avanço da estrutural, recuo da alvenaria geral.

**Figura 12-** Fotografias de edifícios com *brises* e com recuo de esquadria.

#### 4.1.10 Análise por Empena Cega

Empena cega é considerada a fachada do edifício que não apresenta aberturas destinadas à ventilação, iluminação ou insolação. Trata-se de uma fachada totalmente fechada, conforme indicado na Figura 13. Dos edifícios analisados, 12 deles apresentaram empena cega.



**Figura 13-** Fotografia de edifício com empena cega.

**Tabela 19-** Relação de edifícios com empena cega.

		Norte	Leste	Sul	Oeste	Qtde empenas cegas
1	Comendador Julio Fuganti	X		X		2
2	Oscar Fuganti		X			1
3	Autolon	X		X		2
4	Palácio do Comércio	X		X		2
5	Satélite			X		1
6	Metrópole		X		X	2
7	Nacional	X		X		2
8	Rio Center	X				1
9	Telmar	X		X		2
10	Center Irene Isabel		X		X	2
11	Continental	X				1
12	Pioneiros do Café	X	X		X	3
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>21</b>

De acordo com a Tabela 19, 4 apresentam somente uma empena cega, 7 apresentam duas e apenas 1 apresenta três empenas cegas, somando um total de 21 empenas cegas. Na análise por fachada, 8 edifícios apresentam a empena cega na fachada norte, 4 edifícios possuem empenas cegas na fachada leste, 6 na fachada sul e 3 na fachada oeste.

Na cidade de Londrina, as orientações que mais apresentam incidência solar são as fachadas norte e oeste. No entanto, a análise dos resultados demonstra que, apesar da

fachada norte apresentar o maior número de empenas cegas, a segunda orientação que mais a utiliza é a sul, onde a incidência solar é reduzida. A fachada oeste é a que apresenta o menor uso deste tipo de recurso arquitetônico.

#### 4.1.11 Análise das Atividades

As visitas realizadas aos edifícios e as consultas à Lista Telefônica permitiram traçar o perfil das atividades comerciais nos 54 edifícios analisados. As atividades foram agrupadas de maneira a facilitar o estudo. Todas as atividades relacionadas à medicina, tais como: cirurgia plástica, consultórios médicos e atividades clínicas foram catalogadas juntas. Os valores encontrados referem-se às atividades e não ao número de salas. As empresas que utilizam duas ou mais salas foram consideradas somente uma vez.

O estudo constatou que 12,93% das salas encontram-se desocupadas. A atividade mais encontrada foi a Advocacia, com mais de 20% de ocorrência, como mostram os dados da Tabela 20. Em seguida, tem-se Medicina, com quase 10%, Odontologia com 9,16% e Contabilidade com 7,79%. As atividades com representação pouco significativa (com menos de 1% de ocorrência) somam 9,26%, com 25 atividades diferentes.

**Tabela 20-** Relação das atividades.

<b>Atividade</b>	<b>Qtd</b>	<b>Porc.</b>
<b>Advocacia</b>	411	20,13%
<b>Vazia</b>	264	12,93%
<b>Medicina</b>	204	9,99%
<b>Odontologia</b>	187	9,16%
<b>Contabilidade</b>	159	7,79%
<b>Administração</b>	113	5,53%
<b>Psicologia</b>	80	3,92%
<b>Representante</b>	77	3,77%
<b>Agropecuária</b>	64	3,13%

<b>Atividade</b>	<b>Qtd</b>	<b>Porc.</b>
<b>Engenharia</b>	54	2,64%
<b>Informática</b>	52	2,55%
<b>Financeira</b>	37	1,81%
<b>Seguros</b>	32	1,57%
<b>Estética</b>	27	1,32%
<b>Arquitetura</b>	24	1,18%
<b>Telecomunicação</b>	24	1,18%
<b>Comércio</b>	22	1,08%
<b>Imobiliária</b>	22	1,08%

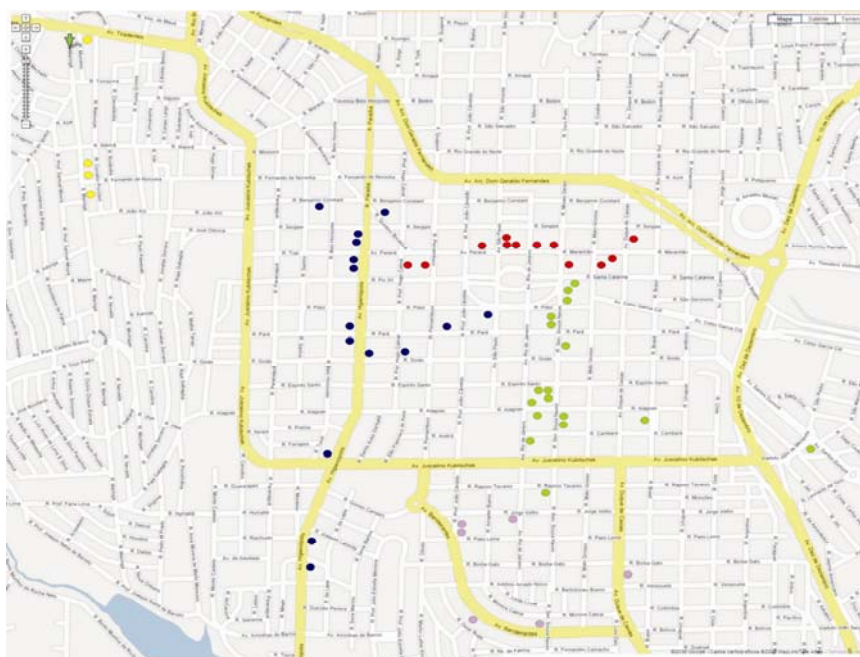
#### 4.1.12 Análise das Atividades por Região

O estudo realizado também permitiu elaborar uma análise das atividades de acordo com a região. Os edifícios analisados foram locados em um mapa da cidade. A partir deste mapa ficaram visíveis zonas de ocupação próximas a algumas das principais ruas e avenidas da cidade, que foram divididas em:

- Souza Naves (em verde no mapa da Figura 14);
- Calçadão (em vermelho no mapa da Figura 14);
- Higienópolis (em azul no mapa da Figura 14);
- Bandeirantes (em lilás no mapa da Figura 14);
- Maringá (em amarelo no mapa da Figura 14).

Este estudo demonstra que apenas na região Bandeirantes a predominância não é de escritórios de advocacia, e sim de consultórios médicos, com mais de 60%, sendo as demais atividades relativamente insignificantes.

A segunda atividade de maior ocorrência varia de acordo com a região, não demonstrando padrão. Esta análise também permite identificar a característica das regiões, como mostra o mapa da Figura 14.



**Figura 14** - Mapa da região central da cidade de Londrina, indicando localização dos 54 edifícios analisados.

A região Souza Naves apresenta um perfil de escritórios mais administrativos, ao contrário da expectativa. Trata-se de uma região com diversas clínicas e consultórios, porém as atividades dentro dos edifícios não acompanham esta tendência. Já as regiões Calçadão, Higienópolis e Maringá atenderam as expectativas apresentando uma quantidade maior de atividades administrativas, como mostra a Tabela 21.

**Tabela 21-** Relação das atividades por região.

<b>Região</b>	<b>Primeiro</b>		<b>Segundo</b>		<b>Terceiro</b>		<b>Vazias</b>
<b>Souza Naves</b>	15,36%	Advocacia	14,52%	Odontologia	12,35%	Contabilidade	13,96%
<b>Calçadão</b>	31,07%	Advocacia	8,66%	Contabilidade	5,74%	Representante	10,73%
<b>Higienópolis</b>	20,26%	Advocacia	9,67%	Odontologia	7,06%	Administração	15,99%
<b>Bandeirantes</b>	61,84%	Medicina	5,92%	Advocacia	5,92%	Engenharia	7,24%
<b>Maringá</b>	16,22%	Advocacia	12,16%	Administração	9,91%	Odontologia	12,16%

#### 4.2 DETERMINAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA DE EDIFÍCIOS DE ESCRITÓRIOS

Um edifício a ser definido como tipologia construtiva predominante deve conter as características mais representativas que foram obtidas do processamento dos dados do levantamento inicial (SANTANA, 2006). A determinação da tipologia predominante que represente a realidade construtiva de edifícios de escritório em Londrina ocorreu em função do levantamento in loco e dos dados fornecidos pela Prefeitura Municipal.

O edifício considerado como tipologia predominante, foi definido a partir das seguintes características mais representativas: data de alvará, número de pavimentos-tipo, salas por pavimento-tipo, forma da planta e área das salas. As demais características analisadas (cor, porcentagem de janela na fachada, cor do vidro) não foram consideradas neste item porque serão utilizadas como variáveis nas simulações de alteração. Desta maneira, conforme os dados analisados nos itens anteriores, o edifício representante da tipologia construtiva de edifícios de escritórios em Londrina deverá apresentar as seguintes características, na seqüência:

- Data de alvará da década de 80;
- Possuir 9 pavimentos-tipo;
- Apresentar 4 salas por pavimento;
- Planta retangular;
- Área das salas de até 50m<sup>2</sup>.

A Tabela 22 apresenta os edifícios que apresentam as características da tipologia construtiva para salas comerciais na cidade de Londrina. Foram considerados os edifícios das décadas de 80 e 90 e edifícios com 7 e 9 pavimentos-tipo de maneira a não limitar totalmente a seleção e permitir uma margem para adequação da pesquisa. Os edifícios considerados como representantes da tipologia construtiva em Londrina foram dois: o Edifício Comercial Ouro Verde e o Comercial Maranhão.

**Tabela 22-** Classificação para determinação do caso base.

Nome do Edifício	Data de Alvará	Área Média (m <sup>2</sup> )	Nº Pav Tipo	Salas por P.T.
Edifício Comercial Ouro Verde	1986	50	9	4
Comercial Maranhão	1987	50	9	4
Edifício Armando Spiacci	1987	50	7	4
Edifício Pará Tower	1991	50	9	4
Comercial Costa Verde	1991	50	7	4
Edifício DiBiagi	1991	50	7	4



**Figura 15-** Fotografia do Edifício Comercial Ouro Verde e do Comercial Maranhão.

O Edifício Comercial Ouro Verde está localizado na Rua Pará, número 1122, no Centro de Londrina. Foi projetado pelo arquiteto Américo Keiji Moryama e executado pela Construtora Quadra, em 1986. A área total edificada é de 4.082,90m<sup>2</sup>, sendo a

área do pavimento-tipo de 283,43 m<sup>2</sup> e de cada sala de 47,10 m<sup>2</sup>. A atividade de maior ocorrência é a de Odontologia, enquanto possui 6 salas utilizadas para Advocacia.

O edifício Comercial Maranhão está situado na Rua Maranhão, número 314, Centro. Coincidentemente, seu projeto arquitetônico também é de autoria do arquiteto Américo Keiji Moryama e sua execução realizada pela Construtora Quadra, em 1987. A área total edificada é de 3.167,29m<sup>2</sup>, sendo a área do pavimento-tipo de 206,39m<sup>2</sup> e a área das salas é de 34,65 e 34,35m<sup>2</sup>. A atividade de maior ocorrência é Contabilidade, e apresenta 7 salas destinadas a Advocacia.

#### 4.3 DETERMINAÇÃO DO CASO BASE

O caso base é uma sala existente em um edifício de escritórios que representa a tipologia construtiva na cidade de Londrina. Esta sala deve ter ocupação por uma atividade que também seja representativa. Conforme o item 4.11, a atividade de maior ocorrência na cidade é de advocacia. Foram realizadas visitas aos dois edifícios para verificação da viabilidade de se obter informações mais específicas sobre uma sala que fosse ocupada por um escritório de advogados.

O edifício Comercial Ouro Verde possui pouca burocracia para entrada de pessoas sem autorização no prédio, o que facilitou o acesso e a escolha de uma das salas de advocacia. A sala ocupada por um escritório de advocacia, definida como caso base, está localizada no 7º andar do edifício, com orientação sudoeste. Devido à solicitação do proprietário da sala, não foi possível registro fotográfico do espaço interno.

##### 4.3.1 Materiais

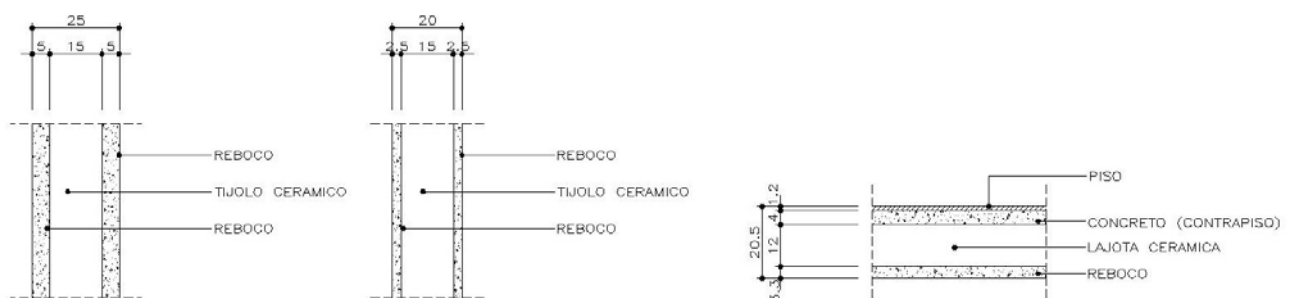
O edifício Comercial Ouro Verde, conforme informado pelo engenheiro responsável pela obra, foi executado em estrutura de concreto armado, vedação em blocos cerâmicos de oito furos com revestimentos em argamassa de concreto nos dois lados e laje pré-moldada com vigotas em concreto armado, lajotas cerâmicas e concreto de enchimento.

Cada ocupante possui uma sala individual, com fechamentos em divisória leve de madeira, com revestimento melamínico branco e esquadrias superiores para iluminação e ventilação. Para simplificação do modelo, estas divisórias foram desconsideradas. O piso da sala é uma cerâmica esmaltada na cor cinza médio, assentada com rejunte cinza. Por fora, o edifício é pintado com tinta látex cinza médio e claro. Por dentro a sala é pintada totalmente com tinta látex branco fosco. O pé-direito da sala é de 3,00m de piso a piso. Para montagem do modelo no programa, é necessário o entrada de diversos dados e características físicas dos materiais. Desta maneira, os elementos de fechamento foram subdivididos por materiais e ordenados conforme aparecem do ambiente externo para o interno, demonstrados na Tabela 23.

**Tabela 23-** Esquema dos materiais que compõe cada elemento do modelo.

	Material (Camada de fora para dentro do ambiente)				Espessura (m)
<b>Parede Externa</b>	Reboco Externo	Bloco Cerâmico	Reboco Externo	-	0,25
<b>Parede Interna</b>	Reboco Interno	Bloco Cerâmico	Reboco Interno	-	0,2
<b>Laje de Piso</b>	Teto	Lajota	Concreto	Piso	0,205
<b>Laje de Teto</b>	Piso	Concreto	Lajota	Teto	0,205
<b>Janela</b>	Vidro Incolor 3mm	-	-	-	0,003
<b>Porta</b>	Madeira maciça	-	-	-	0,03

A Figura 16 apresenta o esquema das camadas das alvenarias e da laje. Na Tabela 24, têm-se as características físicas de cada material utilizado neste modelo. Os dados do vidro incolor 3mm foram obtidos diretamente do arquivo de materiais do programa.

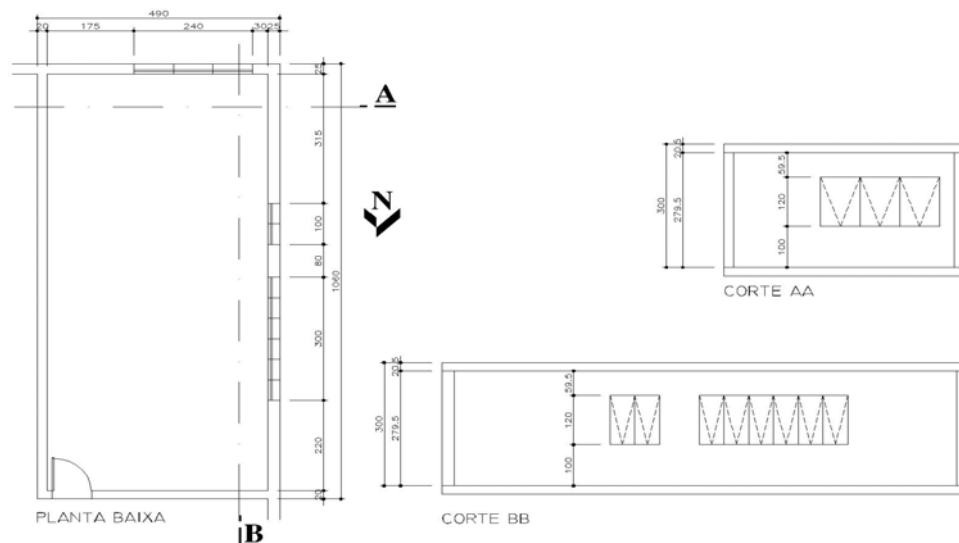


**Figura 16-** Esquema de materiais das paredes externas e internas e das lajes.

**Tabela 24-** Especificação das características físicas dos materiais utilizados no modelo.

	<b>e (m)</b>	<b><math>\lambda</math> (W/mk)</b>	<b><math>\rho</math> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>c (J/kgK)</b>	<b><math>\alpha</math></b>
<b>Bloco Cerâmico</b>	0.15	1.0	1600	920	0.65
<b>Reboco Externo</b>	0.05	1.15	2000	1000	0.3
<b>Reboco Interno</b>	0.025	1.15	2000	1000	0.2
<b>Concreto</b>	0.04	1.75	2300	1000	0.65
<b>Piso</b>	0.012	1.0	1600	920	0.5
<b>Lajota</b>	0.12	1.0	1600	920	0.65
<b>Teto</b>	0.033	1.15	2000	1000	0.2
<b>Madeira</b>	0.03	0.29	800	1340	0.8
<b>Vidro Incolor</b>	0.003				

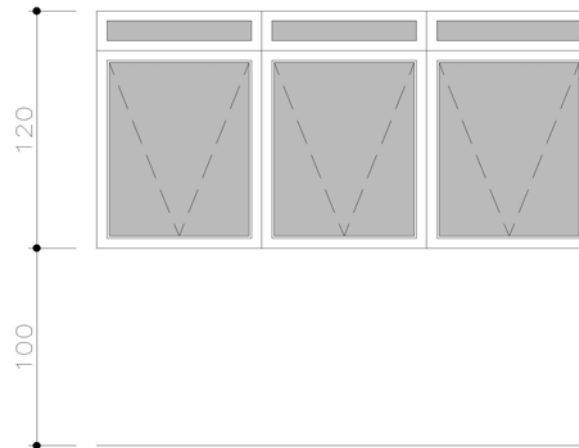
Para simplificação da simulação, as divisórias internas em madeira e a copa e banheiros não foram considerados devida à permanência nestes ambientes ser muito menor que no ambiente de trabalho e por não possuir condicionamento térmico, reduzindo o modelo ao retângulo da sala de trabalho, conforme Figura 17.

**Figura 17-** Planta e cortes esquemáticos do modelo.

#### 4.3.2 Esquadrias

As esquadrias utilizadas em todo o edifício são projetantes com bandeira superior fixa, em alumínio cinza grafite e com vidro incolor 3mm, como mostra a Figura 18. As janelas estão localizadas nas duas paredes externas, divididas conforme determinado a seguir:

- Janela 1 – Fachadas norte e sul: janela de 2,40 x 1,20m, com três divisões e peitoril de 1,00m.
- Janela 2 – Fachadas leste e oeste: janela de 1,00 x 1,20m, com duas divisões e peitoril de 1,00m.
- Janela 3 – Fachadas leste e oeste: janela de 3,00 x 1,20m, com seis divisões e peitoril de 1,00m.



**Figura 18-** Detalhamento das esquadrias.

O esquema de ventilação da sala no programa foi configurado em função do uso de ar condicionado. Foi adicionada uma taxa de infiltração de ar externo ao modelo de uma troca de ar por hora, ou seja, a cada hora todo volume de ar da sala é trocado. Estas trocas de ar foram configuradas para as horas em que existem ocupantes da sala.

#### 4.3.3 Equipamentos e Esquema de Ocupação

O escritório é ocupado por três advogados e cada um possui sua sala individual. Cada sala possui uma mesa de trabalho, uma cadeira presidente e duas cadeiras simples na frente, para atendimento de clientes. Cada mesa de trabalho tem um notebook, uma impressora e um aparelho de telefone. Existe uma pequena sala de espera na frente, com sofá e mesa de apoio, mas atualmente não possuem secretária. Na copa, existe apenas um frigobar. Os valores de potência foram obtidos nas etiquetas de cada equipamento ou encontrados nas tabelas do INMETRO, e são apresentados na Tabela 25.

**Tabela 25-** Especificação das potências de cada equipamento, para simulação.

	Potência (W)	Qtd	Potência Total (W)	Nome da Schedule
<b>Pessoas</b>	120	3	360	Atividade
<b>Computadores + impressoras</b>	145	3	435	Dia útil, sábado e domingo
<b>Frigobar</b>	70	1	70	Frigobar
<b>Iluminação (lâmpada + reator)</b>	105	7	735	Dia útil, sábado e domingo

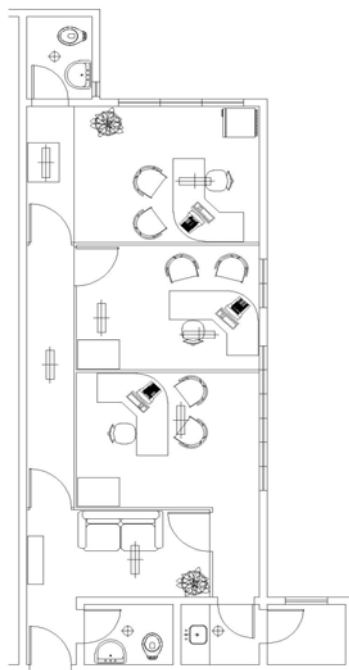
A iluminação existente na sala não seguiu projeto arquitetônico. As luminárias foram instaladas aleatoriamente, normalmente não estando sobre a mesa de trabalho, como mostra a Figura 19. Foram instaladas sete luminárias, tipo calha de sobrepor, com duas lâmpadas fluorescentes de 40W cada e reator. Nos banheiros e nas copas foram instaladas lâmpadas incandescentes de 60W. Estes ambientes apresentam utilização reduzida e não foram considerados nas simulações.

Os advogados chegam praticamente juntos, às 8:00 da manhã, realizam o horário de almoço das 12:00 às 14:00 e trabalham até às 19:00. Assim que o primeiro advogado chega ao escritório, ele acende a iluminação da recepção, do corredor e de sua sala. Os equipamentos de informática ficam ligados durante quatro horas de manhã e cinco horas de tarde. Durante o horário de almoço, quando não estão sendo utilizados, os notebooks ficam ligados, mas em stand by. Aos sábados os advogados trabalham 4 horas pela manhã. Aos sábados de tarde e aos domingos não tem expediente.

Os notebooks e a iluminação funcionam de acordo com os horários dos ocupantes, no entanto o frigobar funciona o dia todo, durante a semana toda. É comum o atendimento de clientes, variando de um a dois clientes por advogado por reunião. O esquema de uso do espaço considerado é demonstrado na Tabela 26.

**Tabela 26-** Especificação schedules de ocupação e uso de equipamentos e iluminação, por hora, para simulação.

Hora	Ocupação em Dia Útil	Ocupação aos Sábados	Ocupação aos Domingo	Carga por Atividade (W)	Carga do Frigobar
1:00	0%	0%	0%	120	100%
2:00	0%	0%	0%	120	100%
3:00	0%	0%	0%	120	100%
4:00	0%	0%	0%	120	100%
5:00	0%	0%	0%	120	100%
6:00	0%	0%	0%	120	100%
7:00	0%	0%	0%	120	100%
8:00	0%	0%	0%	120	100%
9:00	100%	100%	0%	120	100%
10:00	100%	100%	0%	120	100%
11:00	100%	100%	0%	120	100%
12:00	100%	100%	0%	120	100%
13:00	50%	0%	0%	120	100%
14:00	50%	0%	0%	120	100%
15:00	100%	0%	0%	120	100%
16:00	100%	0%	0%	120	100%
17:00	100%	0%	0%	120	100%
18:00	100%	0%	0%	120	100%
19:00	100%	0%	0%	120	100%
20:00	0%	0%	0%	120	100%
21:00	0%	0%	0%	120	100%
22:00	0%	0%	0%	120	100%
23:00	0%	0%	0%	120	100%
0:00	0%	0%	0%	120	100%



**Figura 19-** Esquema de iluminação existente.

#### 4.3.4 Sistema de Condicionamento de Ar

A sala utilizada como referência não possui sistema de condicionamento de ar. Porém para a elaboração do modelo virtual no programa, é necessário configurar um sistema de ar condicionado para que o *software* possa emitir o relatório de consumo de energia. O ar condicionado configurado é eficiente, ou seja, apresenta o consumo de 1W para gerar 3W de refrigeração e/ou aquecimento. O ar condicionado foi configurado para temperaturas entre 18°C e 29°C, conforme metodologia.

#### 4.4 CALIBRAÇÃO DO CASO BASE

Depois de definidos os dados necessários para realização da simulação, o caso base foi simulado para a orientação sudoeste e modelado até que apresentasse todos os dados obtidos nos levantamentos. Para verificação da coerência do modelo criado com a condição real da sala, foi necessário realizar a calibração do modelo. Para calibração do modelo conforme a sala real foram realizados dois tipos de aferições:

- Análise do consumo de energia real através da conta de luz;
- Simulação de variáveis (absortância e carga interna).

Inicialmente, o modelo foi configurado com sistema de ar condicionado. O sistema de ar condicionado considerado é eficiente, ou seja, apresenta o consumo de 1W para gerar 3W de refrigeração e/ou aquecimento. O ar condicionado foi configurado para temperaturas entre 18°C e 29°C, conforme metodologia. O relatório emitido pelo *software* foi selecionado e é apresentado na Tabela 27.

**Tabela 27-** Resultado do consumo de energia do caso base – orientação sudoeste, por usos finais, em kWh.

Ventilação	Aquecimento	Resfriamento	Iluminação	Equipamentos	Consumo Anual
200	16	1164	2071	1839	5291

Apenas as colunas dos valores referentes à iluminação e equipamentos foram consideradas, para que o consumo de energia referente ao ar condicionado não fosse computado. Verificou-se que o consumo de energia destinado a iluminação foi de 2071KWh e para equipamentos foi de 1839KWh, apresentando consumo energético total de 3910KWh durante o ano todo. Estes resultados foram comparados com o consumo de energia fornecido pelo ocupante da sala, através da conta de energia da distribuidora (Copel), conforme é apresentado nos valores da Tabela 28.

**Tabela 28-** Consumo de energia anual da sala real, ano 2008.

	<b>Consumo (KWh)</b>
<b>Janeiro</b>	74
<b>Fevereiro</b>	96
<b>Março</b>	71
<b>Abril</b>	109
<b>Mai</b>	109
<b>Junho</b>	146
<b>Julho</b>	119
<b>Agosto</b>	136
<b>Setembro</b>	121
<b>Outubro</b>	<b>220</b>
<b>Novembro</b>	194
<b>Dezembro</b>	190
<b>Consumo anual</b>	<b>1585,2</b>
<b>Consumo médio</b>	<b>132,10</b>

A conta de energia apresenta variação no consumo a cada mês, demonstrando crescimento de seu valor ao longo do ano. Este fato foi explicado pelo locatário da sala (o advogado proprietário da empresa) quando informou que ocorreram mudanças no quadro de funcionários durante o ano de 2008. Portanto, para efeito de comparação de valores de consumo de energia com a simulação, considerou-se somente o mês de outubro, que foi o mês de realização das entrevistas e medições na sala. Este valor foi multiplicado por 12 meses, resultando no consumo anual de 2640 KWh.

A comparação destes valores é complexa porque o modelo virtual foi criado a partir de dados obtidos em entrevistas, não sendo necessariamente o que realmente ocorreu durante o ano todo. O modelo de utilização do espaço foi simplificado para funcionamento em horário comercial e acionamento de todos os equipamentos conforme ocupação. No entanto entende-se que, principalmente na questão da iluminação, estas referências informadas pelos ocupantes podem ser alteradas. As entrevistas constataram acionamento de 100% da

iluminação conforme ocupação, porém ela pode ter ocorrido parcialmente nos períodos, tanto pelo fato de ser não necessária quanto por esquecimento.

Nos horários de ocupação do espaço não foram computados momentos em que os advogados estão atendendo clientes e seus computadores estão desligados ou permanecem em *stand by*, computadores parados por problemas técnicos, saídas eventuais dos advogados a trabalho, entre outros. Os equipamentos não foram medidos quanto ao consumo energético real. Os valores adotados foram obtidos em tabelas e podem apresentar distorções em relação à realidade. Não foram considerados eventuais aparelhos de celular ou outros equipamentos similares que possam ter sido carregados nas tomadas da sala.

Estes fatos ocorrem, mas não foi possível detectar um padrão a ser fixado na simulação. Seria interessante realizar um estudo mais aprofundado quanto à utilização do espaço, realizando acompanhamento do funcionamento do espaço por um período de tempo, para confirmação da real utilização do escritório, exigindo mais tempo de estudo.

A comparação dos valores de consumo de energia obtidos na conta de energia e no relatório de simulação difere em 30%. Esta porcentagem pode ser atribuída à diferença verificada no esquema de utilização do espaço real e o informado pelas entrevistas. Como o foco do trabalho não é exaurir o estudo sobre uso e ocupação de salas comerciais, o modelo foi considerado como apropriado.

Da análise destes dados, para comparação do modelo real e do simulado, optou-se por seguir os resultados da simulação, sem alterar valores de consumo de energia de equipamentos ou da iluminação. Apesar de o modelo virtual ser moldado sobre uma sala real, as variáveis de utilização do espaço e as limitações dos valores de consumo de energia dos equipamentos levou a decisão por seguir valores tabelados e próximos aos encontrados no mercado brasileiro.

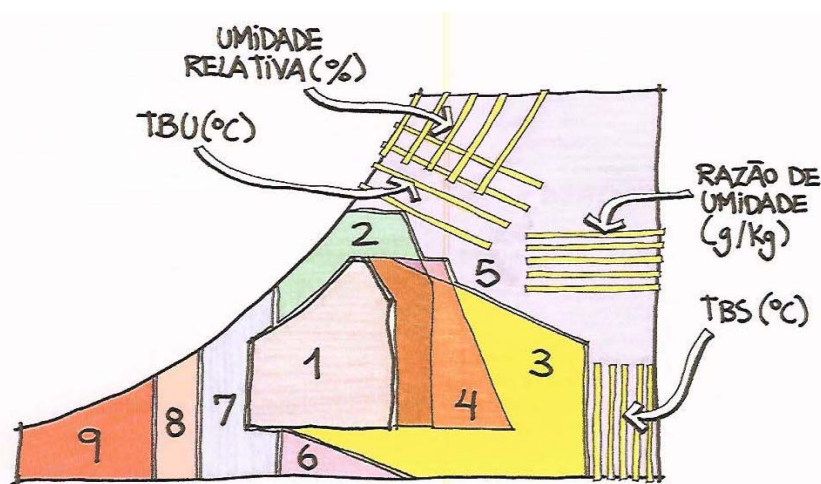
Na segunda etapa da calibração do modelo, foram testadas algumas alterações de variáveis para verificar a coerência dos valores obtidos com a bibliografia estudada. Primeiro foi realizada a alteração dos valores de absorvância, variando entre 0,2 e 0,8 e depois foram alteradas as cargas internas referentes a equipamentos e iluminação. Na alteração da carga de equipamentos para valores maiores, ocorria sempre um aumento no consumo de energia no respectivo grupo. Para a carga de iluminação ocorria o mesmo, demonstrando coerência de comportamento.

Quando o modelo teve seus valores de absorvância alterados de 0,2 para 0,8, o consumo de energia manteve-se constante. Após diversos testes, verificou-se que o arquivo

climático de Londrina está incompleto e não contém dados de radiação solar. A correção deste arquivo seria viável, mas exigiria mais tempo para realizar a coleta de novos dados climáticos e para trabalhar na edição dos valores. O arquivo climático é um dos parâmetros que influencia o desempenho térmico e energético da edificação, mas que neste estudo foi determinada como fixa. Esse problema gerou uma incerteza e foi necessário realizar uma alteração na metodologia, adotando o arquivo climático de outra cidade que possuísse dados similares aos de Londrina.

Diversas cidades já possuem arquivos climáticos propícios para simulações termo energéticas através do software Energy Plus 2.2.0. As cidades que possuem arquivos confiáveis são: Florianópolis, Porto Alegre, Curitiba, São Paulo, Belo Horizonte, Brasília, Rio de Janeiro e cidades do norte e nordeste como: Recife, Belém, Maceió, Natal e Manaus.

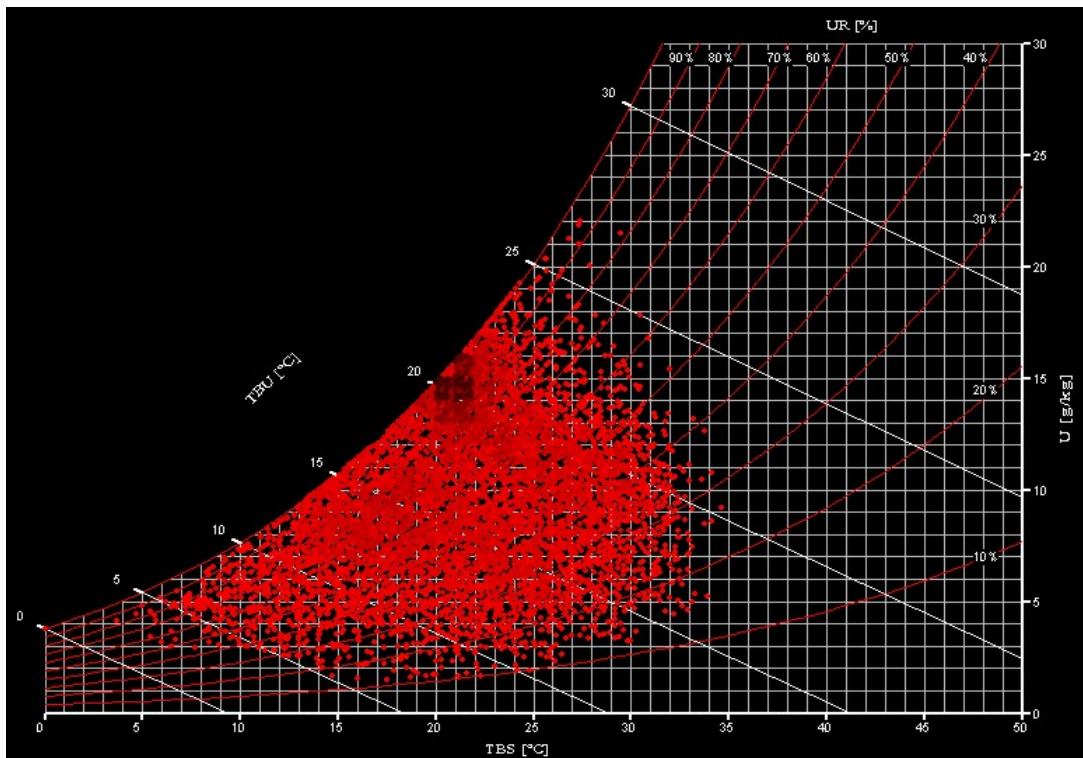
Para determinar uma cidade com condições climáticas próximas de Londrina, utilizou-se a análise das cartas bioclimáticas, comparando a carta bioclimática da cidade de Londrina, obtida através do software *AnalysysBio* com as cartas apresentadas por Lamberts et al (1997). De acordo com Lamberts et al (1997), a carta bioclimática brasileira, apresentada na Figura 20, foi elaborada a partir de estudos realizados por Givoni, Olgyay, Szokolay, entre outros. A carta é construída sobre o diagrama psicrométrico, que relaciona dados de temperatura do ar e umidade relativa. Com os valores destas variáveis, os dados podem ser plotados diretamente sobre a carta.



**Figura 20-** Carta bioclimática.

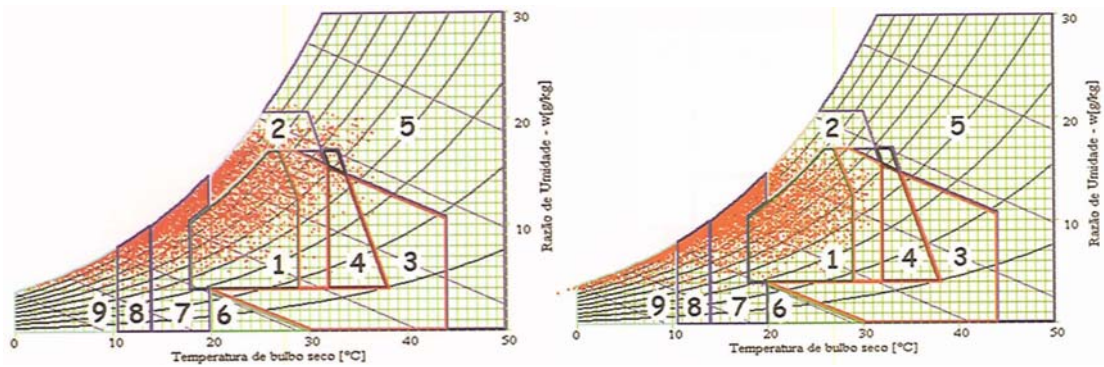
A Figura 21 apresenta a carta bioclimática de Londrina plotada através do software *AnalysysBio*. Conforme dados apresentados pelo software, durante 49% das horas do

ano apresenta-se em conforto térmico, com 26% para desconforto para frio e 25% com desconforto para calor.



**Figura 21-** Carta bioclimática da cidade de Londrina.

Durante a análise das cartas climáticas, as cidades do norte e nordeste foram descartadas por apresentarem condições climáticas muito diferentes da cidade de Londrina. Conforme é apresentado por Lamberts et al (1997), Porto Alegre e Curitiba apresentam somente 20% das horas do ano com conforto térmico, com 51% e 73%, respectivamente, de desconforto para frio (Figura 22). Por apresentarem valores para conforto muito diferentes de Londrina, estas duas cidades foram desconsideradas. A cidade do Rio de Janeiro também foi desconsiderada porque apesar de apresentar 20% das horas do ano para conforto térmico, apresenta 64,4% das horas para desconforto para calor, sendo muito diferente de Londrina.



**Figura 22-** Cartas bioclimáticas de Porto Alegre e Curitiba, respectivamente  
**Fonte:** Lamberts et al. (1997).

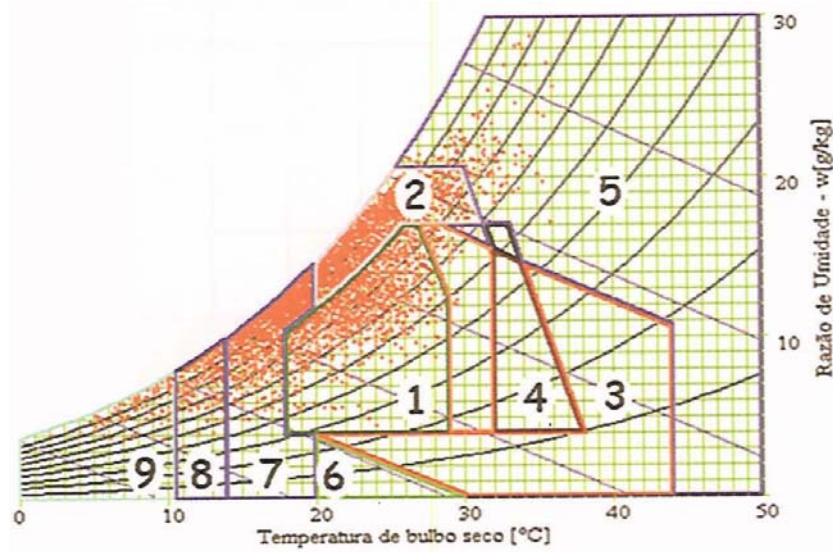
As cidades que restaram foram Florianópolis, São Paulo e Brasília. Conforme é apresentado na Tabela X, a porcentagem de horas de conforto da três cidades está entre 20 e 26%, sendo valores inferiores em relação à Londrina.

**Tabela 29-** Porcentagem de horas de conforto e desconforto para calor e frio, para Londrina, São Paulo, Florianópolis e Brasília

	<b>Londrina</b>	<b>Florianópolis</b>	<b>Brasília</b>	<b>São Paulo</b>
<b>Conforto</b>	<b>49,10%</b>	20,80%	20,9%	26%
<b>Frio</b>	<b>26,10%</b>	40,7%	73,1%	59,40%
<b>Calor</b>	<b>24,70%</b>	38,7%	5,9%	14,50%

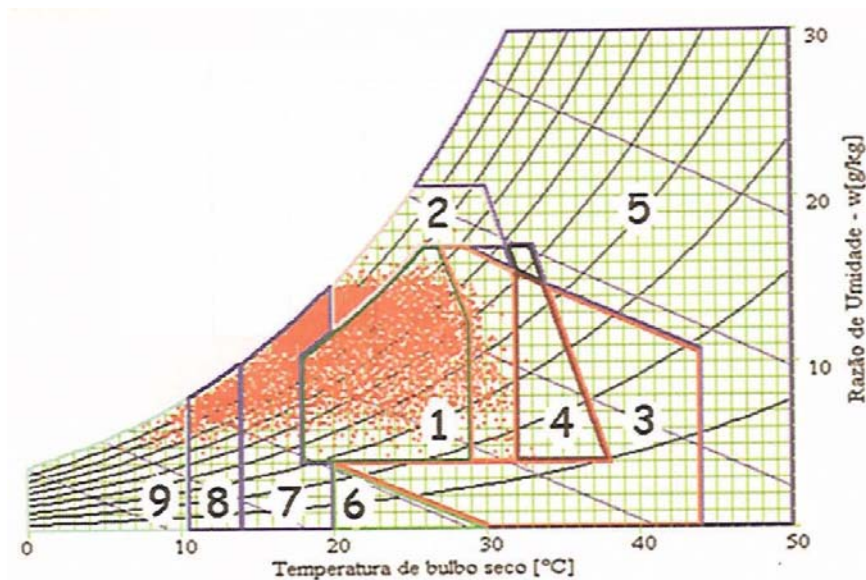
**Fonte:** Lamberts et al. (1997).

Das três cidades, Florianópolis é a cidade que apresenta valores mais próximos aos de Londrina, com as porcentagens de horas de desconforto para frio e calor proporcionais. Conforme apresenta a Figura 23, os pontos da carta bioclimática de Florianópolis são posicionados de maneira diferente dos pontos da carta de Londrina. Florianópolis é uma cidade litorânea, apresentando altitude, latitude e longitude bem diferentes de Londrina, fazendo com que esta cidade não fosse selecionada para o estudo.



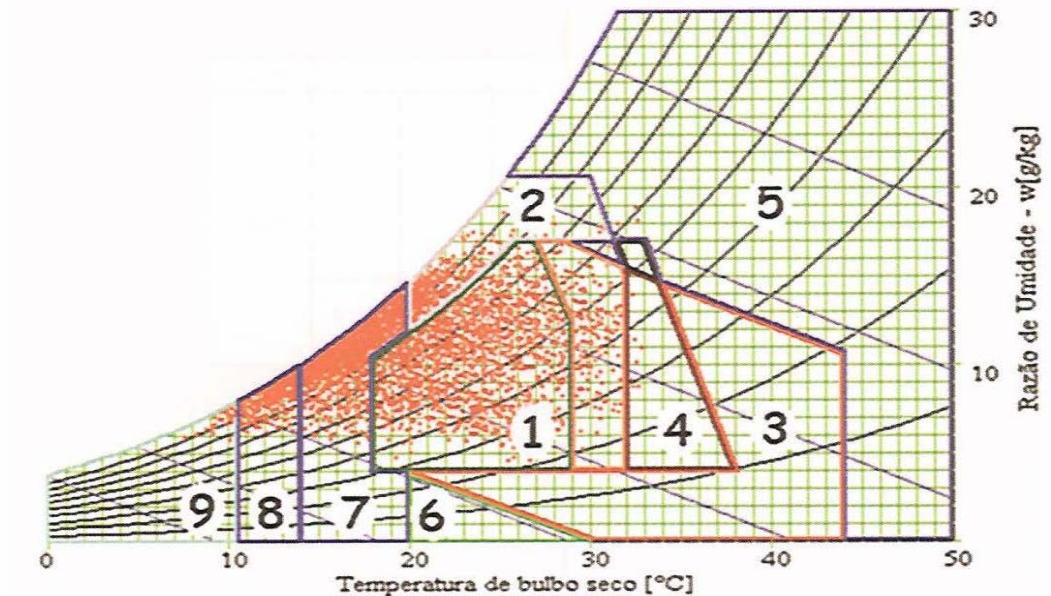
**Figura 23-** Carta bioclimática de Florianópolis (Fonte: Lamberts et al, 1997).

Na carta bioclimática de Brasília os pontos apresentam distribuição semelhante à carta bioclimática de Londrina, conforme demonstra a Figura 24. Os valores de horas de conforto e desconforto não são muito semelhante a Londrina e Brasília não está localizada na mesma zona bioclimática.



**Figura 24-** Carta bioclimática de Brasília  
Fonte: Lamberts et al. (1997).

Assim com Brasília, São Paulo não apresenta valores de horas de conforto e desconforto muito similares a Londrina, porém a distribuição dos pontos na carta bioclimática é similar (Figura 25).



**Figura 25-** Carta bioclimática de São Paulo  
**Fonte:** Lamberts et al. (1997).

No entanto, São Paulo pertence à mesma Zona Bioclimática que Londrina, bem como está localizada em altitude, longitude e latitude similares a Londrina. Estas semelhanças levaram a uma análise mais detalhada das duas cidades.

**Tabela 30-** Dias típicos de projeto, com respectivas umidades e temperaturas máximas.

	Latitude (m)	Longitude (m)	Altitude (m)
<b>Londrina</b>	-23,3	-51,22	576
<b>São Paulo</b>	-23,62	-46,65	803

#### 4.4.1 As cidades de Londrina e São Paulo

A cidade de Londrina, localizada no norte do Paraná, é uma cidade projetada para 30.000 habitantes, de contexto europeu, que apresentou um surpreendente crescimento (YAMAKI, 2003). Com 74 anos e quase 500.000 habitantes Londrina é uma

cidade movida pelo setor terciário e verticalizada, conforme demonstra a Figura 26, principalmente na região central, devido à valorização imobiliária (OURA, 2006).

Segundo Oura (2006), o fenômeno da verticalização em Londrina ocorreu na década de 50. Até a década de 70, a maior parte desta produção foi de edifícios comerciais. Desta maneira, Londrina possui atualmente 693 prédios, sendo destes 579 edifícios residenciais, 57 usos mistos e 57 de uso comercial.



**Figura 26-** Fotografia da cidade de Londrina

Fonte: site wikipédia.org

Londrina apresenta clima classificado com subtropical úmido mesotérmico. Possui chuvas durante o ano todo, mas com concentração no período de verão. A temperatura média anual fica acima dos 21°C, com a máxima temperatura média de 27,3°C e a mínima temperatura média de 16°C. A precipitação anual média é de 1588mm. A Tabela 31 apresenta as temperaturas e precipitações médias, por mês.

**Tabela 31-** Temperaturas médias em Londrina

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
<b>Máxima temp. média (°C)</b>	29,6	29,7	29,7	28,0	24,4	23,2	23,5	25,8	26,4	28,7	29,4	29,4
<b>Temperatura média (°C)</b>	23,9	23,8	23,5	21,6	18,3	16,9	16,9	18,8	19,9	22,2	23,1	23,7
<b>Mínima temp. média (°C)</b>	19,6	19,5	18,7	16,6	13,5	12,0	11,5	12,8	14,5	16,7	17,8	19,0
<b>Precipitação Média (mm)</b>	211,4	186,1	136,1	111,1	117,7	89,6	65,0	48,7	121,2	131,3	161,4	208,1

Fonte: Sistema de Monitoramento Agroclimático do Paraná.

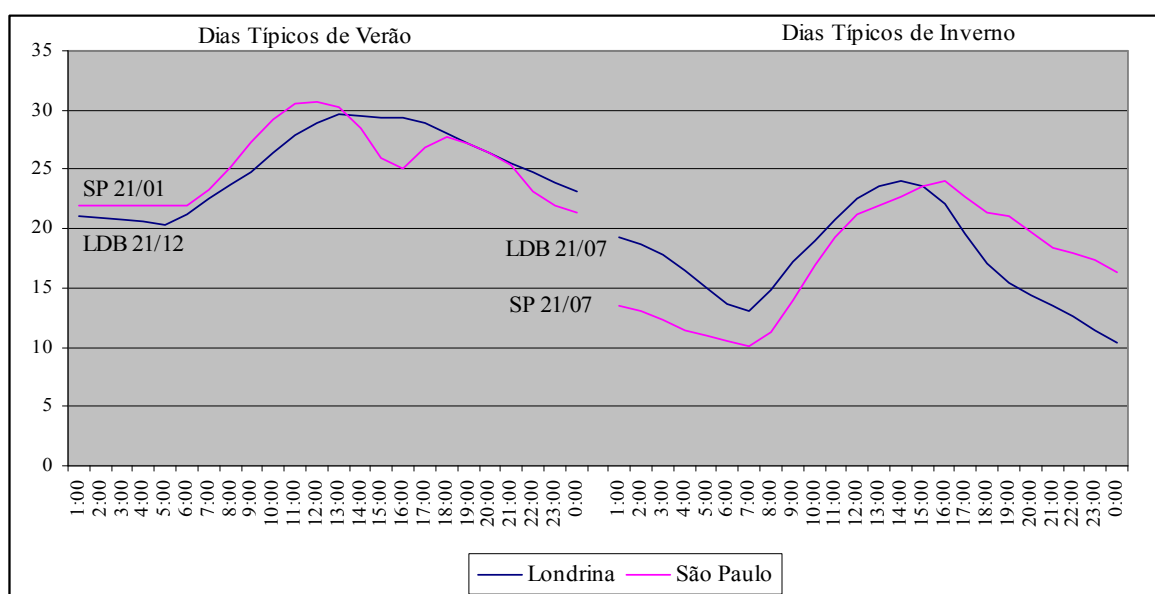
De acordo com a NBR 15220-3, a cidade de Londrina pertence a Zona Bioclimática 3. Edificações construídas nesta zona devem apresentar aberturas médias para ventilação ( $15\% < A < 25\%$  da área de piso) e sombreamento das aberturas durante o verão (permitindo o sol durante o inverno). As vedações externas devem ser leves e refletoras ( $U \leq 3,60$ ;  $\phi \leq 4,3$ ;  $FS_o \leq 4,0$ ) e a cobertura leve e isolada ( $U \leq 2,00$ ;  $\phi \leq 3,3$ ;  $FS_o \leq 6,5$ ). E as estratégias de condicionamento térmico passivo a serem considerados para esta zona são:

- Verão: ventilação cruzada;
- Inverno: aquecimento solar da edificação e vedações internas pesadas (inércia térmica).

Os dias típicos de projeto de verão e de inverno determinados apresentam valores parecidos, conforme indicado na Tabela 32. O comportamento da temperatura no ambiente externo para as duas cidades são bem próximos, conforme indicam os gráficos da Figura 27.

**Tabela 32-** Dias típicos de projeto, com respectivas umidades e temperaturas máximas.

		Data	Umidade	Temperatura máx.
Londrina	Dia típico de verão	21/dez	21,8	32,8
	Dia típico de inverno	21/jul	7,2	7,2
São Paulo	Dia típico de verão	21/jan	20,3	31,9
	Dia típico de inverno	21/jul	8,8	8,8



**Figura 27-** Gráfico de temperaturas do ambiente externo, nos dias típicos de projeto de verão e de inverno, para Londrina e São Paulo.

A cidade de São Paulo, como Londrina é extremamente verticalizada, como mostra a Figura 28, e pertence à mesma zona bioclimática, exigindo as mesmas diretrizes de condicionamento térmico passivo. O clima do estado de São Paulo varia entre tropical (na região norte do estado), tropical de altitude (em boa parte do centro do estado) e subtropical (no planalto paulista e região sul do estado).

A cidade de São Paulo possui clima subtropical, com chuvas mais freqüentes no período de verão do que no inverno e a temperatura média anual é 20,7°C. Os invernos são brandos e os verões com temperaturas moderadamente altas. A temperatura máxima média é de 24°C no mês de fevereiro e a temperatura mínima média é de 17°C, em julho. A precipitação anual média é de 1376,2mm.



**Figura 28** - Fotografia da cidade de São Paulo (Fonte: site wikipédia.org)

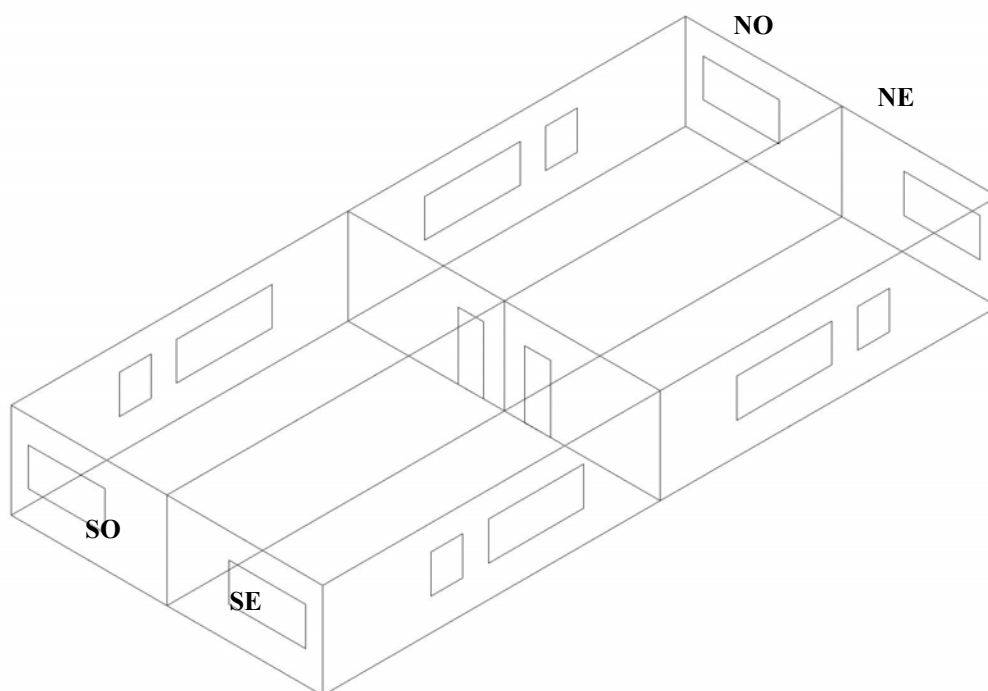
Baseado na análise das características físicas das cidades (latitude, longitude, altitude e temperaturas) e na norma de desempenho térmico, NBR 15220-3 (que determina o zoneamento e diretrizes de projeto para edificações), a cidade de São Paulo foi adotada como substituta a Londrina e seu arquivo climático foi aplicado ao modelo. O caso base foi alterado e simulado com os dados climáticos de São Paulo e os mesmos testes de calibração foram realizados ao modelo virtual. Os dados obtidos foram coerentes e permitiram validar o modelo criado, como demonstra a Tabela 33.

**Tabela 33** - Comparação de valores de consumo de energia, em KWh, por absortância, Londrina e São Paulo.

	Cor Clara Abs. 0,2	Caso Base Abs.0,5	Cor Escura Abs. 0,9	Diferença entre Abs. 0,2 e 0,9
<b>Londrina</b>	5314	5310	5314	<b>0,00%</b>
<b>São Paulo</b>	5426	5601	5832	<b>7,48%</b>

#### 4.5 SIMULAÇÃO DO CASO BASE

Depois que o modelo virtual da sala comercial foi criado e calibrado através do *software Energy Plus 2.2.0*, de acordo com as características obtidas na definição da tipologia construtiva e no levantamento específico da sala, para a orientação sudoeste, foram gerados mais três modelos idênticos, alterando a orientação solar. Desta forma foram criados quatro Casos Base, um para cada orientação, porém com as mesmas dimensões, características de materiais, esquema de uso, carga interna de iluminação e equipamentos, arquivo climático de São Paulo, etc., conforme indicado na Figura 29.



**Figura 29** - Perspectiva dos Casos Base com diferentes orientações solares.

O *software EnergyPlus* forneceu, após cada simulação, uma planilha que continha o relatório dos dados de entrada e saída. Dentre os dados informados no relatório, é apresentada a planilha de consumo de energia, em função da utilização do ar condicionado. De acordo com as trocas térmicas entre o ambiente interno e o meio externo, ao longo do dia, o ar condicionado é acionado para aquecimento ou resfriamento toda vez que a temperatura interna sai da zona de conforto, configurada entre 18°C a 29°C, de acordo com Givoni (LAMBERTS et al., 1997). O consumo de energia de toda a sala é apresentado em colunas separadas em: ventilação, aquecimento e resfriamento, iluminação e equipamentos. A seguir, a Tabela 34 apresenta os resultados das simulações dos quatro casos base, conforme cada orientação solar.

**Tabela 34-** Resultados do consumo de energia do Caso Base por orientação e por usos finais, em kWh.

Orientação	Ventilação	Aquecimento	Resfriamento	Iluminação	Equipamentos	Consumo Anual
Nordeste	303	1	1834	2071	1839	6048
Noroeste	300	1	1744	2071	1839	5955
Sudeste	264	6	1589	2071	1839	5769
Sudoeste	246	9	1436	2071	1839	5601

Verifica-se que os consumos totais para cada uma das orientações são valores bem próximos, com variação aproximada de 150kWh entre cada uma delas. O consumo médio total é de 5843,25kWh e a diferença entre os valores máximo e mínimo obtidos é de 447kWh, menos de 8%. A orientação que apresentou o maior consumo de energia foi a nordeste, seguida pela noroeste, sudeste e sudoeste.

O consumo energético para resfriamento do escritório para as quatro orientações solares foi sempre maior que para aquecimento, demonstrando que não existe necessidade de ar condicionado para aquecimento nestas condições. O consumo de energia para o resfriamento do ambiente interno, para mantê-lo dentro da zona de conforto é muito próximo do consumo de energia para a iluminação e equipamentos.

Os quatro modelos apresentam sempre a mesma configuração do padrão de iluminação e equipamentos, portanto possuem a mesma carga interna (tipo de luminárias e equipamentos elétricos), o que justifica o consumo de energia ser exatamente igual nestas duas colunas. A Tabela 34 apresenta os resultados da Tabela 35 em porcentagem em relação ao consumo de energia total.

**Tabela 35** - Resultados do consumo de energia do Caso Base por orientação e por usos finais, em porcentagem.

Orientação	Ventilação	Aquecimento	Resfriamento	Iluminação	Equipamentos	Consumo Anual
Nordeste	5,01%	0,02%	30,32%	34,24%	30,41%	100%
Noroeste	5,04%	0,02%	29,29%	34,78%	30,88%	100%
Sudeste	4,58%	0,10%	27,54%	35,90%	31,88%	100%
Sudoeste	4,39%	0,16%	25,64%	36,98%	32,83%	100%

A ventilação do ambiente consome cerca de 5% da energia total. O consumo de energia para o resfriamento do ambiente interno, para mantê-lo dentro da zona de conforto é muito próximo do consumo de energia para a iluminação e equipamentos, todos próximos aos 30%. Nas simulações realizadas nesta etapa, não ocorreram valores para aquecimento do ambiente superior a 0,2% do consumo total de energia.

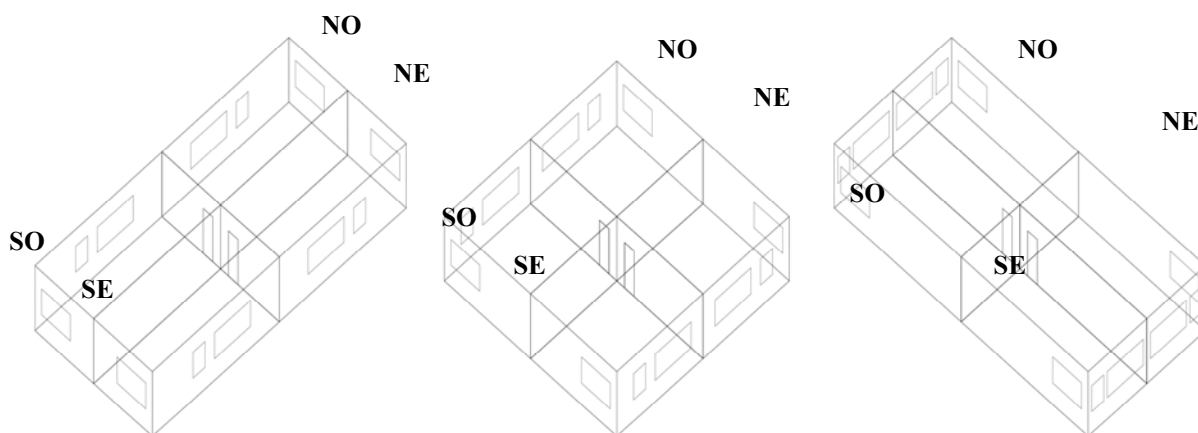
Depois de definidos e confirmados os modelos do caso base, foram simuladas as alterações das variáveis construtivas e em seguida as variáveis de uso e ocupação. Nos itens a seguir são demonstrados os resultados das simulações das alterações.

#### 4.6 SIMULAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DAS VARIÁVEIS CONSTRUTIVAS

Este subitem apresenta os resultados obtidos nas simulações das alterações construtivas aplicadas aos quatro modelos do caso base, para cada uma das orientações. Cada simulação considerou a alteração de uma variável, mantendo as demais fixas. Os resultados estão divididos de acordo com a variável e são comparados com os resultados obtidos no caso base. Os resultados são apresentados em tabelas com valores em kWh e em porcentagem em comparação com o caso base. Para valores de porcentagens negativos entende-se que ocorreu redução no consumo de energia, enquanto que para valores positivos entende-se que ocorreu aumento no consumo de energia, ambos em relação ao consumo apresentado pelo caso base.

#### 4.6.1 Proporção da Forma da Planta

O caso base apresenta forma retangular, tem 10,6 x 4,90m sendo as fachadas leste e oeste as de maiores dimensões. A primeira alteração realizada nos modelos transformou a planta de forma retangular em quadrada, com 7,2 x 7,2m, mantendo a área interna da sala, proporção 1:1. A segunda alteração manteve a proporção retangular do caso base, mas mudou a relação das fachadas menores e maiores com as orientações, proporção 2:1, como é apresentado na Figura 30. Esta alteração foi denominada retangular norte-sul e suas medidas são 4,90 x 10,6m. Nas duas alterações foram mantidas as quantidades e as posições das esquadrias, os materiais, cores, iluminação, equipamento, padrão de ocupação.



**Figura 30** - Perspectiva proporções de planta: caso base (1:2), quadrada (1:1) e retangular (2:1).

Os resultados obtidos, apresentados na Tabela 36 e na Tabela 37, não demonstram grandes alterações no consumo de energia devido à mudança da forma da planta da sala. A orientação nordeste foi a única que apresentou aumento no consumo energético, de 0,15%, para a forma da planta quadrada, enquanto para todas as demais alterações ocorreu redução do consumo, variando de 0,13% a 1,14% para forma da planta quadrada e de 0,34% até 2,75% para forma da planta retangular norte-sul. Nos dois casos a redução do consumo de energia foi mais significativa para os modelos de orientação sudeste e sudoeste, porque estes tiveram suas fachadas leste e oeste reduzidas em relação ao caso base, enquanto os demais modelos tiveram suas fachadas norte aumentadas, gerando maior área de fachada direcionada para orientação de maior incidência solar.

**Tabela 36** - Consumo energético – alteração forma quadrada, 1:1.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	300	1	1829	2071	1839	6040	-0.13%
Noroeste	299	1	1754	2071	1839	5964	0.15%
Sudeste	253	5	1541	2071	1839	5709	-1.04%
Sudoeste	236	8	1383	2071	1839	5537	-1.14%
<b>Relação com Caso Base</b>	- <b>2.25%</b>	<b>-11.76%</b>	<b>-1.45%</b>				

**Tabela 37** - Consumo energético – alteração forma retangular, 2:1.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	294	1	1800	2071	1839	6005	-0.71%
Noroeste	294	1	1730	2071	1839	5935	-0.34%
Sudeste	240	7	1469	2071	1839	5626	-2.48%
Sudoeste	222	13	1302	2071	1839	5447	-2.75%
<b>Relação com Caso Base</b>	- <b>5.66%</b>	<b>29.41%</b>	<b>-4.57%</b>				

As últimas linhas das tabelas apresentam valores de comparação com o caso base. Os valores das colunas referentes ao consumo de energia por uso final de ventilação, aquecimento e resfriamento foram somados e comparados com os mesmos totais do caso base. Verifica-se que para a proporção da planta 1:1 (forma quadrada) o consumo de energia reduziu para os três usos finais, porém reduziu mais significativamente para aquecimento, importando em mais de 11%. Enquanto que para a proporção da planta de 2:1 (forma retangular inversa ao caso base) ocorreu redução do consumo de e energia para ventilação e resfriamento, porém ocorreu aumento do consumo para aquecimento.

Verificam-se com estes valores que apesar de os dois modelos proporcionarem redução do consumo de energia anual, os setores e as proporções ocorrem diferentemente nos usos finais. A proporção 2:1 permite uma redução maior do consumo para resfriamento e ventilação do que a proporção 1:1, porém exige mais para aquecimento.

#### 4.6.2 Absortância Térmica das Paredes Externas

Os casos base foram simulados considerando o valor de absorvância térmica das paredes externas de 0,5. Nesta etapa os modelos foram alterados para duas opções de absorvância térmica das paredes externas. Primeiramente considerou-se como valor mínimo absorvância de 0,2 para uma cor clara e em seguida o valor máximo de 0,8, para uma cor escura. Estes valores foram adotados com base no levantamento dos edifícios na cidade.

A Tabela 38 apresenta os resultados das simulações para valores de absorvância 0,2 e a Tabela 39 apresenta os resultados de absorvância 0,8. Quando os modelos foram simulados para valores de absorvância de 0,2, o consumo de energia apresentou redução média de 4,6%. Para absorvância de 0,8, o consumo energético aumentou 4%.

**Tabela 38** - Resultados do consumo de energia – Absortância 0,2.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	251	1	1555	2071	1839	5717	-5.47%
Noroeste	250	2	1489	2071	1839	5651	-5.10%
Sudeste	218	9	1350	2071	1839	5487	-4.89%
Sudoeste	217	10	1289	2071	1839	5426	-3.12%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-15.90%</b>	<b>29.41%</b>	<b>-13.93%</b>				

**Tabela 39** - Resultados do consumo de energia – Absortância 0,8.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	347	1	2056	2071	1839	6314	4.40%
Noroeste	340	1	1945	2071	1839	6196	4.05%
Sudeste	300	5	1780	2071	1839	5995	3.92%
Sudoeste	279	8	1599	2071	1839	5796	3.48%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>13.75%</b>	<b>-11.76%</b>	<b>11.77%</b>				

Ao observar os resultados apresentados pelo programa, verificou-se que para a absorvância 0,2 a redução do consumo de energia ocorreu nos itens ventilação e resfriamento do ambiente, indicando diminuição de 15,90% e 13,93% respectivamente em

relação aos mesmos itens dos casos base. Houve também aumento de 29,41% da carga destinada para aquecimento do ambiente interno.

Para absorvância 0,8, o resultado foi o inverso: ocorreu aumento do consumo de energia destinado a ventilação de 13,75% e ao resfriamento 11,77%, enquanto houve redução do consumo para aquecimento da edificação de 11,76%, em relação aos mesmos itens do caso base. Estes resultados demonstram que para uma cor mais clara será necessário maior funcionamento do sistema de condicionamento de ar para aquecer o ambiente interno, enquanto que para uma cor escura, o ar condicionado precisará funcionar mais para resfriamento do ambiente interno.

#### 4.6.3 Transmitância térmica das paredes externas

Os valores de transmitância térmica das paredes externas foram alterados de 1,61W/m<sup>2</sup>.K para o valor mínimo de 0,98W/m<sup>2</sup>.K e depois para o valor máximo de 5,04W/m<sup>2</sup>.K. Quando foram alterados os valores de transmitância térmica das paredes externas para 0,98W/m<sup>2</sup>.K, o consumo de energia aumentou aproximadamente 2% em relação consumo de energia do caso base, conforme apresentado na Tabela 40.

**Tabela 40** - Resultados do consumo de energia – Transmitância 0,98 W/m<sup>2</sup>.K.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	316	0	1946	2071	1839	6172	2.05%
Noroeste	320	0	1889	2071	1839	6119	2.75%
Sudeste	272	0	1679	2071	1839	5861	1.59%
Sudoeste	263	0	1563	2071	1839	5736	2.41%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>5.21%</b>	<b>0.00%</b>	<b>7.18%</b>				

Este aumento no consumo de energia pode ser verificado nos usos finais para ventilação (5,21%) e resfriamento (7,18%) da sala. Enquanto que o consumo de energia destinado ao aquecimento da edificação que nos casos base somava 17kWh por ano, foi reduzido a zero, ou seja, o ar condicionado não foi acionado para aquecimento em nenhum

momento durante o ano, para valor de transmitância térmica das paredes externas de  $0,98\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Para transmitância térmica das paredes externas de  $5,04\text{W/m}^2\cdot\text{K}$  houve aumento de 4% no consumo de energia. Os valores observados na Tabela 41 demonstram que o consumo de energia aumentou para ventilação e para resfriamento entre 8 e 18%. No entanto, o consumo de energia destinado ao aquecimento da edificação aumentou consideravelmente. O consumo que anteriormente era de  $17\text{kWh}$  por ano subiu para  $242\text{kWh}$  por ano.

**Tabela 41-** Resultados do consumo de energia – Transmitância  $5,04\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	356	44	1974	2071	1839	6284	3.90%
Noroeste	343	50	1878	2071	1839	6181	3.80%
Sudeste	311	67	1710	2071	1839	5998	3.97%
Sudoeste	302	81	1612	2071	1839	5905	5.43%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>17.88%</b>	<b>1323.53%</b>	<b>8.65%</b>				

Estes resultados demonstram que as fachadas com valores de transmitância térmica muito baixos, a edificação tende a reter o calor absorvido pela vedação e tem dificuldade de eliminá-lo, transferindo para o sistema de condicionamento de ar função de retirar o calor do ambiente interno. Enquanto que para fachadas com valores de transmitância térmica muito altos, a edificação não só tem a temperatura de seu interior elevada como também perde este calor mais facilmente, transferindo para o sistema de condicionamento de ar a função de estabilizar a temperatura, indicando em seus usos finais de aquecimento, resfriamento e ventilação o aumento do consumo de energia.

#### 4.6.4 Porcentagem de área de janela por fachada (WWR)

O caso base apresenta duas fachadas com aberturas. Para cada fachada a proporção de área de janela por fachada é diferente. As orientações norte e sul apresentam 12% de área de janela em relação a fachada, enquanto que para as fachadas leste e oeste esta proporção é de 18%. Utilizou-se 10% como valor mínimo e 40% como valor de máximo de

área de janela em cada fachada. O valor 20% foi considerado como ponto de equilíbrio uma vez que o caso base apresenta WWR de 15%.

Conforme os resultados apresentados na Tabela 42, para menor proporção de área de janela por fachada, o consumo de energia foi reduzido em mais de 4%. Apesar de ocorrer aumento do consumo destinado ao aquecimento da edificação, observou-se redução significativa no consumo de energia para ventilação e resfriamento em relação ao mesmo item do caso base.

**Tabela 42 – Resultados do consumo de energia – WWR 10%.**

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	261	1	1594	2071	1839	5766	-4.66%
Noroeste	257	1	1519	2071	1839	5687	-4.50%
Sudeste	233	7	1420	2071	1839	5570	-3.45%
Sudoeste	216	10	1279	2071	1839	5415	-3.32%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-13.12%</b>	<b>11.76%</b>	<b>-11.98%</b>				

Considerando-se WWR de 20%, os resultados apresentados na Tabela 43 mostram que o consumo energético aumentou mais de 2%, com maior necessidade de ventilar e resfriar o ambiente interno. A carga necessária para aquecer a edificação foi reduzida em quase 6%. Verifica-se que estes dois casos apresentam valores de porcentagem de janela bem próximos do caso base e as simulações das alterações mantiveram resultados sem variações excessivas.

**Tabela 43- Resultados do consumo de energia – WWR 20%.**

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	328	1	1963	2071	1839	6202	2.55%
Noroeste	324	1	1861	2071	1839	6096	2.37%
Sudeste	286	6	1717	2071	1839	5919	2.60%
Sudoeste	269	8	1548	2071	1839	5735	2.39%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>8.45%</b>	<b>-5.88%</b>	<b>7.36%</b>				

Analisando os resultados das simulações de WWR de 40% apresentados na Tabela 44, verificou-se que o consumo energético foi aumentado em até 15%. Todo este

crescimento pode ser observado nos itens referentes a ventilação e resfriamento do ambiente interno, aumentando 46% e 40% respectivamente, em relação ao mesmo item do caso base. No entanto o consumo total necessário para o aquecimento da edificação manteve-se o mesmo, inclusive para os valores apresentados para cada uma das orientações.

**Tabela 44-** Resultados do consumo de energia – WWR 40%.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	448	1	2597	2071	1839	6956	15.01%
Noroeste	439	1	2463	2071	1839	6813	14.41%
Sudeste	381	6	2215	2071	1839	6512	12.88%
Sudoeste	357	9	2011	2071	1839	6287	12.25%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>46.00%</b>	<b>0.00%</b>	<b>40.63%</b>				

#### 4.6.5 Tipo de Vidro

O vidro simulado nos casos base é um vidro incolor de 3mm. As alterações nesta variável só consideraram vidros de melhor desempenho térmico em relação ao incolor. Foram considerados os vidros fumê de 3mm e refletivo de 6mm. Os dois vidros utilizados nas alterações simuladas proporcionaram redução no consumo de energia. A troca do vidro incolor de 3mm por vidro fumê de 3mm permitiu que o consumo de energia fosse reduzido em quase 2%, enquanto para o vidro refletivo de 6mm a redução foi de até 8,2%, conforme apresentado na Tabela 45 e na Tabela 46.

**Tabela 45-** Resultados do consumo de energia – vidro fumê 3mm.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	285	1	1733	2071	1839	5929	-1.97%
Noroeste	282	2	1658	2071	1839	5852	-1.73%
Sudeste	250	7	1511	2071	1839	5678	-1.58%
Sudoeste	234	11	1370	2071	1839	5525	-1.36%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-5.57%</b>	<b>23.53%</b>	<b>-5.01%</b>				

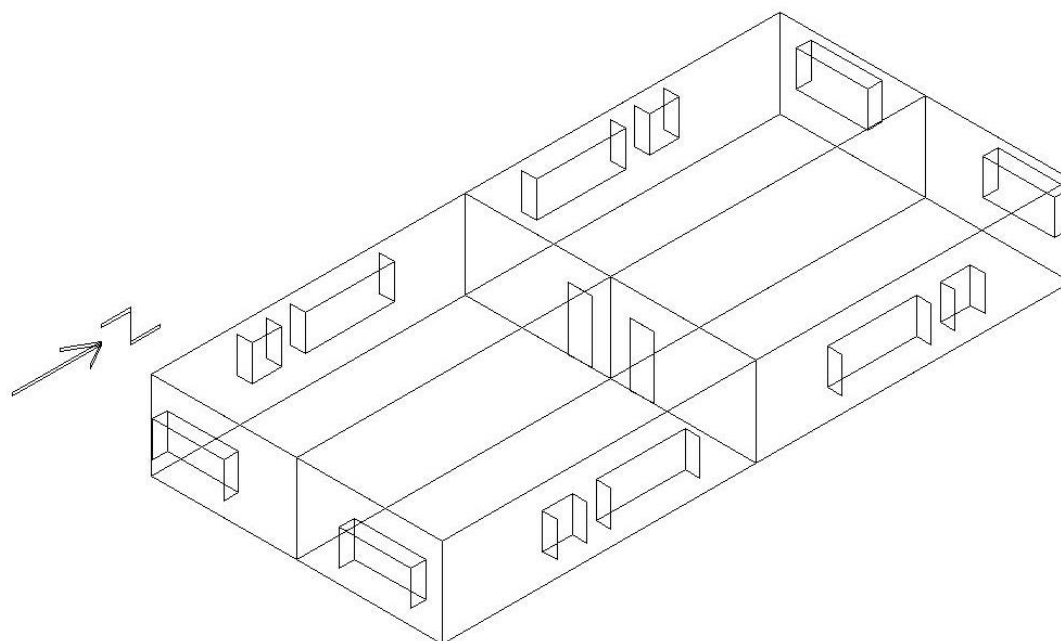
**Tabela 46-** Resultados do consumo de energia – vidro refletivo 6mm.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	227	4	1407	2071	1839	5548	-8.27%
Noroeste	227	5	1359	2071	1839	5501	-7.62%
Sudeste	204	11	1255	2071	1839	5380	-6.74%
Sudoeste	192	16	1147	2071	1839	5265	-6.00%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-23.63%</b>	<b>111.76%</b>	<b>-21.73%</b>				

Nota-se que nos dois casos o consumo de energia destinado à ventilação e ao resfriamento da edificação foram reduzidos, enquanto para aquecimento aumentou. No caso do vidro fumê estes resultados foram mais sutis, mas o vidro refletivo proporcionou uma redução geral no consumo de energia total anual, enquanto que por uso final apresentou aumento significativo para aquecimento de mais de 110% em relação ao caso base. Os comportamentos destes vidros proporcionam redução do consumo de energia total anual, porém apresentam aumento no consumo durante o período de inverno.

#### 4.6.6 Proteção Solar (sombreamento das aberturas)

A minoria dos edifícios cadastrados no estudo apresentou algum tipo de proteção solar. Quando ela ocorria, eram elementos estruturais que avançavam na fachada não mais que 50cm. Foram simulados modelos com proteções solares verticais nas esquadrias das fachadas leste e oeste e proteções verticais e horizontais nas esquadrias das fachadas norte e sul. Nos quatro modelos as proteções solares avançam 50cm em relação a fachada, como mostra a Figura 31.



**Figura 31-** Perspectiva do modelo criado com proteção solar de 50cm.

Conforme a Tabela 47, os resultados demonstram que as proteções solares permitem uma redução no consumo energético de 2,18% na fachada sudeste até 3,11% na fachada noroeste, que recebe maior incidência solar. As fachadas nordeste e noroeste são as que apresentam maior redução no consumo de energia em relação aos respectivos casos base.

**Tabela 47-** Resultados do consumo de energia – Proteção Solar 50cm.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	278	2	1686	2071	1839	5876	-2.84%
Noroeste	272	2	1586	2071	1839	5770	-3.11%
Sudeste	245	8	1480	2071	1839	5643	-2.18%
Sudoeste	227	12	1319	2071	1839	5468	-2.37%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-8.18%</b>	<b>41.18%</b>	<b>-8.06%</b>				

Em relação ao desempenho do caso base, as quantidades de energia utilizadas com destino a ventilação e resfriamento da edificação são reduzidas, enquanto há um aumento no consumo para o aquecimento do espaço interno. Isso significa dizer que

mesmo proporcionando redução do consumo de energia anual, o modelo criado com proteção solar implica em aumento do consumo de energia para aquecimento do ambiente interno.

#### 4.7 SIMULAÇÃO DAS ALTERAÇÕES DAS VARIÁVEIS DE USO E OCUPAÇÃO

##### 4.7.1 Ocupantes

O levantamento na sala definida como caso base demonstrou que a sala é utilizada por 3 pessoas e esta foi a configuração de ocupação definida no caso base. Para a variação no número de ocupantes, adotou-se como valor mínimo uma só pessoa, e para valor máximo de 10 (considerando 3 advogados, atendendo 2 pessoas cada um e uma secretária). Conforme indicado na Tabela 48, para o mínimo de ocupantes as simulações mostraram redução no consumo de energia de cerca de 3% e para valores máximos, aumento no consumo em até 10%. Observa-se que 10 é o número máximo que o programa conseguiu comportar. Valores acima deste geraram erro de entrada e sobrecarregaram o ar condicionado.

A responsabilidade da redução do consumo de energia verificado ao diminuir o número de ocupantes pode ser visualizada na redução dos valores referentes à ventilação e resfriamento da edificação. No entanto, em relação à média do consumo do caso base, verifica-se que ocorreu um aumento considerável no consumo destinado a aquecimento da edificação.

**Tabela 48-** Resultados do consumo de energia – Número de ocupantes 1.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	291	2	1662	2071	1839	5865	-3.03%
Noroeste	282	2	1588	2071	1839	5782	-2.91%
Sudeste	252	9	1432	2071	1839	5603	-2.88%
Sudoeste	230	13	1294	2071	1839	5447	-2.75%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-5.21%</b>	<b>52.94%</b>	<b>-9.50%</b>				

No caso do aumento do número de ocupantes, conforme os dados da Tabela 49, esta análise demonstra os resultados invertidos: aumento do consumo para ventilação e

resfriamento e redução significativa do aquecimento. Isso significa dizer que enquanto para o caso base o consumo de aquecimento da edificação é de 17kWh por ano, para um ocupante este consumo aumenta para 26kWh/ano e para 10 ocupantes reduz para apenas 2kWh.

**Tabela 49-** Resultados do consumo de energia – Número de ocupantes 10.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	349	0	2438	2071	1839	6697	10.73%
Noroeste	350	0	2323	2071	1839	6583	10.55%
Sudeste	308	1	2153	2071	1839	6372	10.45%
Sudoeste	296	1	1966	2071	1839	6173	10.21%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>17.07%</b>	<b>-88.24%</b>	<b>34.48%</b>				

#### 4.7.2 Carga de Iluminação

A carga interna de iluminação verificada no escritório modelo foi de 735W. As simulações das alterações no caso da carga interna de iluminação, consideraram valor mínimo de 210W e valor máximo de 1050W. Para o primeiro caso, o consumo de energia anual destinado para iluminação foi de 592kWh, conforme apresentado na Tabela 50 enquanto que no caso base era de 2071kWh. Esta alteração representou redução de mais de 30% no consumo de energia total do ano. Em relação ao caso base, o consumo do ar condicionado destinado a ventilação e ao resfriamento da sala foram ambos reduzidos em 20%, enquanto que para aquecimento ocorreu aumento de mais de 350%, subindo de 17kWh por ano para 77kWh.

**Tabela 50-** Resultados do consumo de energia – Carga de Iluminação 210W.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	244	7	1500	592	1839	4182	-30.85%
Noroeste	238	8	1407	592	1839	4084	-31.42%
Sudeste	209	27	1275	592	1839	3942	-31.67%
Sudoeste	192	35	1121	592	1839	3779	-32.53%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-20.66%</b>	<b>352.94%</b>	<b>-19.69%</b>				

Para a segunda alteração, aumentando a carga interna de iluminação, o consumo anual subiu para 2959kWh, influenciando em 20% no consumo total de energia, de acordo com a Tabela 51. Na divisão por itens, o consumo de energia para aquecimento sofreu redução, enquanto ocorreu aumento para ventilação e resfriamento.

**Tabela 51-** Resultados do consumo de energia – Carga de Iluminação 1050W

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	342	0	2039	2959	1839	7179	18.70%
Noroeste	339	0	1951	2959	1839	7088	19.03%
Sudeste	299	2	1785	2959	1839	6884	19.33%
Sudoeste	283	3	1631	2959	1839	6715	19.89%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>13.48%</b>	<b>-70.59%</b>	<b>12.16%</b>				

#### 4.7.3 Carga de Equipamentos

O valor da carga interna configurada no caso base foi de 505W, determinada pela soma das cargas de todos os equipamentos utilizados no interior do ambiente de trabalho, conforme levantamento realizado no local. Quando os valores da carga interna de equipamentos foram alterados para valores mínimos de 145W, o consumo de energia para equipamentos reduziu de 1839 para 409 por ano e seu consumo total diminuiu 30%. Neste caso o consumo destinado ao aquecimento da edificação aumentou mais de 300% e reduziu quase 20% para ventilação e resfriamento, conforme apresentado na Tabela 52.

**Tabela 52-** Resultados do consumo de energia – Carga de Equipamentos 145W.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	249	7	1529	2071	409	4265	-29.48%
Noroeste	244	8	1436	2071	409	4168	-30.01%
Sudeste	214	25	1302	2071	409	4021	-30.30%
Sudoeste	197	32	1147	2071	409	3856	-31.16%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-18.78%</b>	<b>323.53%</b>	<b>-18.01%</b>				

Inversamente, para aumento da carga interna dos equipamentos para 1560W, o consumo de energia anual passou a ser 3156 e o consumo total aumentou em 30%. A necessidade de aquecimento foi reduzida e foi preciso aumentar a ventilação e o resfriamento do ambiente interno, conforme Tabela 53.

**Tabela 53-** Resultados do consumo de energia – Carga de Equipamentos 1560W.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	362	0	2149	2071	3156	7738	27.94%
Noroeste	360	0	2063	2071	3156	7650	28.46%
Sudeste	318	0	1892	2071	3156	7437	28.91%
Sudoeste	301	1	1739	2071	3156	7268	29.76%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>20.49%</b>	<b>-94.12%</b>	<b>18.78%</b>				

#### 4.8 SIMULAÇÃO DOS MODELOS DE MENOR E MAIOR CONSUMO ENERGÉTICO

Nesta etapa, foram selecionadas todas as variáveis que influenciaram na redução do consumo de energia e as variáveis que influenciaram no aumento do consumo de energia em relação ao caso base. Foram elaborados então os modelos representativos, considerados como de menor consumo e de maior consumo para as quatro orientações, para comparação com os resultados do caso base. As variáveis observadas são demonstradas na Tabela 54 a seguir:

**Tabela 54-** Variáveis que influenciam na redução e no aumento do consumo de energia.

		Modelo de Menor Consumo	Modelo de Maior Consumo
<b>Variáveis Arquitetônicas</b>	Forma	Retangular	Caso Base
	Absortância	0,2	0,8
	Transmitância	Caso Base	5
	WWR	10%	40%
	Tipo de Vidro	Refletivo 6mm	Caso Base
	Proteção Solar	Com proteção solar	Caso Base
<b>Variáveis de Uso e Ocupação</b>	Ocupantes	1	10
	Iluminação	210	1050
	Equipamentos	145	2370

Estes modelos foram criados para verificar o comportamento do modelo quando submetido à somatória das variáveis que proporcionaram redução e aumento do consumo de energia em relação ao caso base, como complemento deste estudo. Estes modelos apresentam os valores mínimos e máximos extremos, podendo resultar em uma edificação inoperável.

#### 4.8.1 Modelo de Menor Consumo Energético

O modelo determinado como de “menor consumo” foi gerado através da seleção de todos os modelos criados com as variáveis que proporcionaram redução do consumo de energia em relação ao caso base. As características alteradas são apresentadas a seguir, sendo que os demais entradas foram mantidos de acordo com o modelo inicial.

- Proporção da Planta: retangular norte-sul;
- Absortância da parede externa: 0,2;
- Transmitância da parede externa: 2 (valor do caso base);
- Porcentagem de área de janela em relação à fachada: 10%;
- Tipo de vidro: refletivo 6mm;
- Proteção solar: com proteção solar;
- Ocupantes: 1 pessoa;
- Carga interna de iluminação: 210kW;
- Carga interna de equipamentos: 145kW.

A simulação dos quatro modelos com as características de menor consumo, quando combinadas proporcionam uma redução no consumo de energia total do modelo em mais de 75%, como mostra a Tabela 55. Para este modelo, o consumo referente aos equipamentos utilizados pelos usuários reduziu de 1839kWh por ano para apenas 409kWh, enquanto que para iluminação interna, os valores reduziram de 2071 para 592kWh por ano. Estes valores são iguais aos obtidos nas simulações de valores mínimos das variáveis de carga de iluminação e carga de equipamentos.

**Tabela 55-** Resultados do consumo de energia – Modelo de Menor Consumo.

Orientação	Ventil KWh	Aquecim. KWh	Resfriam. KWh	Ilumin. KWh	Equipam. KWh	Consumo Anual KWh	Relação com Caso Base
Nordeste	53	139	296	592	409	1489	-75.38%
Noroeste	53	138	284	592	409	1476	-75.21%
Sudeste	53	256	247	592	409	1557	-73.01%
Sudoeste	55	249	240	592	409	1545	-72.42%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>-80.77%</b>	<b>4500.00%</b>	<b>-83.84%</b>				

O consumo energético destinado para ventilação da sala reduziu de cerca de 300kWh/ano para pouco mais de 50, importando numa redução de 80% em relação ao mesmo item do caso base. Para o caso do resfriamento, o consumo de energia reduziu de cerca de 1800kWh/ano para menos de 300kWh/ano, representando redução de 84%.

Em contrapartida, o consumo energético referente ao aquecimento da edificação foi significativamente superior ao do caso base. Enquanto o consumo máximo anual era de 9kWh, para o caso de menos consumo houve um aumento para mais de 130kWh, representando um aumento de mais de 4500%.

#### 4.8.2 Modelo de Maior Consumo Energético

O modelo definido como de “Maior Consumo” foi criado com a seleção de todos os modelos criados com as variáveis que proporcionaram aumento do consumo de energia em relação ao caso base. As características alteradas são apresentadas a seguir, sendo que os demais entradas foram mantidos de acordo com o modelo inicial.

- Proporção da Planta: retangular leste-oeste (como no caso base);
- Absortância da parede externa: 0,8;
- Transmitância da parede externa: 5;
- Porcentagem de área de janela em relação à fachada: 40%;
- Tipo de vidro: incolor 3mm (como no caso base);
- Proteção solar: sem proteção solar (como no caso base);
- Ocupantes: 10 pessoas;
- Carga interna de iluminação: 1050kW;
- Carga interna de equipamentos: 1560kW.

A simulação dos quatro modelos com as características que proporcionaram consumo de energia superior ao do caso base, quando simuladas em um único modelo demonstram consumo energético de mais de 70% superior ao caso inicial, como mostra a Tabela 56. Para este grupo de modelos, o consumo referente aos equipamentos utilizados pelos ocupantes aumentou de 1839kWh por ano para 3156kWh, enquanto que para iluminação interna, os valores aumentaram de 2071 para 2959kWh por ano. Estes valores são iguais aos obtidos nas simulações de valores máximos das variáveis de carga de iluminação e carga de equipamentos.

**Tabela 56-** Resultados do consumo de energia – Modelo de Maior Consumo.

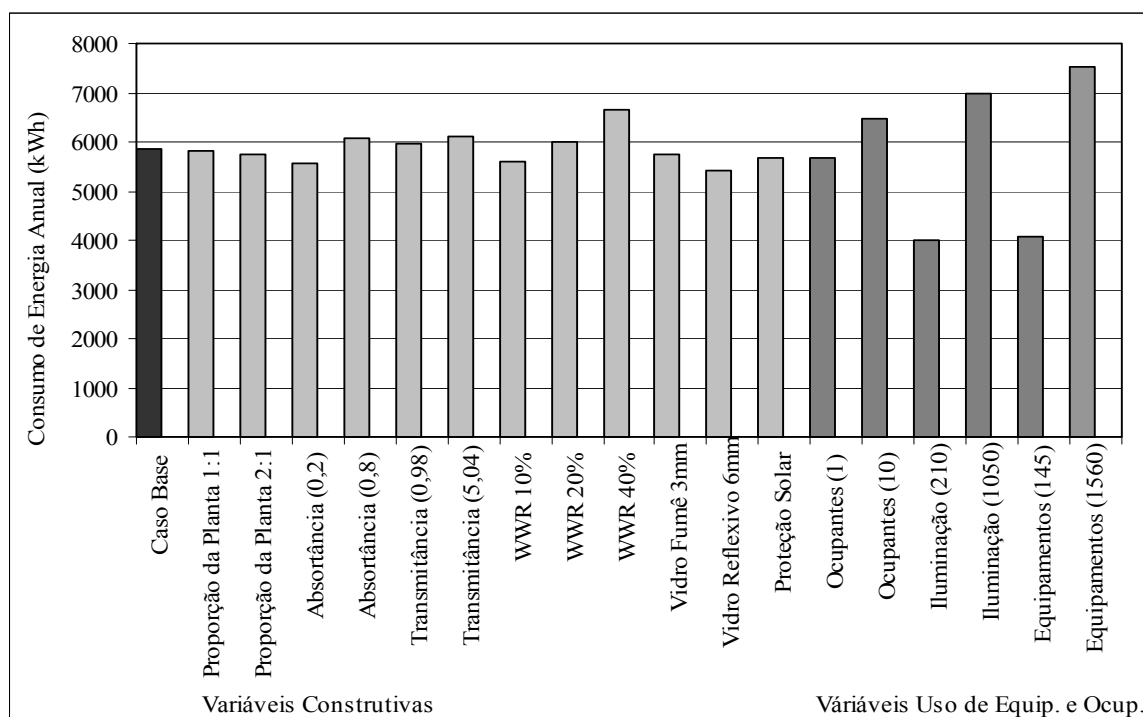
<b>Orientação</b>	<b>Ventil KWh</b>	<b>Aquecim. KWh</b>	<b>Resfriam. KWh</b>	<b>Ilumin. KWh</b>	<b>Equipam. KWh</b>	<b>Consumo Anual KWh</b>	<b>Relação com Caso Base</b>
<b>Nordeste</b>	606	7	3616	2959	3156	10344	71.03%
<b>Noroeste</b>	595	8	3429	2959	3156	10147	70.39%
<b>Sudeste</b>	535	12	3196	2959	3156	9858	70.88%
<b>Sudoeste</b>	523	15	3002	2959	3156	9655	72.38%
<b>Relação com Caso Base</b>	<b>102.96%</b>	<b>147.06%</b>	<b>100.56%</b>				

O consumo energético destinado à ventilação, resfriamento e aquecimento da edificação aumentaram mais de 100% para os modelos de maior consumo. A maior alteração foi no consumo referente à ventilação que foi quase 150% superior ao caso base.

#### 4.9 DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS

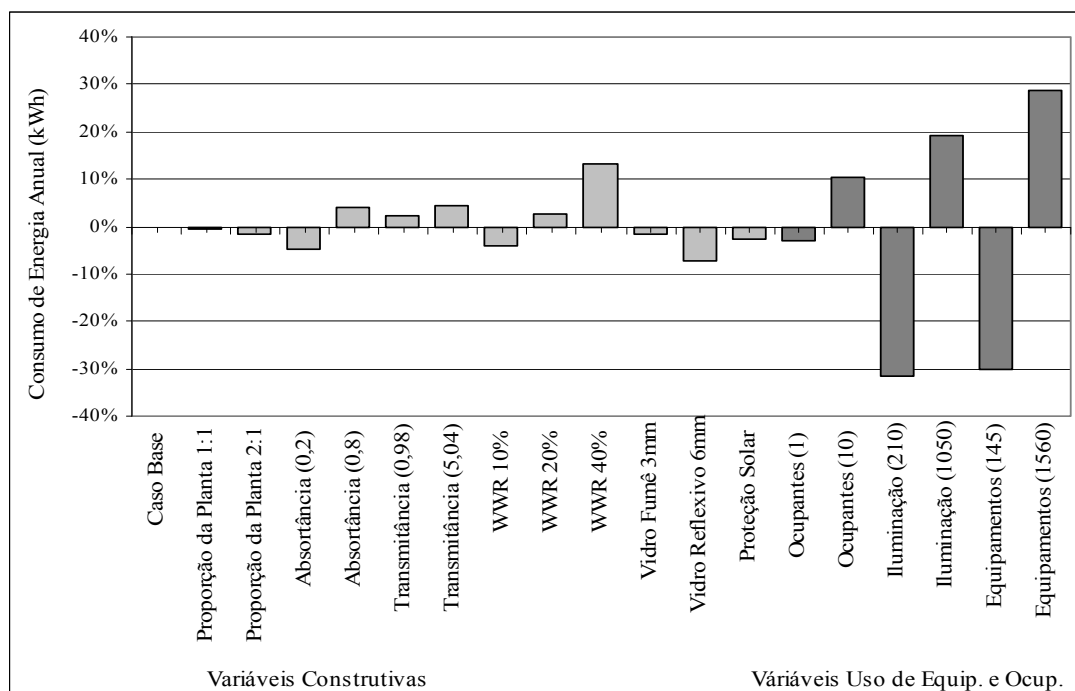
Os resultados das simulações demonstraram que as variáveis de uso e ocupação (número de ocupantes, carga interna de iluminação e de equipamentos) têm maior impacto no consumo de energia anual em edifícios de escritórios. Dentre as variáveis de uso e ocupação analisadas, a carga interna de iluminação e a carga interna de equipamentos foram as variáveis que mais influenciaram o consumo de energia anual da edificação estudada, podendo variar entre 20% e 30%. Apesar dos resultados demonstrarem maior influência das variáveis de uso e ocupação, os valores das variáveis construtivas não são nulos, podendo resultar em diferença de mais de 13% (para porcentagem de área de janela em relação à

fachada) no consumo de energia anual no escritório. O gráfico da Figura 32 apresenta um resumo dos valores obtidos.



**Figura 32** - Gráfico do consumo de energia por variável, em kWh por ano.

Analisando-se separadamente somente as variáveis que provocaram redução no consumo de energia, observa-se que no grupo das variáveis de uso e ocupação é a carga interna de iluminação o parâmetro responsável pela maior alteração no consumo, seguido pela carga interna de equipamentos e depois pelo número de ocupantes. Para o grupo das variáveis construtivas, o parâmetro que proporcionou maior alteração de consumo foi o tipo de vidro (Vidro Refletivo 6mm), seguido pela absorvância (absortância 0,2), WWR 10%, a existência de proteção solar, tipo de vidro (Vidro Fumê 3mm) e por fim a proporção da planta de 2:1, conforme pode ser visto na Figura 33.



**Figura 33-** Gráfico do consumo de energia por variável, em porcentagem.

Dentre as variáveis que provocaram aumento no consumo de energia, analisando separadamente o grupo das variáveis de uso e ocupação, a carga interna de equipamentos foi a variável que mais influenciou no consumo de energia do modelo, seguido pela carga interna de iluminação e número de ocupantes. Para o grupo das variáveis construtivas, primeiro foi a WWR 40% seguido pela transmitância 5,04, absortância 0,8, WWR20% e transmitância 0,98. A Tabela 57 apresenta estes valores, classificando os dois grupos de variáveis de acordo a porcentagem de influência no consumo energético.

**Tabela 57 -** Classificação das variáveis de acordo com porcentagem de influência no consumo de energia anual.

Colocação	Variável	Porcentagem de Influência	Colocação	Variável	Porcentagem de Influência
1º	Iluminação (210)	-31,60%	1º	Equipamentos (2370)	28,75%
2º	Equipamentos (145)	-30,22%	2º	Iluminação (1050)	19,22%
3º	Ocupantes (1)	-2,89%	3º	Ocupantes (10)	10,49%
1º	Vidro Refletivo 6mm	-7,18%	1º	WWR 40%	13,23%
2º	Absortância (0,2)	-4,67%	2º	Transmitância (5,04)	4,26%
3º	WWR 10%	-4,00%	3º	Absortância (0,8)	3,97%
4º	Proteção Solar	-2,64%	4º	WWR 20%	2,48%
5º	Vidro Fumê 3mm	-1,66%	5º	Transmitância (0,98)	2,20%
6º	Proporção da Plana	-0,53%			

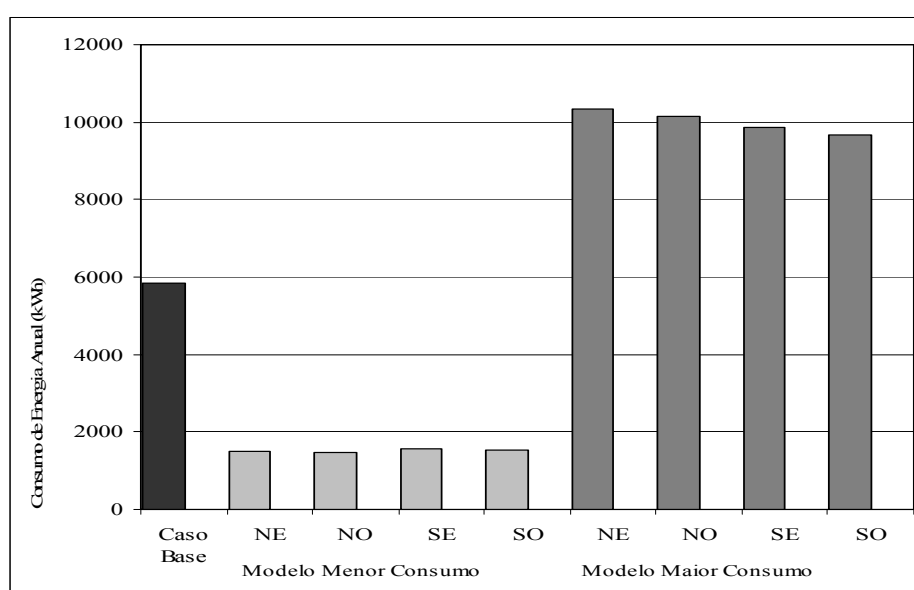
Depois de analisado o comportamento de cada uma das variáveis separadamente, foram executadas mais 8 simulações de dois novos modelos: o caso menor consumo e o caso maior consumo.

O caso de menor consumo é um modelo que foi criado utilizando as variáveis que proporcionaram redução do consumo energético em relação ao caso base nas simulações paramétricas. E o caso de maior consumo é um modelo foi criado utilizando as variáveis que proporcionaram aumento do consumo energético em relação ao caso base, conforme apresentado na Tabela 58.

**Tabela 58-** Valores considerados nas simulações dos modelos menor consumo e maior consumo.

Orientação	Forma	Abs	Transm	WWR	Vidro	Brise	Ocup	Ilumin	Equipam
<b>Menor Consumo</b>	Retangular	0,2	<b>Caso base</b>	10%	Refletivo	com	1	210	145
<b>Maior Consumo</b>	<b>Caso base</b>	0,8	5	40%	<b>Caso base</b>	<b>Caso base</b>	10	1050	2370

A redução média do consumo de energia para o modelo de menor consumo, considerando todas as orientações solares, foi de 75%, enquanto que para o modelo de maior consumo, houve aumento de 70%, considerando todas as orientações solares, como mostra a Figura 34. Estas simulações complementares serviram para mostrar que a combinação de diversas decisões de projeto e de ocupação e utilização do espaço podem resultar em valores de consumo de energia extremamente altos ou em economias significativas.



**Figura 34** - Gráfico do consumo de energia Caso Base e Modelos Menor e Maior Consumo, em kWh.

## 5 CONCLUSÃO

O arquiteto é responsável pelas decisões de projeto arquitetônico, incluindo a definição dos materiais e equipamentos que serão utilizados pelos ocupantes do edifício. Estas escolhas influenciam no desempenho térmico do ambiente e conseqüentemente no seu consumo de energia. Os edifícios de escritório são responsáveis por uma parte considerável do consumo da energia nacional. As características arquitetônicas como materiais da fachada, porcentagem de janela na fachada, orientação e presença de elementos de proteção solar influenciam neste consumo, bem como a densidade de ocupação do ambiente e os equipamentos utilizados.

O principal objetivo deste trabalho foi verificar o impacto das variáveis construtivas e de uso de equipamentos e ocupação no consumo de energia em uma sala comercial, localizada na cidade de Londrina – PR. O segundo objetivo era conhecer a relação do consumo de energia entre cada uma das variáveis dentro de seus respectivos grupos.

Os resultados das 84 simulações realizadas, utilizando o arquivo climático da cidade de São Paulo –SP, demonstraram que o modelo estudado sofre maior influência no consumo de energia anual por parte das variáveis de uso de equipamentos e ocupação (número de ocupantes, carga interna de iluminação e de equipamentos). Das três variáveis de uso de equipamentos e ocupação analisadas, a carga interna de iluminação e de equipamentos são as que apresentaram maior influência no consumo energético do modelo. O consumo de energia aumenta ou reduz de 10% a 30% nestes parâmetros enquanto para os parâmetros construtivos estes valores mantêm-se entre 0.57% e 13.23%, considerando-se escritórios condicionados artificialmente localizados na cidade de Londrina – PR.

Para os modelos criados com as variáveis que proporcionaram redução no consumo de energia em relação ao caso base, verificou-se, na média, uma redução no consumo de energia de 74,10%. Nos modelos criados com as variáveis que proporcionaram aumento de consumo de energia, verificou-se, na média, um aumento no consumo de energia de 71,17%. Isso significa dizer que na criação de um modelo com a somatória das variáveis que influenciam no aumento ou na redução do consumo energético, em grupo, os resultados são valores acima de 70% em relação ao modelo criado. Estes resultados são válidos somente para as condições determinadas neste trabalho e para a cidade de Londrina/ São Paulo.

A partir de todo o estudo realizado, pode-se concluir que a maior parte do controle do consumo de energia nos edifícios de escritório depende da maneira como os ocupantes utilizam o espaço. O controle da carga interna destinada aos equipamentos e a iluminação interna das salas de edifícios comerciais pode representar uma redução ou um aumento de mais de 30% no consumo de energia anual.

E para os projetistas, suas decisões na escolha dos materiais da fachada, na porcentagem de vidro utilizada, na cor da fachada, na forma do prédio, na orientação solar das fachadas e na utilização de recursos de proteções solares podem contribuir com redução de até 7,18% ou gerar um aumento de mais de 13% no consumo de energia.

Espera-se que este trabalho possa colaborar com as pesquisas relacionadas à eficiência energética e, que estudos sobre o impacto de suas decisões no consumo de energia de edificações proporcionem aos ocupantes e aos projetistas diretrizes para que suas resoluções sejam baseadas em constatações técnicas e científicas e ocorram de forma clara e consciente para construção de edificações mais eficientes energeticamente.

## 5.1 LIMITAÇÕES ENFRENTADAS

Os dados fornecidos na Prefeitura Municipal de Londrina apresentaram algumas incoerências, sendo necessária a inclusão de visitas aos edifícios para verificar os dados e acertar a relação de prédios a serem estudados. Isso influenciou no tempo da pesquisa inicial, obrigando a rever a metodologia inicial.

Houve bastante dificuldade para acessar os dados junto à prefeitura. O sistema de organização e normas internas proíbe acesso aos arquivos de pessoas não autorizadas pelo proprietário ou arquiteto responsável pelo projeto. Com uma solicitação da coordenação do curso de mestrado de universidade foi possível obter acesso aos arquivos, porém a retirada dos dados foi extremamente lenta e trabalhosa.

Por se tratar do primeiro trabalho sobre eficiência energética em edifícios comerciais realizado na cidade, não havia nenhum levantamento de dados inicial. E como se tratava de um trabalho com duas etapas distintas e complexas (levantamento de dados e simulações termo-energéticas) o tempo de dedicação a cada etapa precisou ser restrito, impedindo a obtenção de outros dados, como: existência de ar condicionado e consumo de

energia em cada sala comercial, levantamento dos edifícios vizinhos próximos que podem influenciar no sombreamento e controle dos ventos no edifício estudado, estudo da implantação do edifício, etc.

Não foi possível realizar monitoramento de temperaturas internas e de equipamentos elétricos existentes no caso base por falta de tempo e aparelhagem apropriada. Neste caso, foram usados dados de potência e consumo tabelados e informados pelos fabricantes.

O conhecimento limitado sobre o programa dentro do curso de mestrado e a necessidade de se buscar maiores informações sobre o *software* fora da instituição, dificultou o avanço desta pesquisa, tornando necessário limitar o estudo aos formatos mais básicos do modelo e as simulações das alterações das variáveis. Por este motivo, foi necessário fixar o aparelho de ar condicionado, sem estudar sua eficiência. Também por este motivo foi excluída a cobertura da edificação, adotando-se salas intermediárias para simulação.

## 5.2 PROBLEMA NO ARQUIVO CLIMÁTICO

Durante o desenvolvimento das simulações para a cidade de Londrina, alguns resultados apresentados pelo programa foram incoerentes com a revisão bibliográfica sobre o assunto. A primeira incoerência verificada foi com relação com aos valores de absorvância. Quando o protótipo foi simulado para valores de absorvância 0,2 e para 0,9 verificou-se o mesmo consumo de energia. Neste momento, para testar o comportamento do protótipo, foram simulados todos os valores de absorvância, em intervalos de 10%. Este teste demonstrou que de 0,1 a 0,5 o consumo de energia aumentava, em porcentagens muito pequenas (valor máximo de 0,3%). E no intervalo de absorvância de 0,6 a 0,9 os valores de consumo de energia reduziram até o valor obtido para 0,9 ficar igual ao de 0,2.

Era esperado que o consumo de energia aumentasse gradativamente conforme o valor da absorvância fosse aumentado. Na tentativa de entender o problema, o mesmo protótipo foi simulado para outras cidades com valores de absorvância da parede externa de 0,2 e 0,9. Foram utilizados os arquivos climáticos das cidades de Florianópolis, Brasília e Curitiba. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 59.

**Tabela 59-** Variação no consumo de energia para valores de absorvância de 0,2 e 0,9, por cidade

<b>Cidade</b>	<b>Variação do Consumo de Energia Influenciado pela absorvância (de 0,2 a 0,9)</b>
<b>Londrina</b>	0%
<b>Florianópolis</b>	8,1%
<b>Brasília</b>	7,9%
<b>Curitiba</b>	5,2%

Com a diferença nos valores para Londrina, foi necessário verificar o arquivo climático da cidade para tentar entender porque a cor do edifício não estava influenciando o consumo de energia da mesma maneira que influenciava para outras cidades. O arquivo climático de Londrina apresentava valores discrepantes para colunas referentes a radiação extraterrestre e iluminância. Verificou-se que o arquivo climático não estava considerando radiação solar, fato que tornou inviável continuar o trabalho utilizando este arquivo climático. Foi necessário substituir o arquivo climático da cidade de Londrina pelo arquivo climático de uma cidade que possuísse os dados completos.

### 5.3 CONTRIBUIÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A base de dados criada dos edifícios comerciais em Londrina permite elaboração de diversos trabalhos acadêmicos relacionados com a eficiência energética em edifícios de escritórios. O levantamento de dados pode ser aprimorado com a obtenção de mais dados que influenciam o consumo de energia como a existência e a eficiência de aparelhos de ar condicionado em cada sala comercial analisada. Também seria interessante acrescentar o consumo de energia de cada sala ao fichamento, fato que possibilitaria diversas análises.

Esta metodologia pode ser aplicada em outros trabalhos acadêmicos. É possível desenvolver a simulação de outros edifícios cadastrados para verificar seu comportamento diante das alterações das mesmas variáveis. Esta metodologia desenvolvida pode ser aplicada para estudos de outros tipos de construções, como edifícios residenciais, residências, hotéis, hospitais.

Para obter dados mais próximos da realidade, é possível realizar o monitoramento dos equipamentos e do ar condicionado de diversas salas para verificar a sua influência no consumo de energia.

Um outro trabalho que pode ser realizado é relacionado ao arquivo climático. Como o arquivo climático de Londrina apresentou problemas, ele poderia ser corrigido ou refeito e então os casos base criados para este trabalho poderiam ser novamente simulados e os resultados comparados com a cidade de São Paulo.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15220-3**. Desempenho térmico de edificações: Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ABNT. **NBR 15575-3**. Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos. Rio de Janeiro, 2007.

ASHRAE. **Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-Rise Residential Buildings**. ASHRAE Standard: 90.1-2004. Atlanta: American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, 2004.

BARBOSA, M. J.; PICANÇO, F. V.; PEDROSO, N. F.; VIER, S. B. **Arquivos Climáticos de Interesse para a Edificação nas Regiões de Londrina e Cascavel (PR)**. Londrina: EDUEL, 1999.

BRASIL. 2001. Decreto nº 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. **Lex**: Diário Oficial da União, Brasília, 2001. Disponível em: [www.mme.gov.br/site/legislation](http://www.mme.gov.br/site/legislation). Acesso em: 15/agosto/2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional**. Brasília, 2007.

BULLA, A. L.; **Análise paramétrica do desempenho termo-energético de um edifício de escritórios**. Florianópolis. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, UFSC, Florianópolis.

CARLO, J.C.; TOCOLINI, G.; LAMBERTS, R. Verificação das características externas de edificações em quatro capitais brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ELACAC, 2005, Maceió, AL. CDROM.

CARLO, J; GHISI, E; LAMBERTS, R; MASCARENHAS, A. C. Eficiência Energética no Código de Obras de Salvador. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, 3., 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003.

CARLO, J; PEREIRA, F; LAMBERTS, R. Iluminação Natural para Redução do Consumo de Energia de Edificações de Escritório, aplicando propostas de Eficiência Energética para o Código de Obras do Recife. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo, 2004.

CARLO, J. **Elaboração de Regulamentação e Classificação de Edificações Eficientes**. Processamento de Dados Climáticos para Simulação do Desempenho Energético de Edificações. Florianópolis: Departamento de engenharia civil, UFSC, 2005.

CARLO, J. TOCCOLINI, G; LAMBERTS, R. **Elaboração de Regulamentação e Classificação de Edificações Eficientes. Levantamento de Dados visando a Definição de**

**Protótipos de Edificações Brasileiras.** Departamento de engenharia civil, UFSC, Florianópolis, 2005.

CARRIÈRES, K. R. M.; RORIZ, M. **Desempenho térmico e consumo energético de edifícios de escritórios em São Carlos, SP.** In: ENCONTRO NACIONAL TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC, 2008, Fortaleza. CDROM.

CASTRO, A. P. A. S.; GUTIERREZ, G. C. R.; LABAKI, L. C.; BALDAN, V. J. S., CARAM, R. M. **Desempenho térmico de películas poliméricas em fachadas envidraçadas.** In: Encontro Nacional Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC, 2008, Fortaleza, CE. CDROM.

**CIB - Agenda 21 para Construção Sustentável.** São Paulo: Editora G. Weinstock, 2000.

CHUNG, W.; HUI, Y. V. A study of energy efficiency of private office buildings in Hong Kong. **Energy and Buildings**, v. 41, Issue 6, p. 696-701, 2009.

CORSON, W. H. **Manual global de ecologia.** São Paulo: Ed. Augustos, 1996.

CRAWLEY D. B.; LAWRIE, L. K.; WINKELMANN, F. C.; BUHL, W.F.; HUANG, Y. J.; PETERSEN, C. O.; STRAND, R. K.; LIESEN, R. J.; FISHER, D. E.; WITTE, M.; GLASER, J.. EnergyPlus: creating a new-generation building energy simulation program. **Energy and Buildings**, v. 33/4, p.443-457, 2004.

CRUZ, A. B. S.; GONÇALVES, J. I. P.; SILVA, N.F.; FILHO, R. D. T.; FARBAM, E. R.; ROSA, L. P.; MARTINEZ, A. C. P.. **Avaliação da Sustentabilidade energética e ambiental em edificações.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. Anais São Paulo, 2004. CD-ROM.

DIDONÉ, E. L.; BITTENCOURT, L. S. O impacto dos protetores solares na eficiência energética de hotéis. In: ENCONTRO NACIONAL TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2008, Fortaleza, CE. CDROM.

DOE. **Low-energy buildings design guidelines.** 2005. Disponível em:<[www.eren.doe.gov](http://www.eren.doe.gov)>. Acesso em : 14 jun. 2004.

DORNELLES, K. A.; RORIZ, M. A ilusão das cores na identificação da absorptância solar de superfícies opacas. In: ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., Ouro Preto, 2007. CDROM

ENERGYPLUS. **Getting Started With EnergyPlus:** Everything You Need to Know About Running EnergyPlus. EnergyPlus, 2004. 56f. European Commission Directorate-General for Energy. Designing healthy energy efficient office buildings. A Thermie programme action. 1995.

FOSSATI, M., LAMBERTS, R. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de projetos de edifícios: o caso de escritórios em Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Fortaleza, 2008. CDROM.

GHISI, E.; TINKER, J. A.. **An Ideal Window Area concept for energy efficient integration of daylight and artificial light in buildings.** Building and Environment, 2005.

GO´MEZ, L. A.; LAMBERTS, R. **Simulação da influência de algumas variáveis arquitetônicas no consumo de energia em edifícios**. Departamento de engenharia civil, UFSC, Florianópolis, 1995.

GOULART, S.. **Dados climáticos para a avaliao e desempenho térmico de edificaes em Florianópolis**. 1993. Dissertao (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

GOULART, S.; LAMBERTS, R. **Simulao da influência de Algumas variáveis arquitetônicas no consumo de energia em edifícios**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Civil, UFSC. 1995.

GOULART, S.; LAMBERTS, R.; FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliao energética de edificaes para 14 cidades brasileiras**. Florianópolis: UFSC, 1997.

HOES, P.; HENSEN, J. L. M.; LOOMANS, M. G. L. C.; VRIES, B; BOURGEOIS, D. User behavior in whole building simulation. **Energy and Buildings**, v. 41, Issue 3, Mar. 2009, p. 295-302, 2009.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Efcincia energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997.

LEE, A. S.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R.. Verificao da eficiência energética de um edifício de escritórios através de simulao computacional: estudo de caso no departamento de engenharia civil da UFSC. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., São Pedro, 2001. CDROM.

LIMA, T. B. S.; AMORIM, C. N. D. Levantamento das características tipológicas de edifícios de escritórios de Brasília. In: ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., Ouro Preto, 2007. CDROM

LOVELOCK, James. **A vingaa de Gaia**. São Paulo: Editora Intrínseca, 2006.

MARINOSKI, D. L.; MILBRATZ, J. H.; LAMBERTS, R. Verificao de propriedades térmicas e ópticas de janelas através de simulao computacional. In: ENCONTRO NACIONAL TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza, 2008. CDROM.

MATOS, M.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. Análise de área de abertura para ventilao na cidade de Florianópolis utilizando o programa COMIS/ EnergyPlus. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ELACAC, Maceió, 2005. CDROM.

MELO, A. P.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R.. Avaliao computacional de estratégias para a reduo do consumo de energia elétrica em um hotel em Florianópolis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., Florianópolis, 2006. CDROM.

MELO, A. P.. **Análise da influência da transmitância térmica no consumo de energia em edificaes comerciais**. Dissertao (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

- MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Análise da influência do desempenho térmico dos fechamentos opacos através do balanço térmico. In: ENCONTRO NACIONAL TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza, 2008. CDROM.
- MINKU, P. M.; SANTANA, M. V.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Tipologias construtivas de edifícios de escritórios localizados em Florianópolis-SC. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ELACAC, Maceió, 2005. CDROM.
- MOREIRA, C. S.; GHISI, E.; LAMBERTS, R.; SANTANA, M. V. Estudo sobre o padrão de ocupação e de uso de equipamentos em escritórios localizados em Florianópolis-SC. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENCAC, Maceió, 2005. CDROM.
- MOTA, S. **Introdução a Engenharia Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES, 1997.
- MOTTA, S. R. F. Análise da influência do vidro das janelas sobre o Consumo energético das edificações. In: ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., Ouro Preto, 2007. CDROM.
- OLLOFSSON, T.; MEIER, A.; LAMBERTS, R. Rating de Energy Performance of Building. **International Journal of Low Energy and Sustainable Buildings**, v. 3, 2004.
- OURA, K. Y. **Verticalização em Londrina-Paraná (1950-2005): a produção do espaço urbano e seu desenvolvimento pelos edifícios verticais**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2006.
- PACHECO, M. T. G.; LAMBERTS, R. Edifícios de energia zero: definições, políticas, exemplos. In: ENCONTRO NACIONAL TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza, 2008. CDROM.
- PAN, Y.; YIN, R.; HUANG, Z. Energy modeling of two office buildings with data center for green building design. **Energy and Buildings**, v. 40, Issue 7, p. 1145-1152, 2008.
- PAPST, A.L.; GHISI, E.; COLLE, F.; ABREU, S.L.; GOULART, S.; BORGES, T. **Eficiência Energética e Uso Racional da Energia na Edificação**. Florianópolis: LABSOLAR, 2005.
- PEDRINI, A., LAMBERTS, R. Influência do tamanho e forma sobre o consumo de energia de edificações de escritório em clima quente. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Curitiba, 2003. CDROM.
- PEREIRA, I. M., SOUZA, R. V. G. Proteção solar em edificações residenciais e comerciais – desenvolvimento de metodologia. In: ENCONTRO NACIONAL TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza, 2008. CDROM.
- SANTANA, M. V. **Influência de Parâmetros Construtivos no Consumo de Energia de Edifícios de Escritório Localizados em Florianópolis – SC**. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- SANTANA, M. V.; GHISI, E. Influência do percentual de área de janela na fachada e da absorvância de paredes externas no consumo de energia em edifícios de escritório da cidade de

Florianópolis – SC. In: IX ENCONTRO NACIONAL, 9., LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., Ouro Preto, 2007. CDROM.

SIGNOR, R.. **Análise de regressão do consumo de energia elétrica frente a variáveis arquitetônicas para edifícios comerciais climatizados em 14 capitais brasileiras.** 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

TOFTUM, J.; ANDERSEN, R. V., JENSEN, K. L. Occupant performance and building energy consumption with different philosophies of determining acceptable thermal conditions. **Building and Environment**, v. 44, Issue 10, p. 2009-2016, 2009.

TZIKOPOULOS, A.; KARATZA, M. C. Modeling energy efficiency of bioclimatic buildings. **Energy and Building**, v.37, n. 5, p. 529-544, 2005.

XAVIER, A. A. P; CARDOSO, I. A. Desempenho Térmico e Consumo de Energia em edifícios de Escritório na cidade de Curitiba: Análise de Diferentes Tipologias Construtivas. In: ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., Ouro Preto, 2007. **Anais...** Ouro Preto, 2007. CDROM

YAMAKI, H. **Iconografias londrinenses.** Londrina: Edições Humanidades, 2003.

WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, L. Análise do impacto de variáveis arquitetônicas e cargas internas no consumo de energia em condicionamento de ar de edificações comerciais. In: IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Ouro Preto, 2007. CDROM

ZOMER, C. D.; RÜTHER, R. A arquitetura eficiente como um meio de economia energética atuando no gerenciamento pelo lado da demanda. In: ENCONTRO NACIONAL TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Fortaleza, 2008. CDROM.

## **APÊNDICES**


## APÊNDICE A - LEVANTAMENTO PARA CARACTERIZAÇÃO DA TIPOLOGIA CONSTRUTIVA

Nome do edifício: \_\_\_\_\_  
Endereço: \_\_\_\_\_  
Arquiteto: \_\_\_\_\_  
Construtora: \_\_\_\_\_  
Engenheiro responsável: \_\_\_\_\_  
Número total de pavimentos: \_\_\_\_\_ N° salas/ Pav.tipo: \_\_\_\_\_  
Área total do edifício: \_\_\_\_\_ Área/ pavimento: \_\_\_\_\_  
Área de escritório: \_\_\_\_\_

Forma da edificação (fazer croqui, numerar as fachadas e indicar o **Norte**):



Esquema da fachada (fazer croqui indicando quantidade de janela, existência de brises)





## APÊNDICE C - LEVANTAMENTO DO CASO BASE

Nome do edifício:		
Endereço:		
Andar:	—	Nº da sala: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Área útil da sala:	—	Nº de Ocupantes: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Horário de Funcionamento:		
Segunda a sexta:	—	Domingos: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Sábados	—	Feriados: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Materiais componentes:		
Materiais paredes externas:	—	Materiais paredes internas: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Materiais da laje:	—	Pintura interna geral: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Tipo de piso:	—	Cor do piso: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Equipamentos:		
Computadores:	—	Outros: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Impressoras:	—	Ventiladores: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Refrigeradores:	—	Ar condicionado: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>
Cafeteiras:	—	Iluminação: <span style="border-bottom: 1px solid black;"></span>

Planta esquemática de layout (indicar divisórias e todo mobiliário existente):

Planta esquemática indicando iluminação e pontos elétricos de parede:

## APÊNDICE D - LEVANTAMENTO DO PADRÃO DE USO DOS EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

### Computadores

Indique tempo de uso de computadores ( indicar hora de início e término)

Segunda a sexta	Sábado	Domingo	Feriados
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observações:

### Impressoras

Indique tempo de uso de impressoras ( indicar hora de início e término)

Segunda a sexta	Sábado	Domingo	Feriados
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observações:

### Refrigeradores

Indique tempo de uso de refrigeradores ( indicar hora de início e término)

Segunda a sexta	Sábado	Domingo	Feriados
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observações:

### Cafeteiras

Indique tempo de uso de cafeteiras ( indicar hora de início e término)

Segunda a sexta	Sábado	Domingo	Feriados
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observações:

### Iluminação

Indique tempo de uso da iluminação artificial (indicar hora de início e término)

Segunda a sexta	Sábado	Domingo	Feriados
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observações:

### Ventiladores

Indique tempo de uso de ventiladores ( indicar hora de início e término)

Segunda a sexta	Sábado	Domingo	Feriados
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observações:

### Sistema de Ar Condicionado

Indique tempo de uso do sistema de ar condicionado (indicar hora de início e término)

Segunda a sexta	Sábado	Domingo	Feriados
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Observações:

<b>APÊNDICE E - RESULTADO DAS ATIVIDADES PROFISSIONAIS</b>			
	<b>Atividade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Porcentagem</b>
1	Advocacia	411	20,12%
2	Vazia	264	12,92%
3	Medicina	204	9,99%
4	Odontologia	187	9,15%
5	Contabilidade	159	7,78%
6	Administração	113	5,53%
7	Psicologia	80	3,92%
8	Representante	77	3,77%
9	Agropecuária	65	3,18%
10	Engenharia	54	2,64%
11	Informática	52	2,55%
12	Financeira	37	1,81%
13	Seguros	32	1,57%
14	Estética	27	1,32%
15	Arquitetura	24	1,17%
16	Telecomincação	24	1,17%
17	Comércio	22	1,08%
18	Imobiliária	22	1,08%
19	Sindicato	20	0,98%
20	Propaganda/ publicidade	16	0,78%
21	Diversos	16	0,78%
22	Eventos	15	0,73%
23	Turismo	15	0,73%
24	Escola	14	0,69%
25	Studio	11	0,54%
26	Associação	10	0,49%
27	Conselho	10	0,49%
28	Cartório	9	0,44%
29	Fisioterapia	9	0,44%
30	Banco	8	0,39%
31	Depósito	6	0,29%
32	Alfaiate/ Costureira	5	0,24%
33	Laboraório	5	0,24%
34	Rádio	4	0,20%
35	Fonoaudiologia	3	0,15%
36	Consórcio	2	0,10%
37	Editora	2	0,10%
38	Eletrônica	2	0,10%
39	Produtora	2	0,10%
40	Zootecnia	2	0,10%
41	Geologia	1	0,05%
42	Nutrição	1	0,05%
43	Ong	1	0,05%

Total **2043**

**APÊNDICE F - FICHAMENTO DOS EDIFÍCIOS**

	Nome Popular	Nome Completo do Edifício
1	América	Edifício América
2	Ângelo Meranca	Edifício Ângelo Meranca
3	Aquerela	Centro de Ofícios Aquerela
4	Armando Spiacci	Edifício Armando Spiacci
5	Autolon	Edifício Autolon
6	Barão de Tefê	Barão de Tefê
7	Battistella e Policastro	Edifício Battistella e Policastro
8	Central Park	Edifício Comercial Central Park
9	Centro Empresarial Londrina	Centro Empresarial Londrina
10	Centro Médico Bandeirantes	Centro Médico Bandeirantes
11	Centro Médico Paes Leme	Centro Médico Paes Leme
12	Columbia	Columbia Centro Empresarial
13	Comercial Maranhão	Comercial Maranhão
14	Comercial Souza Naves	Edifício Comercial Souza Naves
15	Continental	Edifício Continental
16	Costa Verde	Comercial Costa Verde
17	DiBiagi	Edifício DiBiagi
18	Empresarial Center	Empresarial Center
19	Eurocenter	Edifício Eurocenter
20	Higienópolis	Edifício Comercial Higienópolis
21	Ipê	Centro Comercial Ipê
22	Irene Isabel	Center Irene Isabel
23	José Garcia Villar	Edifício José Garcia Villar
24	Julio Fuganti	Edifício Comendador Julio Fuganti
25	Londres	Edifício Comercial Londres
26	Londri-Center	Comercial Londri-Center
27	Londrina Trade Center	Londrina Trade Center
28	Manoel Gonçalves	Edifício Manoel Gonçalves
29	Manuel de Oliveira	Centro Médico Odont. Manuel de Oliveira
30	Medicenter Londrina	Medicenter Londrina
31	Mercúrio	Edifício Comercial Mercúrio
32	Metrópole	Edifício Metrópole
33	Nacional	Edifício Nacional
34	Newton Câmara	Centro Empresarial Newton Câmara
35	Oscar Fuganti	Edifício Oscar Fuganti
36	Ouro Verde	Edifício Comercial Ouro Verde
37	Paciornik	Edifício Comercial Paciornik
38	Palace Center	Edifício Palace Center
39	Palácio do Comércio	Palácio do Comércio
40	Pará Tower	Edifício Pará Tower
41	Paranoá	Edifício Paranoá
42	Pioneiros do Café	Edifício Pioneiros do Café
43	Rio Center	Edifício Rio Center
44	Santos Dumont	Santos Dumont
45	São Paulo	Edifício São Paulo
46	Satélite	Edifício Satélite
47	Senador	Comercial Senador
48	Skowronek	Executive Center Skowronek
49	Storti	Galeria Storti
50	Sul Brasileiro	Edifício Sul Brasileiro
51	Taquari	Edifício Taquari
52	Telmar	Edifício Telmar
53	Twin Business Towers	Twin Business Towers
54	Volnix	Edifício Volnix

**ANEXOS**

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Comendador Julio Fuganti

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

9

Bairro:

Centro

CEP

86010-921

Data Alvará:

1962

Arquiteto:

Américo Sato

Engenheiro

Responsável:

Américo Sato

Construtora:

Construtora Veronezzi

**Dados****Físicos:**

Área Total:

11658,67

Área Pav. Tipo

720,74

Área da Sala

de 51 a 100m<sup>2</sup>

Número de Pav. Tipo:

11

Sala por Pav. Tipo:

11

Total de Salas:

121

Tipo de Proteção

Solar:

Esquadrias recuadas

Forma da

Planta:

irregular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

0%

Leste

50%

Sul

0%

Oeste

50%

Absortância da

Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,3

Sul

0,2

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

Leste

Incolor

Sul

Oeste

Incolor

**Atividades:**

	Administração		Engenharia		Produtora
25	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
1	Agropecuária		Estética		Psicologia
2	Alfaiate/ Costureira	1	Eventos		Rádio
	Arquitetura	2	Financeira	2	Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia	3	Sindicato
	Cartório		Geologia	1	Studio
6	Comércio	1	Imobiliária	2	Telecomunicação
2	Conselho	1	Informática	1	Turismo
	Consórcio	1	Laboratório		Zootecnia
13	Contabilidade	1	Medicina	1	Diversos
	Depósito		Nutrição	16	Vazia
	Editora	5	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>87</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício José Garcia Villar

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

75

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1990

Arquiteto:

Paulo Roberto Cortês

Engenheiro Responsável:

Roberto Garcia Pedriali

Construtora:

Garcia Pedriali Construção Civil Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

3178,91

Área Pav. Tipo

198,8

Área da Sala

61,19/ 65,87

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

18

Tipo de Proteção Solar:

Avanço do ar cond.

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

50%

Sul

40%

Oeste

100%

Absortância da Fachada:

Norte

0,8

Leste

0,8

Sul

0,8

Oeste

0,8

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

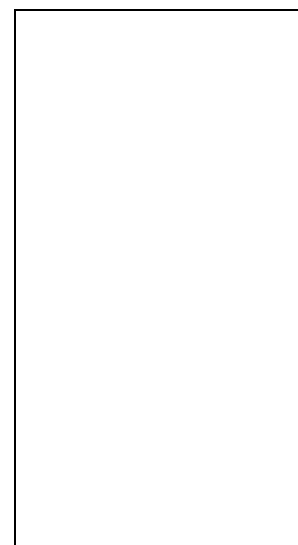
incolor e fumê

Sul

incolor

Oeste

incolor e fumê



**Atividades:**

2	Administração
3	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
1	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

	Engenharia
	Escola
	Estética
1	Eventos
1	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
1	Informática
	Laboratório
1	Medicina
	Nutrição
2	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
	Representante
1	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomincação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
1	Vazia
<b>14</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Centro Comercial Ipê

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

182

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1980

Arquiteto:

Panayote Saridakis

Engenheiro Responsável:

Atsushi Yoshii

Construtora:

Takis Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

5567,42

Área Pav. Tipo

296,6

Área da Sala

68,60/54,66

Número de Pav. Tipo:

11

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

44

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

20%

Leste

80%

Sul

20%

Oeste

80%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

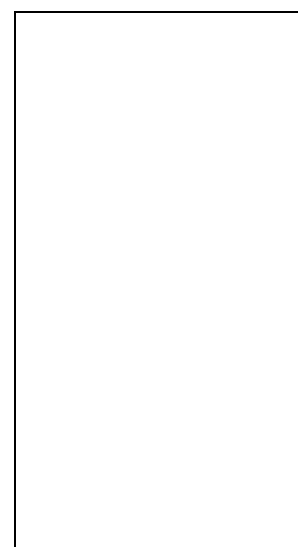
fumê

Sul

incolor

Oeste

fumê



**Atividades:**

	Administração	2	Engenharia		Produtora
6	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária	3	Estética		Psicologia
	Alfaiate/ Costureira	1	Eventos		Rádio
1	Arquitetura		Financeira	1	Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia	1	Sindicato
	Cartório		Geologia	4	Studio
	Comércio		Imobiliária		Telecomincação
	Conselho		Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
10	Contabilidade	3	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	5	Vazia
	Editora	7	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>44</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Columbia Centro Empresarial

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

282

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1987

Arquiteto:

Maria Luiza Bohrer

Engenheiro Responsável:

Antonio Roberto Cruciol

Construtora:

Construtora e Incorporadora Cruciol Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

3248,92

Área Pav. Tipo

219,09

Área da Sala

70,24/71,97

Número de Pav. Tipo:

10

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

20

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte 30%

Leste 30%

Sul 30%

Oeste 0%

Absortância da Fachada:

Norte 0,8

Leste 0,8

Sul 0,8

Oeste 0,8

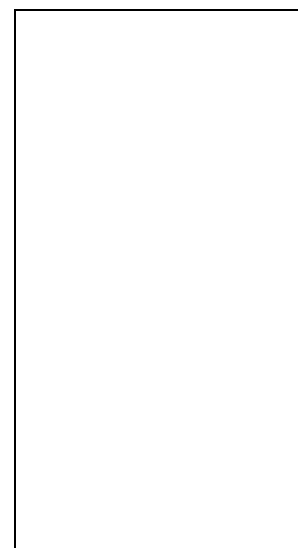
Cor do Vidro:

Norte incolor

Leste incolor

Sul incolor

Oeste incolor



**Atividades:**

1	Administração
6	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
4	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

1	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
1	Informática
	Laboratório
1	Medicina
	Nutrição
2	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
1	Psicologia
	Rádio
	Representante
	Seguros
1	Sindicato
	Studio
	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
1	Vazia
<b>19</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Executive Center Skowronek

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

441

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1991

Arquiteto:

Julio Oscar Giestas Ribeiro

Engenheiro Responsável:

Manoel Luiz Alves Nunes

Construtora:

Quadra Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

7587,72

Área Pav. Tipo

300,6

Área da Sala

49,52/50,97

Número de Pav. Tipo:

15

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

60

Tipo de Proteção Solar:

esquadria recuada

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

35%

Leste

25%

Sul

35%

Oeste

35%

Absortância da Fachada:

Norte

0,6

Leste

0,6

Sul

0,6

Oeste

0,6

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

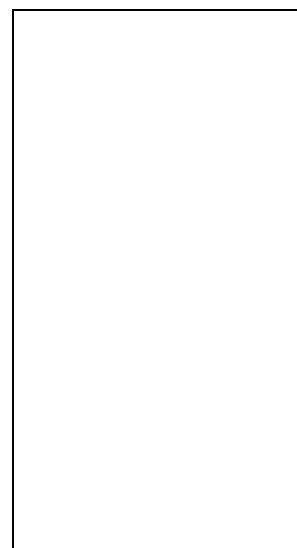
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

4	Administração		Engenharia		Produtora
8	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
1	Agropecuária	1	Estética	5	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
1	Arquitetura		Financeira		Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio	2	Imobiliária		Telecomincação
1	Conselho	2	Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
13	Contabilidade	11	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	1	Vazia
	Editora	2	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>52</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Centro Médico Odont. Manuel de Oliveira

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

558

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1988

Arquiteto:

Auro Cesar Veiga Grotti

Engenheiro Responsável:

Luis Claudio Calhardi

Construtora:

Construtora Canaã Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2344,65

Área Pav. Tipo

137,44

Área da Sala

43,72

Número de Pav. Tipo:

11

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

22

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

40%

Sul

40%

Oeste

40%

Absortância da Fachada:

Norte

0,6

Leste

0,6

Sul

0,6

Oeste

0,6

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

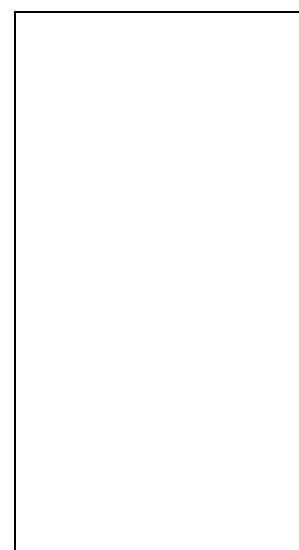
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê



**Atividades:**

<input type="checkbox"/>	Administração
<input type="checkbox"/>	2 Advocacia
<input type="checkbox"/>	Agropecuária
<input type="checkbox"/>	Alfaiate/ Costureira
<input type="checkbox"/>	Arquitetura
<input type="checkbox"/>	Associação
<input type="checkbox"/>	Banco
<input type="checkbox"/>	Cartório
<input type="checkbox"/>	Comércio
<input type="checkbox"/>	Conselho
<input type="checkbox"/>	Consórcio
<input type="checkbox"/>	3 Contabilidade
<input type="checkbox"/>	Depósito
<input type="checkbox"/>	Editora
<input type="checkbox"/>	Eletrônica

<input type="checkbox"/>	Engenharia
<input type="checkbox"/>	Escola
<input type="checkbox"/>	1 Estética
<input type="checkbox"/>	Eventos
<input type="checkbox"/>	Financeira
<input type="checkbox"/>	Fisioterapia
<input type="checkbox"/>	Fonoaudiologia
<input type="checkbox"/>	Geologia
<input type="checkbox"/>	Imobiliária
<input type="checkbox"/>	Informática
<input type="checkbox"/>	Laboratório
<input type="checkbox"/>	6 Medicina
<input type="checkbox"/>	Nutrição
<input type="checkbox"/>	9 Odontologia
<input type="checkbox"/>	Ong

<input type="checkbox"/>	Produtora
<input type="checkbox"/>	Propaganda/ publicidade
<input type="checkbox"/>	1 Psicologia
<input type="checkbox"/>	Rádio
<input type="checkbox"/>	Representante
<input type="checkbox"/>	Seguros
<input type="checkbox"/>	Sindicato
<input type="checkbox"/>	Studio
<input type="checkbox"/>	Telecomunicação
<input type="checkbox"/>	Turismo
<input type="checkbox"/>	Zootecnia
<input type="checkbox"/>	Diversos
<input type="checkbox"/>	Vazia
<input type="checkbox"/>	<b>22</b> Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Comercial Souza Naves

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

612

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1985

Arquiteto:

Paulo Roberto Côrtes

Engenheiro Responsável:

Roberto Garcia Padriali

Construtora:

Garcia Pedriali Construção Civil Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2187,43

Área Pav. Tipo

179,23

Área da Sala

30,19/26,15

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

18

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

30%

Leste

30%

Sul

30%

Oeste

30%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

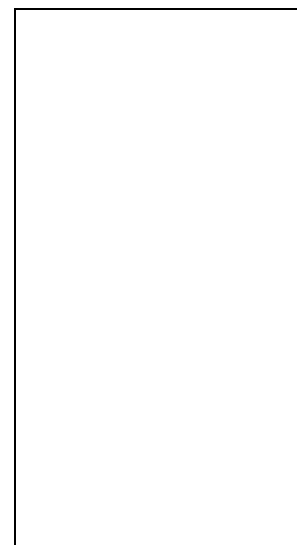
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

	Administração		Engenharia		Produtora
	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
1	Agropecuária		Estética	3	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura		Financeira		Representante
	Associação		Fisioterapia	1	Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária		Telecomincação
1	Conselho		Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
2	Contabilidade	1	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	2	Vazia
	Editora	9	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>20</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Centro Empresarial Londrina

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

626

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1991

Arquiteto:

José Carlos Spagnuolo

Engenheiro Responsável:

Maurício Dinardi

Construtora:

Dinardi Eng. e Construção Civil Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

6561,81

Área Pav. Tipo

408,26

Área da Sala

47,35/49,79

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

6

Total de Salas:

54

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

80%

Leste

80%

Sul

80%

Oeste

80%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

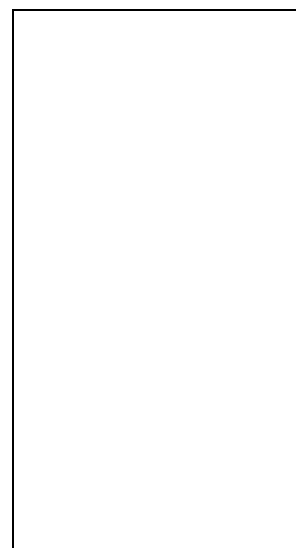
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê



**Atividades:**

	Administração		Engenharia		Produtora
13	Advocacia	1	Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária		Estética	2	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira	1	Eventos		Rádio
	Arquitetura		Financeira		Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio	1	Imobiliária	1	Telecomunicação
	Conselho		Informática		Turismo
	Consórcio	1	Laboratório		Zootecnia
3	Contabilidade	12	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	4	Vazia
	Editora	3	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>42</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Armando Spiacci

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

683

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1987

Arquiteto:

Augustin Martinez Vinãs

Engenheiro Responsável:

Hamilton Luiz

Construtora:

Construtora H. Leoni Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2482,14

Área Pav. Tipo

217,76

Área da Sala

40,96

Número de Pav. Tipo:

7

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

28

Tipo de Proteção Solar:

brises horizontais fachada leste -  
banheiros

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

20%

Leste

40%

Sul

20%

Oeste

40%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,3

Sul

0,2

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

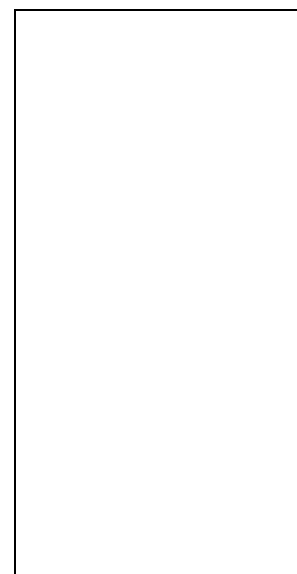
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

1	Administração
3	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
3	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

1	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
7	Medicina
	Nutrição
7	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
	Representante
	Seguros
	Sindicato
1	Studio
	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
3	Vazia
<b>26</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Comercial Senador

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

771

Bairro:

Centro

CEP

86010-160

Data Alvará:

1986

Arquiteto:

Waldo Rossignoli Borgo

Engenheiro Responsável:

Waldo Rossignoli Borgo

Construtora:

Mavillar Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

3368,22

Área Pav. Tipo

356,5

Área da Sala

21,89/27,76/30,90

Número de Pav. Tipo:

5

Sala por Pav. Tipo:

8

Total de Salas:

40

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

60%

Leste

60%

Sul

60%

Oeste

60%

Absortância da Fachada:

Norte

0,6

Leste

0,6

Sul

0,6

Oeste

0,6

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

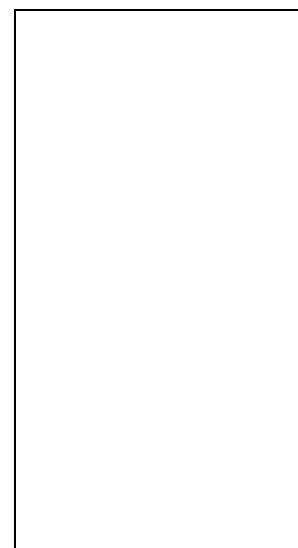
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê



**Atividades:**

	Administração
3	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
1	Consórcio
	Contabilidade
1	Depósito
	Editora
	Eletrônica

	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
1	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
1	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
4	Medicina
	Nutrição
10	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
9	Psicologia
	Rádio
2	Representante
	Seguros
	Sindicato
	Studio
1	Telecomunicação
1	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
6	Vazia
<b>40</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Paranoá

Endereço:

Rua Senador Souza Naves

1044

Bairro:

Vila Ipiranga

CEP

86010-160

Data Alvará:

2001

Arquiteto:

Celis Regina Simão

Engenheiro Responsável:

Eduardo Augusto Alves

Construtora:

Galmo Engenharia e Construções Ltda

**Dados Físicos:**

Área Total:

3326,58

Área Pav. Tipo

286,66

Área da Sala

47,72/48,20

Número de Pav. Tipo:

6

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

24

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte 30%

Leste 50%

Sul 30%

Oeste 50%

Absortância da Fachada:

Norte 0,4

Leste 0,4

Sul 0,4

Oeste 0,4

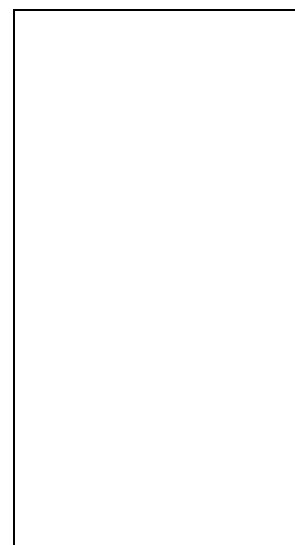
Cor do Vidro:

Norte incolor

Leste incolor

Sul incolor

Oeste incolor





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Oscar Fuganti

Endereço:

Rua Santa Catarina

50

Bairro:

Vila Ipiranga

CEP

86010-470

Data Alvará:

1998

Arquiteto:

Nelson Schietti de Giacomo

Engenheiro Responsável:

Marise T. Moreira Mello

Construtora:

Construtora Khouri Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

18711,54

Área Pav. Tipo

382,97

Área da Sala

30,25/32,30

Número de Pav. Tipo:

25

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

100

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

50%

Leste

0%

Sul

50%

Oeste

50%

Absortância da Fachada:

Norte

0,6

Leste

0,6

Sul

0,6

Oeste

0,6

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

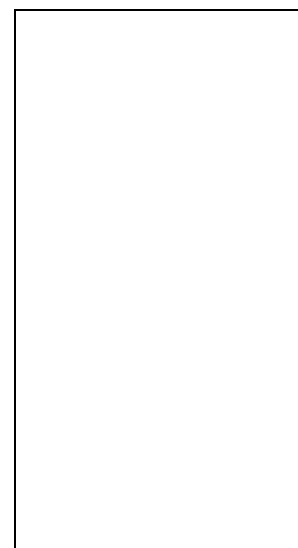
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê



**Atividades:**

10	Administração
10	Advocacia
2	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
1	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
5	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

2	Engenharia
	Escola
	Estética
1	Eventos
2	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
7	Informática
	Laboratório
3	Medicina
	Nutrição
6	Odontologia
	Ong

	Produtora
1	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
2	Representante
3	Seguros
2	Sindicato
	Studio
4	Telecomincação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
29	Vazia
<b>90</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Autolon

Endereço:

Rua Minas Gerais

194

Bairro:

Centro

CEP

86010-170

Data Alvará:

1950

Arquiteto:

Vilanova Artigas e Carlos Cascaldi

Engenheiro Responsável:

Rubens Cascaldi

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

491,6

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

30,75

Número de Pav. Tipo:

6

Sala por Pav. Tipo:

14

Total de Salas:

84

Tipo de Proteção Solar:

brises horizontais

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

0%

Leste

90%

Sul

0%

Oeste

90%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

Norte

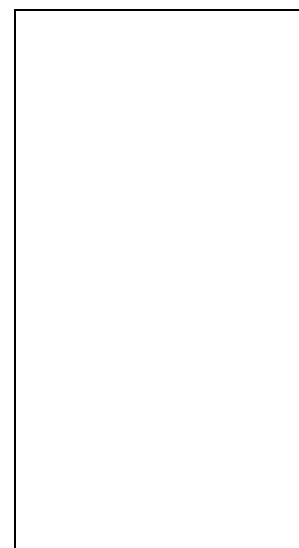
Leste

incolor

Sul

Oeste

incolor



**Atividades:**

	Administração
10	Advocacia
	Agropecuária
3	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
6	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

	Engenharia
	Escola
6	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
	Medicina
	Nutrição
	Odontologia
	Ong

1	Produtora
	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
6	Representante
	Seguros
	Sindicato
	Studio
1	Telecomunicação
1	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
22	Vazia
<b>56</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Palácio do Comércio

Endereço:

Rua Minas Gerais

297

Bairro:

Centro

CEP

86010-905

Data Alvará:

1975

Arquiteto:

Guidimar A. Guimarães

Engenheiro Responsável:

Guidimar A. Guimarães

Construtora:

Construtora Brasília Ltda

**Dados Físicos:**

Área Total:

13462,88

Área Pav. Tipo

480

Área da Sala

111,22/74,47/68,16

Número de Pav. Tipo:

19

Sala por Pav. Tipo:

4 a 6

Total de Salas:

90

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

0%

Leste

100%

Sul

0%

Oeste

100%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

Norte

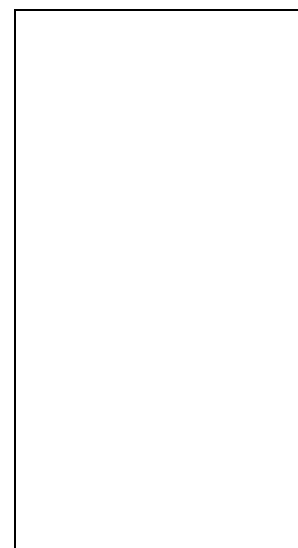
Leste

azul e fumê

Sul

Oeste

azul e fumê



**Atividades:**

3	Administração	2	Engenharia		Produtora
27	Advocacia	2	Escola	1	Propaganda/ publicidade
4	Agropecuária		Estética		Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos	2	Rádio
	Arquitetura	3	Financeira	2	Representante
4	Associação		Fisioterapia	2	Seguros
	Banco		Fonoaudiologia	2	Sindicato
2	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária		Telecomincação
1	Conselho		Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
9	Contabilidade		Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição		Vazia
	Editora	1	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>67</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Satélite

Endereço:

Av. Paraná

343

Bairro:

Centro

CEP

86010-920

Data Alvará:

1969

Arquiteto:

-

Engenheiro Responsável:

João Baptista Bortolotti

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

11903,56

Área Pav. Tipo

970,45

Área da Sala

77,06/79,96/101,78

Número de Pav. Tipo:

10

Sala por Pav. Tipo:

8

Total de Salas:

80

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

60%

Leste

60%

Sul

60%

Oeste

0%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

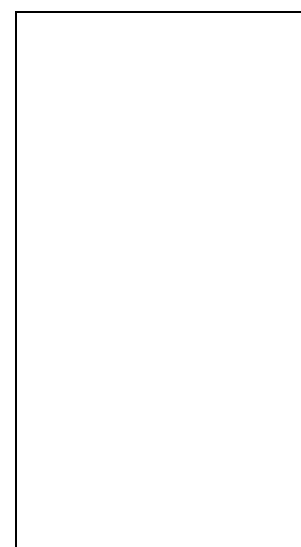
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

1	Administração
12	Advocacia
3	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
2	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
2	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

	Engenharia
2	Escola
	Estética
	Eventos
1	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
1	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
	Medicina
	Nutrição
	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
4	Representante
1	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
2	Vazia
<b>31</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Sul Brasileiro

Endereço:

Av. Paraná

453

Bairro:

Centro

CEP

86010-992

Data Alvará:

1972

Arquiteto:

Guidimar A. Guimarães

Engenheiro Responsável:

Guidimar A. Guimarães

Construtora:

Construtora Brasília Ltda

**Dados Físicos:**

Área Total:

2783,46

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

87,94

Número de Pav. Tipo:

14

Sala por Pav. Tipo:

5

Total de Salas:

70

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

100%

Leste

20%

Sul

100%

Oeste

20%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

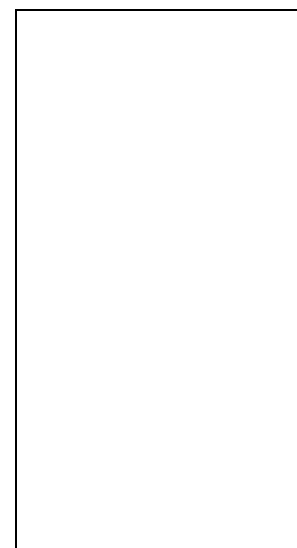
incolor

Sul

fumê

Oeste

incolor



**Atividades:**

1	Administração
29	Advocacia
3	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
1	Associação
1	Banco
	Cartório
2	Comércio
	Conselho
	Consórcio
1	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

	Engenharia
	Escola
1	Estética
	Eventos
6	Financeira
1	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
1	Imobiliária
1	Informática
	Laboratório
2	Medicina
	Nutrição
	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
1	Rádio
2	Representante
1	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomunicação
1	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
	Vazia
<b>55</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Metrôpole

Endereço:

Av. Paraná

427

Bairro:

Centro

CEP

86010-923

Data Alvará:

1966

Arquiteto:

-

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

Imobiliária Metropole

**Dados Físicos:**

Área Total:

-

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

31,33/53,19

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

8

Total de Salas:

72

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

60%

Leste

0%

Sul

60%

Oeste

0%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

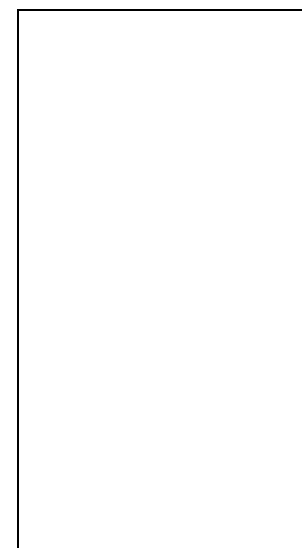
incolor

Leste

Sul

incolor

Oeste





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Manoel Gonçalves

Endereço:

Av. São Paulo

217

Bairro:

Centro

CEP

86010-911

Data Alvará:

1982

Arquiteto:

Márcio Villela de Almeida

Engenheiro Responsável:

Márcio Villela de Almeida

Construtora:

Teto Engenharia Ltda

**Dados Físicos:**

Área Total:

2339,68

Área Pav. Tipo

308,93

Área da Sala

-

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

18

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

20%

Leste

80%

Sul

80%

Oeste

80%

Absortância da Fachada:

Norte

0,8

Leste

0,8

Sul

0,8

Oeste

0,8

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

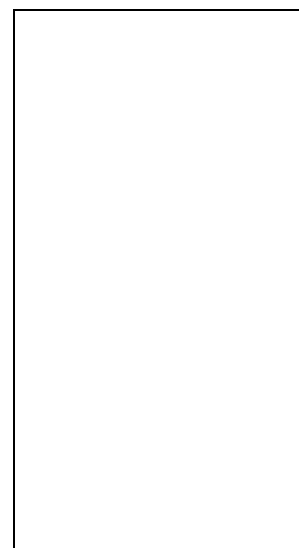
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Comercial Maranhão

Endereço:

Rua Maranhão

314

Bairro:

Centro

CEP

86010-904

Data Alvará:

1987

Arquiteto:

Américo Keiji Moryama

Engenheiro Responsável:

Manoel Luiz Alves Nunes

Construtora:

Quadra Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

3167,29

Área Pav. Tipo

206,39

Área da Sala

34,65/34,35

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

36

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte 30%

Leste 30%

Sul 30%

Oeste 30%

Absortância da Fachada:

Norte 0,4

Leste 0,4

Sul 0,4

Oeste 0,4

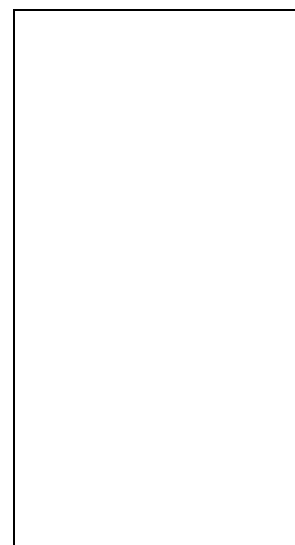
Cor do Vidro:

Norte incolor

Leste incolor

Sul incolor

Oeste incolor



**Atividades:**

1	Administração	1	Engenharia		Produtora
7	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária	2	Estética		Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
1	Arquitetura	1	Financeira	2	Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
1	Banco		Fonoaudiologia	3	Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária	1	Telecomunicação
1	Conselho	1	Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
10	Contabilidade		Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	2	Vazia
	Editora		Odontologia		
	Eletrônica	1	Ong		
				<b>35</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício América

Endereço:

Av. Rio de Janeiro

221

Bairro:

Centro

CEP

86010-918

Data Alvará:

1958

Arquiteto:

João Albuquerque

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

Sociedade Comercial e Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

4083,02

Área Pav. Tipo

197,02

Área da Sala

32,98/31,24

Número de Pav. Tipo:

15

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

60

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

60%

Leste

30%

Sul

60%

Oeste

30%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

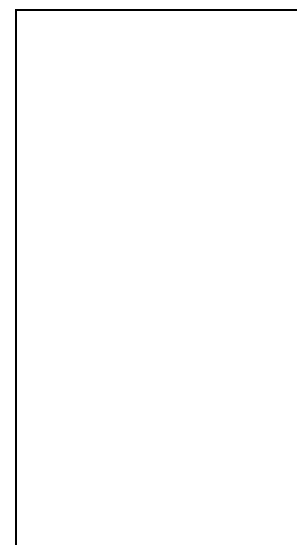
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Taquari

Endereço:

Av. Rio de Janeiro

1500

Bairro:

Centro

CEP

86010-150

Data Alvará:

1980

Arquiteto:

-

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

4083,02

Área Pav. Tipo

197,02

Área da Sala

32,98/31,24

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

36

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

40%

Sul

40%

Oeste

40%

Absortância da Fachada:

Norte

0,6

Leste

0,6

Sul

0,6

Oeste

0,6

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

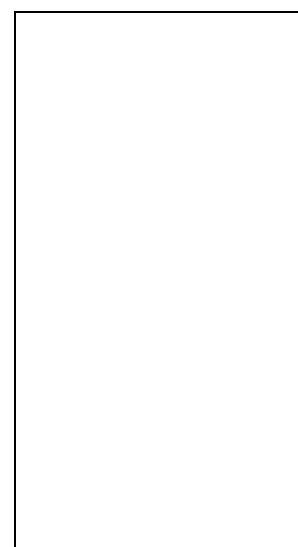
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Barão de Tefê

Endereço:

Rua Mato Grosso

299

Bairro:

Centro

CEP

86010-180

Data Alvará:

1991

Arquiteto:

Maria Ineida F. Zani

Engenheiro Responsável:

Ney Renato Avila

Construtora:

Construtora Zacarias Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

5057,55

Área Pav. Tipo

266,18

Área da Sala

42,03/83,84

Número de Pav. Tipo:

12

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

48

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

40%

Sul

40%

Oeste

40%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

2	Administração	1	Engenharia		Produtora
12	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
1	Agropecuária		Estética	1	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura	1	Financeira	3	Representante
1	Associação		Fisioterapia	3	Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia	1	Studio
	Comércio		Imobiliária	2	Telecomincação
	Conselho	1	Informática		Turismo
	Consórcio	1	Laboratório		Zootecnia
9	Contabilidade		Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	3	Vazia
	Editora	2	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>44</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício São Paulo

Endereço:

Rua Piauí

399

Bairro:

Centro

CEP

86010-420

Data Alvará:

2001

Arquiteto:

Clóvis e Maria Luiza Bohrer

Engenheiro Responsável:

Sérgio de Souza Santana

Construtora:

Quadra Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

34805,15

Área Pav. Tipo

406,66

Área da Sala

57,99/37,62/33,99

Número de Pav. Tipo:

17

Sala por Pav. Tipo:

6

Total de Salas:

102

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte 50%

Leste 20%

Sul 20%

Oeste 20%

Absortância da Fachada:

Norte 0,3

Leste 0,3

Sul 0,3

Oeste 0,3

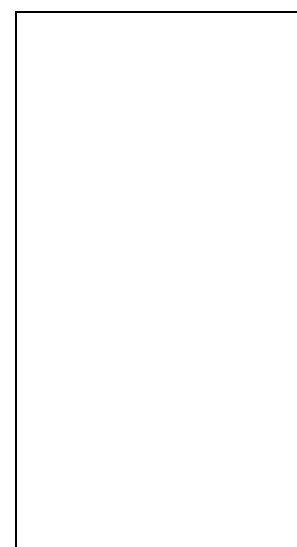
Cor do Vidro:

Norte incolor

Leste incolor

Sul incolor

Oeste incolor



**Atividades:**

5	Administração	2	Engenharia		Produtora
13	Advocacia	2	Escola		Propaganda/ publicidade
5	Agropecuária		Estética		Psicologia
	Alfaiate/ Costureira	2	Eventos		Rádio
1	Arquitetura	1	Financeira	2	Representante
	Associação		Fisioterapia	3	Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
2	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária		Telecomincação
	Conselho	7	Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
4	Contabilidade	4	Medicina		Diversos
1	Depósito		Nutrição	15	Vazia
	Editora	6	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>75</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Nacional

Endereço:

Rua Pernambuco

390

Bairro:

Centro

CEP

86020-913

Data Alvará:

1983

Arquiteto:

José Carlos Spagnuolo

Engenheiro Responsável:

Lauro Corrêa Cruz

Construtora:

Construtora Khouri Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

11693,98

Área Pav. Tipo

448,52

Área da Sala

33,44/41,86

Número de Pav. Tipo:

15

Sala por Pav. Tipo:

8

Total de Salas:

120

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

0%

Leste

100%

Sul

0%

Oeste

100%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

Norte

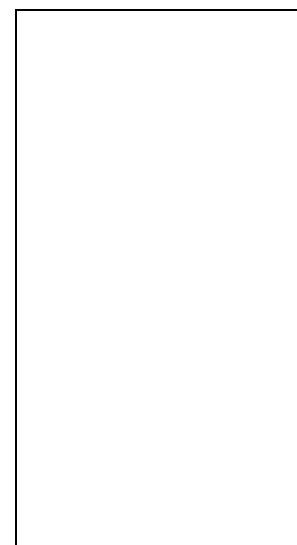
verde

Leste

Sul

verde

Oeste



**Atividades:**

7	Administração	4	Engenharia		Produtora
28	Advocacia		Escola	1	Propaganda/ publicidade
1	Agropecuária	4	Estética	2	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira	1	Eventos		Rádio
1	Arquitetura	4	Financeira	6	Representante
	Associação		Fisioterapia	1	Seguros
	Banco		Fonoaudiologia	1	Sindicato
	Cartório		Geologia	1	Studio
4	Comércio	3	Imobiliária		Telecomincação
	Conselho	2	Informática	1	Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
5	Contabilidade	1	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	6	Vazia
	Editora	15	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>99</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Volnix

Endereço:

Rua Prefeito Hugo Cabral

557

Bairro:

Centro

CEP

86020-110

Data Alvará:

1985

Arquiteto:

Maria Yumi Ueda

Engenheiro Responsável:

Evaldo Florindo Fabiano

Construtora:

Plaenge Engenharia e Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2099,42

Área Pav. Tipo

150,18

Área da Sala

-

Número de Pav. Tipo:

6

Sala por Pav. Tipo:

4 a 8

Total de Salas:

36

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

20%

Leste

20%

Sul

20%

Oeste

20%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

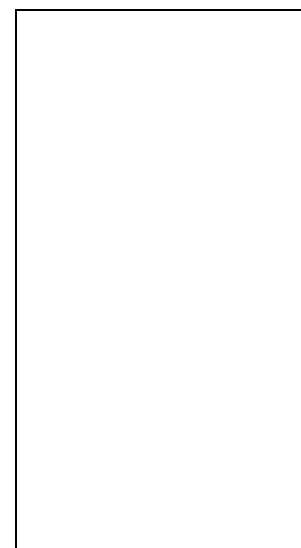
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

3	Administração		Engenharia		Produtora
1	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária	2	Estética		Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura	1	Financeira	1	Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
1	Banco	1	Fonoaudiologia	1	Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio	1	Imobiliária		Telecomunicação
	Conselho		Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
2	Contabilidade		Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	5	Vazia
	Editora	1	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>20</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Comercial Central Park

Endereço:

Rua Prefeito Hugo Cabral

957

Bairro:

Centro

CEP

86020-110

Data Alvará:

1992

Arquiteto:

Aureliano Coelho Otero

Engenheiro Responsável:

Carlos Antônio Costacurta Ciccozzi

Construtora:

C.A. Construção Civis Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2055,58

Área Pav. Tipo

133,66

Área da Sala

82,18

Número de Pav. Tipo:

11

Sala por Pav. Tipo:

1

Total de Salas:

11

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte 30%

Leste 50%

Sul 30%

Oeste 50%

Absortância da Fachada:

Norte 0,4

Leste 0,4

Sul 0,4

Oeste 0,4

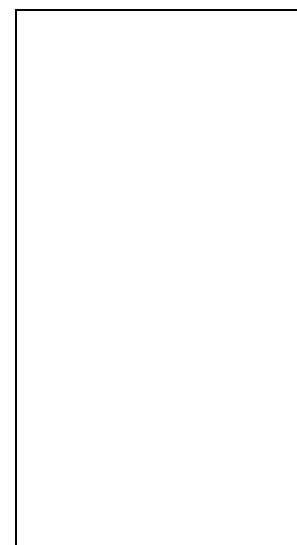
Cor do Vidro:

Norte fumê

Leste fumê

Sul fumê

Oeste fumê





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Comercial Paciornik

Endereço:

Rua Professor João Cândido

1515

Bairro:

Vila Ipiranga

CEP

86010-001

Data Alvará:

1995

Arquiteto:

J. D. Donadio Souza

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

Mavillar Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

1786,31

Área Pav. Tipo

133,29

Área da Sala

42,1

Número de Pav. Tipo:

7

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

14

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

20%

Leste

50%

Sul

20%

Oeste

50%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

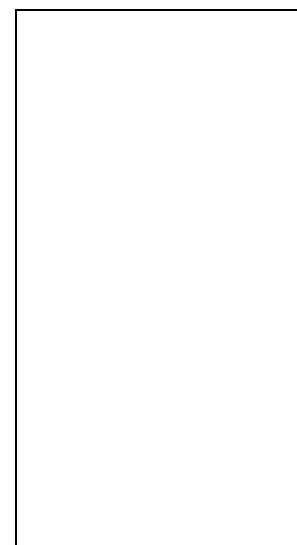
incolor e fumê

Sul

incolor

Oeste

incolor e fumê



**Atividades:**

	Administração
	Advocacia
1	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

	Engenharia
	Escola
	Estética
1	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
1	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
4	Medicina
	Nutrição
3	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
2	Psicologia
	Rádio
	Representante
	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomincação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
2	Vazia
<b>14</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Comercial Ouro Verde

Endereço:

Rua Pará

1122

Bairro:

Centro

CEP

86010-450

Data Alvará:

1986

Arquiteto:

Américo Keiji Moryama

Engenheiro Responsável:

Manoel Luiz Alves Nunes

Construtora:

Quadra Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

4082,9

Área Pav. Tipo

283,43

Área da Sala

47,1

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

36

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

30%

Sul

40%

Oeste

30%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

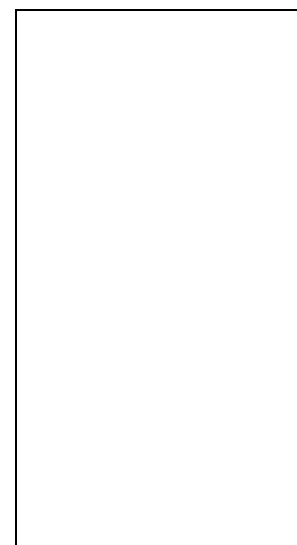
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Pará Tower

Endereço:

Rua Pará

1531

Bairro:

Centro

CEP

86020-400

Data Alvará:

1986

Arquiteto:

Julio Oscar Giestas Ribeiro

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

Dinardi Eng. e Construção Civil Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

3114,29

Área Pav. Tipo

185,49

Área da Sala

30,31

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

36

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

50%

Leste

50%

Sul

50%

Oeste

50%

Absortância da Fachada:

Norte

0,8

Leste

0,8

Sul

0,8

Oeste

0,8

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

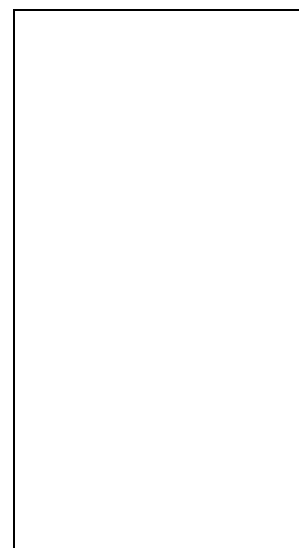
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê



**Atividades:**

	Administração	2	Engenharia		Produtora
4	Advocacia		Escola	1	Propaganda/ publicidade
1	Agropecuária		Estética	6	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura		Financeira	4	Representante
	Associação		Fisioterapia	1	Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio	2	Imobiliária		Telecomincação
1	Conselho		Informática	1	Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
1	Contabilidade		Medicina	1	Diversos
	Depósito		Nutrição	5	Vazia
	Editora		Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>30</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Comercial Londres

Endereço:

Rua Pará

1500

Bairro:

Centro

CEP

86020-400

Data Alvará:

1986

Arquiteto:

Julio Oscar Giestas Ribeiro

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

Mavillar Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2282,23

Área Pav. Tipo

176,9

Área da Sala

123,1

Número de Pav. Tipo:

13

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

26

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

67%

Leste

67%

Sul

67%

Oeste

67%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

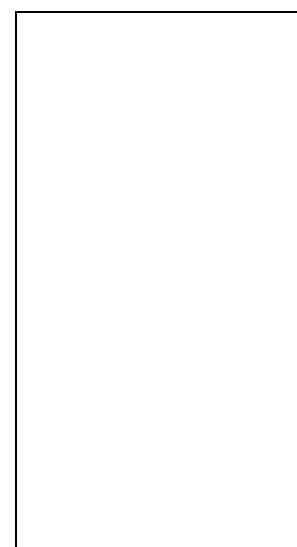
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Palace Center

Endereço:

Rua Espírito Santo

1163

Bairro:

Centro

CEP

86020-420

Data Alvará:

1996

Arquiteto:

J.D.Donadio Souza

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

Mavillar Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2481,56

Área Pav. Tipo

214,04

Área da Sala

26,32/26,70

Número de Pav. Tipo:

7

Sala por Pav. Tipo:

5

Total de Salas:

35

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

25%

Leste

25%

Sul

25%

Oeste

25%

Absortância da Fachada:

Norte

0,5

Leste

0,5

Sul

0,5

Oeste

0,5

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

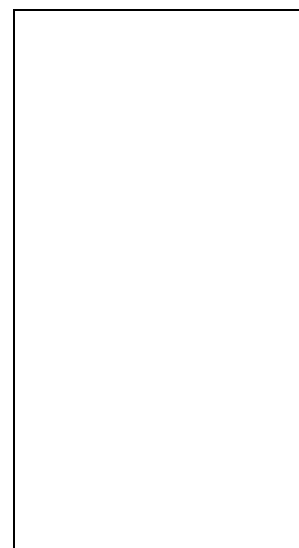
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

1	Administração
2	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
1	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

1	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
1	Informática
	Laboratório
6	Medicina
	Nutrição
16	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
3	Psicologia
	Rádio
	Representante
	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomincação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
3	Vazia
<b>34</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Comercial Mercúrio

Endereço:

Rua Espírito Santo

653

Bairro:

Centro

CEP

86010-510

Data Alvará:

1986

Arquiteto:

Agustin Martinez Viñas

Engenheiro Responsável:

Antônio Scolin

Construtora:

Londricasa Construtora e Incorporadora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2666,61

Área Pav. Tipo

219,42

Área da Sala

36,49/41,55

Número de Pav. Tipo:

8

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

32

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

50%

Leste

50%

Sul

50%

Oeste

50%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

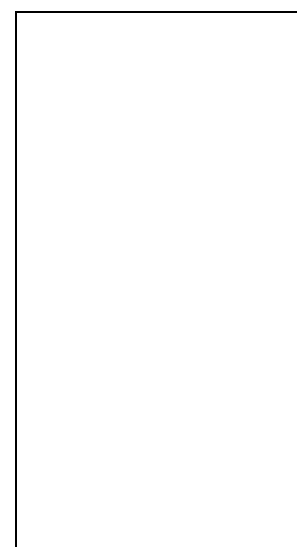
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

1	Administração	1	Engenharia		Produtora
5	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária		Estética	4	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura		Financeira	1	Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia	1	Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
1	Comércio	1	Imobiliária		Telecomunicação
	Conselho	1	Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
4	Contabilidade	4	Medicina		Diversos
2	Depósito		Nutrição	3	Vazia
	Editora	3	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>32</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Rio Center

Endereço:

Rua Alagoas

680

Bairro:

Centro

CEP

86010-520

Data Alvará:

1993

Arquiteto:

Rodney G. Montosa

Engenheiro Responsável:

Rodney G. Montosa

Construtora:

Montosa Construção Civil Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

1084,42

Área Pav. Tipo

105

Área da Sala

18,93/24,70/25,16

Número de Pav. Tipo:

7

Sala por Pav. Tipo:

3

Total de Salas:

21

Tipo de Proteção Solar:

esquadria recuada

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

100%

Leste

0%

Sul

100%

Oeste

100%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

azul

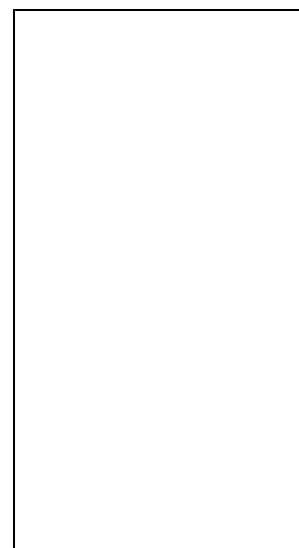
Leste

Sul

azul

Oeste

azul





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Comercial Londri-Center

Endereço:

Rua Brasil

1014

Bairro:

Centro

CEP

86010-200

Data Alvará:

1986

Arquiteto:

Régio Paniago Carvalho

Engenheiro Responsável:

Régio Paniago Carvalho

Construtora:

Construtora Fibra Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

4027,62

Área Pav. Tipo

225,39

Área da Sala

Par - 38,33/41,05/89,44  
Ímpar - 42,47/45,90/82,47

Número de Pav. Tipo:

12

Sala por Pav. Tipo:

3

Total de Salas:

36

Tipo de Proteção Solar:

esquadria recuada

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

80%

Leste

80%

Sul

80%

Oeste

80%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

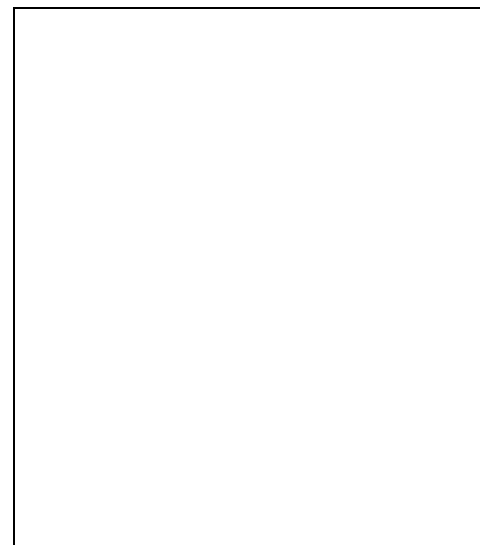
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê



**Atividades:**

2	Administração
4	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
1	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
1	Comércio
	Conselho
	Consórcio
6	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

1	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
4	Informática
	Laboratório
2	Medicina
	Nutrição
2	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
4	Representante
	Seguros
1	Sindicato
	Studio
	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
3	Vazia
<b>31</b> Total	

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Empresarial Center

Endereço:

Rua Cambará

761

Bairro:

Centro

CEP

86010-530

Data Alvará:

1989

Arquiteto:

Elaine Marli Milan

Engenheiro Responsável:

Artur Ferreira Pereira dos Reis

Construtora:

Ortolani Incorporadora e Construção

**Dados Físicos:**

Área Total:

1129,88

Área Pav. Tipo

120,74

Área da Sala

41,67

Número de Pav. Tipo:

6

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

12

Tipo de Proteção Solar:

faixas verticais (pilares)

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

15%

Leste

10%

Sul

15%

Oeste

10%

Absortância da Fachada:

Norte

0,5

Leste

0,5

Sul

0,5

Oeste

0,5

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

1	Administração
	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

1	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
	Medicina
	Nutrição
1	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
1	Psicologia
	Rádio
	Representante
	Seguros
	Sindicato
1	Studio
	Telecomincação
	Turismo
	Zootecnia
5	Diversos
1	Vazia
<b>11</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Galeria Storti

Endereço:

Rua Benjamin Constant

1715

Bairro:

Centro

CEP

86020-320

Data Alvará:

1996

Arquiteto:

Renato Leão Rego

Engenheiro Responsável:

Waldiro Rossignoli Borgo

Construtora:

Máximo Construtora e Incorporadora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2187,77

Área Pav. Tipo

223,36

Área da Sala

27,37

Número de Pav. Tipo:

5

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

20

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

30%

Sul

40%

Oeste

30%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

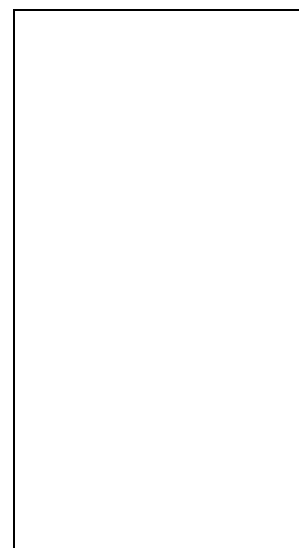
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

4	Administração	1	Engenharia		Produtora
4	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária		Estética	2	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
2	Arquitetura		Financeira		Representante
	Associação		Fisioterapia	1	Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária	1	Telecomunicação
	Conselho		Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
2	Contabilidade		Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição		Vazia
	Editora		Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				17	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Telmar

Endereço:

Rua Quintino Bocaiuva

180

Bairro:

Centro

CEP

86020-919

Data Alvará:

1984

Arquiteto:

José Luís P. Gomes

Engenheiro Responsável:

José Luís P. Gomes

Construtora:

Cacuenge Engenharia de Construções

**Dados Físicos:**

Área Total:

3060,03

Área Pav. Tipo

307,93

Área da Sala

113,23

Número de Pav. Tipo:

9

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

36

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

0%

Leste

30%

Sul

0%

Oeste

100%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

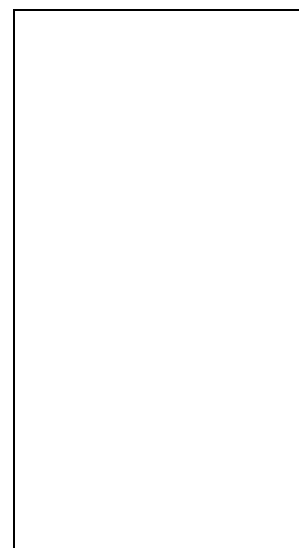
Leste

fumê

Sul

Oeste

fumê



**Atividades:**

1	Administração	1	Engenharia		Produtora
5	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária		Estética	4	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura		Financeira	1	Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia	1	Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
1	Comércio	1	Imobiliária		Telecomunicação
	Conselho	1	Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
4	Contabilidade	4	Medicina		Diversos
2	Depósito		Nutrição	3	Vazia
	Editora	3	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>32</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Centro Empresarial Newton Câmara

Endereço:

Av. Higienópolis

32

Bairro:

Centro

CEP

86020-080

Data Alvará:

1987

Arquiteto:

Julio Oscar Giestas Ribeiro

Engenheiro Responsável:

Antonio Jabur Lunardelli

Construtora:

Construtora Khouri Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

11677,38

Área Pav. Tipo

387,14

Área da Sala

71,04

Número de Pav. Tipo:

18

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

72

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

irregular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte 90%

Leste 30%

Sul 90%

Oeste 90%

Absortância da Fachada:

Norte 0,6

Leste 0,6

Sul 0,6

Oeste 0,6

Cor do Vidro:

Norte fumê

Leste fumê

Sul fumê

Oeste fumê



**Atividades:**

3	Administração	2	Engenharia		Produtora
25	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária		Estética	4	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura	1	Financeira	1	Representante
	Associação		Fisioterapia	2	Seguros
	Banco		Fonoaudiologia	1	Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária	2	Telecomincação
1	Conselho	3	Informática	1	Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
	Contabilidade	2	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	3	Vazia
	Editora		Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>51</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Center Irene Isabel

Endereço:

Av. Higienópolis

70

Bairro:

Centro

CEP

86020-907

Data Alvará:

1981

Arquiteto:

-

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

-

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

-

Número de Pav. Tipo:

10

Sala por Pav. Tipo:

6

Total de Salas:

60

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

50%

Leste

30%

Sul

50%

Oeste

0%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

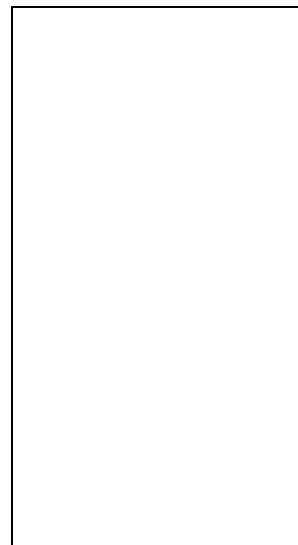
fumê

Sul

incolor

Oeste

fumê



**Atividades:**

3	Administração
11	Advocacia
4	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
1	Conselho
	Consórcio
1	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

	Engenharia
1	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
1	Informática
	Laboratório
2	Medicina
	Nutrição
9	Odontologia
	Ong

	Produtora
1	Propaganda/ publicidade
2	Psicologia
	Rádio
	Representante
2	Seguros
	Sindicato
	Studio
3	Telecomunicação
1	Turismo
	Zootecnia
1	Diversos
6	Vazia
<b>49</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Comercial Higienópolis

Endereço:

Av. Higienópolis

174

Bairro:

Centro

CEP

86020-908

Data Alvará:

1984

Arquiteto:

Julio Oscar Giestas Ribeiro

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

Dinardi Eng. e Construção Civil Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

3685,15

Área Pav. Tipo

266,4

Área da Sala

44,04/79,22

Número de Pav. Tipo:

8

Sala por Pav. Tipo:

3

Total de Salas:

24

Tipo de Proteção Solar:

avanço da caixa do ar  
cond

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

50%

Leste

30%

Sul

50%

Oeste

50%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

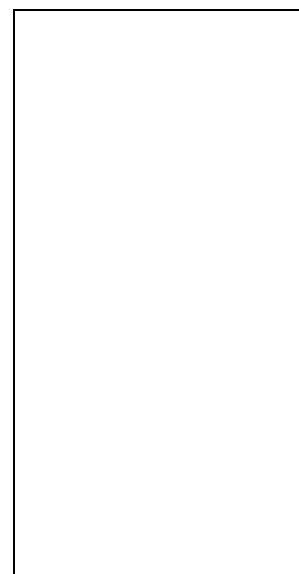
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Londrina Trade Center

Endereço:

Av. Higienópolis

210

Bairro:

Centro

CEP

86020-080

Data Alvará:

1987

Arquiteto:

Julio Oscar Giestas Ribeiro

Engenheiro Responsável:

Antonio Jabur Lunardelli

Construtora:

Construtora Khouri Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

13134,97

Área Pav. Tipo

371,27

Área da Sala

Número de Pav. Tipo:

20

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

80

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

irregular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

100%

Leste

30%

Sul

100%

Oeste

50%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê



**Atividades:**

7	Administração
21	Advocacia
2	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
1	Arquitetura
	Associação
	Banco
2	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
3	Contabilidade
	Depósito
	Editora
1	Eletrônica

2	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
1	Financeira
1	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
1	Informática
	Laboratório
5	Medicina
	Nutrição
6	Odontologia
	Ong

	Produtora
1	Propaganda/ publicidade
1	Psicologia
	Rádio
	Representante
	Seguros
	Sindicato
	Studio
1	Telecomincação
1	Turismo
	Zootecnia
3	Diversos
5	Vazia
<b>65</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Continental

Endereço:

Av. Higienópolis

583

Bairro:

Centro

CEP

86020-080

Data Alvará:

1984

Arquiteto:

-

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

-

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

-

Número de Pav. Tipo:

17

Sala por Pav. Tipo:

1

Total de Salas:

17

Tipo de Proteção Solar:

esquadria recuada

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

0%

Leste

30%

Sul

67%

Oeste

67%

Absortância da Fachada:

Norte

0,8

Leste

0,8

Sul

0,8

Oeste

0,8

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

4	Administração	1	Engenharia		Produtora
5	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária		Estética		Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura		Financeira	2	Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária		Telecomincação
	Conselho	1	Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
	Contabilidade	1	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	3	Vazia
	Editora		Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>17</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Pioneiros do Café

Endereço:

Av. Higienópolis

1100

Bairro:

Centro

CEP

86015-010

Data Alvará:

1983

Arquiteto:

-

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

-

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

Número de Pav. Tipo:

11

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

22

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

irregular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

0%

Leste

30%

Sul

100%

Oeste

0%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

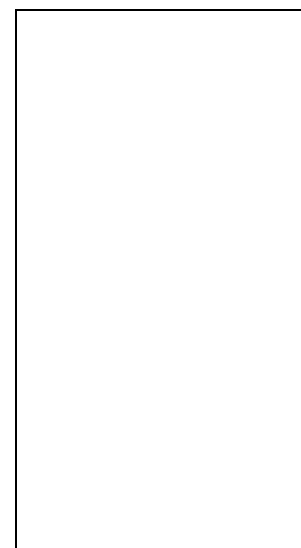
Norte

Leste

Sul

azul

Oeste



**Atividades:**

1	Administração
1	Advocacia
3	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
1	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
1	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

1	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
1	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
	Medicina
	Nutrição
	Odontologia
	Ong

	Produtora
1	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
	Representante
	Seguros
	Sindicato
	Studio
1	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
6	Vazia
<b>17</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Comercial Costa Verde

Endereço:

Av. Higienópolis

1505

Bairro:

Pq. Bela Vista

CEP

86015-010

Data Alvará:

1991

Arquiteto:

Rodney G. Montosa

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

Montosa Construção Civil Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2554,11

Área Pav. Tipo

236,99

Área da Sala

31,94/34,24/42,12

Número de Pav. Tipo:

7

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

28

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

50%

Leste

30%

Sul

50%

Oeste

40%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

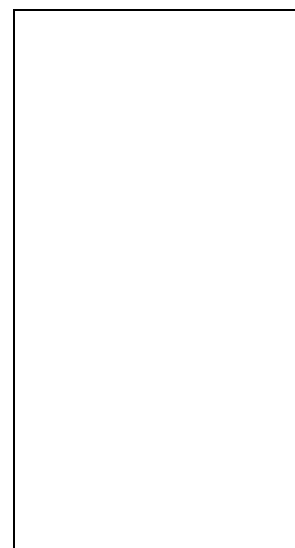
fumê

Sul

incolor

Oeste

fumê



**Atividades:**

1	Administração
1	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
3	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
1	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

1	Engenharia
1	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
1	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
1	Geologia
	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
2	Medicina
	Nutrição
3	Odontologia
	Ong

	Produtora
1	Propaganda/ publicidade
3	Psicologia
	Rádio
1	Representante
1	Seguros
1	Sindicato
	Studio
1	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
1	Diversos
2	Vazia
<b>26</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Eurocenter

Endereço:

Av. Higienópolis

1601

Bairro:

Centro

CEP

86015-010

Data Alvará:

2004

Arquiteto:

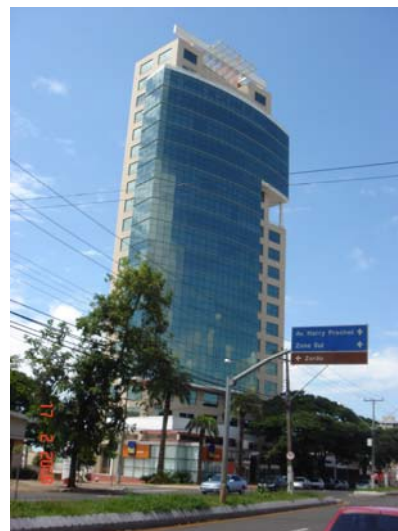
-

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

-

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

-

Número de Pav. Tipo:

17

Sala por Pav. Tipo:

5

Total de Salas:

85

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

30%

Sul

30%

Oeste

90%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,5

Sul

0,5

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

verde

Leste

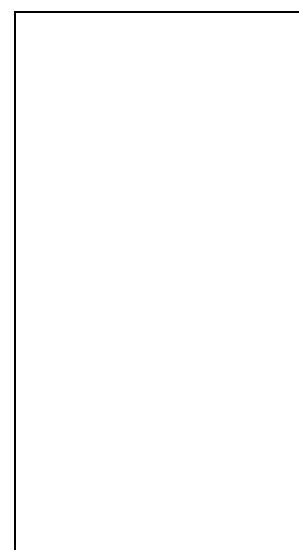
verde

Sul

verde

Oeste

verde



**Atividades:**

2	Administração
1	Advocacia
1	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
1	Arquitetura
	Associação
2	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
1	Consórcio
	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

3	Engenharia
2	Escola
	Estética
	Eventos
3	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
2	Informática
	Laboratório
	Medicina
	Nutrição
	Odontologia
	Ong

	Produtora
1	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
5	Representante
1	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
24	Vazia
<b>49</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Centro Médico Paes Leme

Endereço:

Rua Paes Leme

1264

Bairro:

Vila Ipiranga

CEP

86041-070

Data Alvará:

1987

Arquiteto:

Julio Oscar Giestas Ribeiro

Engenheiro Responsável:

Waldiro Rossignoli Borgo

Construtora:

Mavillar Construtora Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

1424,57

Área Pav. Tipo

128,54

Área da Sala

36,85

Número de Pav. Tipo:

7

Sala por Pav. Tipo:

2

Total de Salas:

14

Tipo de Proteção Solar:

esquadria recuada

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

90%

Leste

30%

Sul

90%

Oeste

10%

Absortância da Fachada:

Norte

0,3

Leste

0,3

Sul

0,3

Oeste

0,3

Cor do Vidro:

Norte

incolor e fumê

Leste

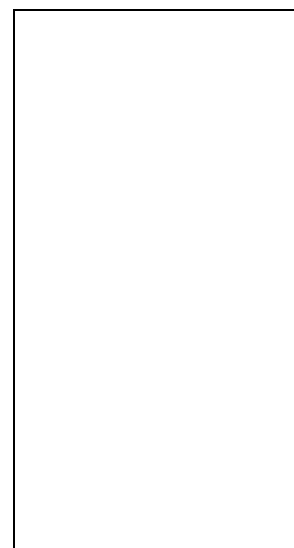
incolor e fumê

Sul

incolor e fumê

Oeste

incolor e fumê



**Atividades:**

	Administração		Engenharia		Produtora
	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária		Estética		Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura		Financeira		Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária		Telecomunicação
	Conselho		Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
	Contabilidade	13	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	1	Vazia
	Editora		Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>14</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Centro Médico Bandeirantes

Endereço:

Av. Bandeirantes

500

Bairro:

Vila Ipiranga

CEP

86010-020

Data Alvará:

-

Arquiteto:

-

Engenheiro Responsável:

-

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

-

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

-

Número de Pav. Tipo:

6

Sala por Pav. Tipo:

10

Total de Salas:

60

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

20%

Leste

30%

Sul

20%

Oeste

50%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

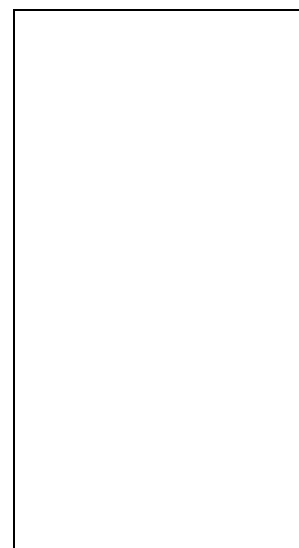
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor





**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Medicenter Londrina

Endereço:

Av. Bandeirantes

901

Bairro:

Vila Ipiranga

CEP

86010-020

Data Alvará:

2000

Arquiteto:

Marcos A. Maia

Engenheiro Responsável:

Marcos A. Maia

Construtora:

-

**Dados Físicos:**

Área Total:

1225,91

Área Pav. Tipo

608,87

Área da Sala

52,04/52,54/55,26/80,61

Número de Pav. Tipo:

7

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

28

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

50%

Leste

30%

Sul

50%

Oeste

50%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

fumê

Leste

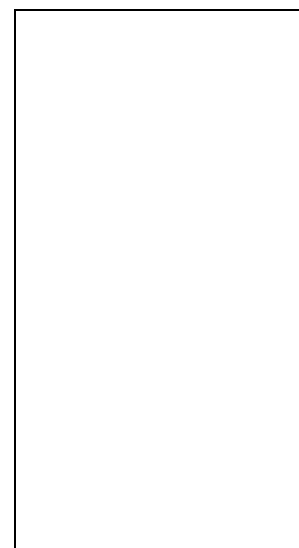
fumê

Sul

fumê

Oeste

fumê



**Atividades:**

	Administração		Engenharia		Produtora
	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade
	Agropecuária		Estética	6	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio
	Arquitetura		Financeira		Representante
	Associação		Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária		Telecomincação
	Conselho		Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
	Contabilidade	20	Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição		Vazia
	Editora		Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				26	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Ângelo Meranca

Endereço:

Av. Duque de Caxias

1980

Bairro:

Vila Brasil

CEP

86010-190

Data Alvará:

1991

Arquiteto:

Américo Keiji Moryama

Engenheiro Responsável:

João Eidi Ito

Construtora:

Vetorial Engenharia

**Dados Físicos:**

Área Total:

2361,03

Área Pav. Tipo

190,2

Área da Sala

24,512

Número de Pav. Tipo:

10

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

40

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte 40%

Leste 30%

Sul 40%

Oeste 40%

Absortância da Fachada:

Norte 0,3

Leste 0,3

Sul 0,3

Oeste 0,3

Cor do Vidro:

Norte incolor

Leste incolor

Sul incolor

Oeste incolor



**Atividades:**

1	Administração	9	Engenharia		Produtora	
9	Advocacia		Escola		Propaganda/ publicidade	
2	Agropecuária	1	Estética		Psicologia	
	Alfaiate/ Costureira		Eventos		Rádio	
	Arquitetura		Financeira		Representante	
	Associação		Fisioterapia		Seguros	
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato	
	Cartório		Geologia		Studio	
	Comércio		Imobiliária		Telecomincação	
	Conselho	1	Informática		Turismo	
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia	
4	Contabilidade	6	Medicina		Diversos	
	Depósito		Nutrição		4	Vazia
	Editora	1	Odontologia			
	Eletrônica		Ong			
					<b>38</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício Battistella e Policastro

Endereço:

Av. Maringá

627

Bairro:

Dom Bosco

CEP

86060-000

Data Alvará:

1992

Arquiteto:

José Carlos Spagnuolo

Engenheiro Responsável:

Edgard Marin

Construtora:

Edgard Marin Engenharia Civil S/C Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

3450,73

Área Pav. Tipo

297,1

Área da Sala

43,74/63,62

Número de Pav. Tipo:

10

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

40

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

30%

Sul

40%

Oeste

40%

Absortância da Fachada:

Norte

0,5

Leste

0,5

Sul

0,5

Oeste

0,5

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

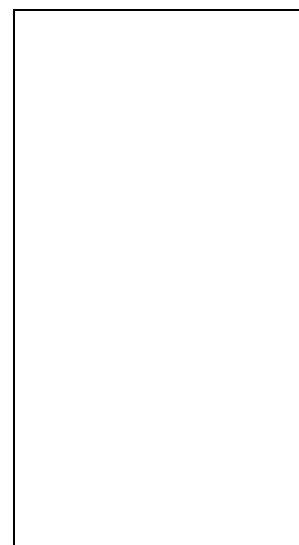
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

5	Administração
1	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
2	Comércio
	Conselho
	Consórcio
	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

2	Engenharia
	Escola
1	Estética
3	Eventos
1	Financeira
1	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
	Informática
	Laboratório
	Medicina
	Nutrição
1	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
2	Psicologia
	Rádio
	Representante
	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
2	Vazia
<b>21</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Edifício DiBiagi

Endereço:

Av. Maringá

725

Bairro:

Dom Bosco

CEP

86060-000

Data Alvará:

1991

Arquiteto:

José Carlos Spagnuolo

Engenheiro Responsável:

Edgard Marin

Construtora:

Edgard Marin Engenharia Civil S/C Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

3119,86

Área Pav. Tipo

289,75

Área da Sala

40,24/66,85

Número de Pav. Tipo:

7

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

28

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

30%

Leste

30%

Sul

30%

Oeste

30%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

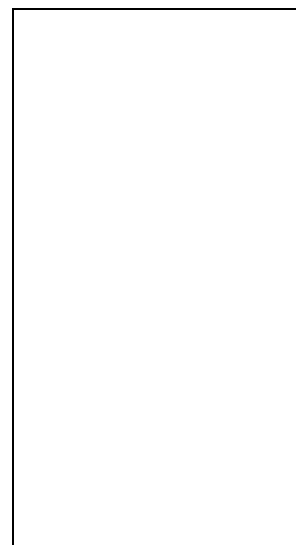
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

3	Administração	1	Engenharia		Produtora
2	Advocacia		Escola	1	Propaganda/ publicidade
1	Agropecuária	1	Estética	1	Psicologia
	Alfaiate/ Costureira	1	Eventos		Rádio
1	Arquitetura		Financeira	1	Representante
	Associação	1	Fisioterapia		Seguros
	Banco		Fonoaudiologia		Sindicato
	Cartório		Geologia		Studio
	Comércio		Imobiliária	1	Telecomincação
	Conselho	1	Informática		Turismo
	Consórcio		Laboratório		Zootecnia
1	Contabilidade		Medicina		Diversos
	Depósito		Nutrição	3	Vazia
	Editora	5	Odontologia		
	Eletrônica		Ong		
				<b>25</b>	Total

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Centro de Oficinas Aquarela

Endereço:

Av. Maringá

813

Bairro:

Jardim Quebec

CEP

86060-000

Data Alvará:

2000

Arquiteto:

José Carlos Spagnuolo

Engenheiro Responsável:

Edgard Marin

Construtora:

Edgard Marin Engenharia Civil S/C Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

-

Área Pav. Tipo

-

Área da Sala

-

Número de Pav. Tipo:

8

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

32

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

40%

Leste

30%

Sul

40%

Oeste

40%

Absortância da Fachada:

Norte

0,2

Leste

0,2

Sul

0,2

Oeste

0,2

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

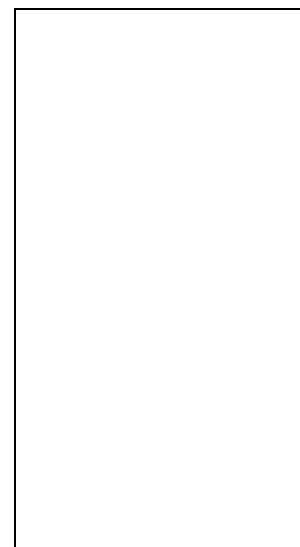
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

3	Administração
2	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
1	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
1	Comércio
	Conselho
	Consórcio
1	Contabilidade
	Depósito
1	Editora
1	Eletrônica

	Engenharia
	Escola
	Estética
1	Eventos
	Financeira
1	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
1	Imobiliária
3	Informática
	Laboratório
	Medicina
	Nutrição
1	Odontologia
	Ong

	Produtora
2	Propaganda/ publicidade
2	Psicologia
	Rádio
3	Representante
1	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomunicação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
5	Vazia
<b>30</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Twin Business Towers

Endereço:

Av. Tiradentes

501

Bairro:

Vila Vitória

CEP

86070-000

Data Alvará:

1998

Arquiteto:

Pedro A. Palma e André Silvestri

Engenheiro Responsável:

Carlos Antônio Vaz

Construtora:

Construblok Construção Civil Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

21986,84

Área Pav. Tipo

313,41

Área da Sala

47,08/61,51

Número de Pav. Tipo:

19

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

76

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

quadrada

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte 40%

Leste 30%

Sul 10%

Oeste 40%

Absortância da Fachada:

Norte 0,4

Leste 0,4

Sul 0,4

Oeste 0,4

Cor do Vidro:

Norte fumê

Leste fumê

Sul fumê

Oeste fumê



**Atividades:**

12	Administração
26	Advocacia
5	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
2	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
2	Comércio
	Conselho
	Consórcio
8	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

4	Engenharia
3	Escola
4	Estética
1	Eventos
4	Financeira
	Fisioterapia
2	Fonoaudiologia
	Geologia
3	Imobiliária
2	Informática
	Laboratório
3	Medicina
	Nutrição
15	Odontologia
	Ong

	Produtora
4	Propaganda/ publicidade
2	Psicologia
	Rádio
6	Representante
2	Seguros
	Sindicato
1	Studio
	Telecomincação
2	Turismo
	Zootecnia
2	Diversos
14	Vazia
<b>129</b>	<b>Total</b>

**Dados do Edifício:**

Nome do Edifício:

Santos Dumont

Endereço:

Av. Santos Dumont

500

Bairro:

Siam

CEP

86039-090

Data Alvará:

1986

Arquiteto:

Pedro Palma e André Silvestri

Engenheiro Responsável:

Antoni Roberto Cruciol

Construtora:

Construtora e Incorporadora Cruciol Ltda.

**Dados Físicos:**

Área Total:

2311,37

Área Pav. Tipo

1° - 715,42 / 2° - 694,32 / 3° - 685,42

Área da Sala

-

Número de Pav. Tipo:

5

Sala por Pav. Tipo:

4

Total de Salas:

20

Tipo de Proteção Solar:

-

Forma da Planta:

retangular

Porcentagem de Vidro por Fachada:

Norte

50%

Leste

30%

Sul

50%

Oeste

100%

Absortância da Fachada:

Norte

0,4

Leste

0,4

Sul

0,4

Oeste

0,4

Cor do Vidro:

Norte

incolor

Leste

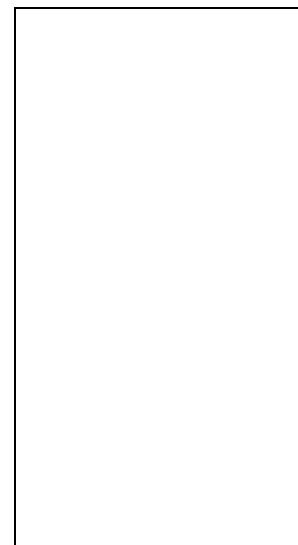
incolor

Sul

incolor

Oeste

incolor



**Atividades:**

4	Administração
5	Advocacia
	Agropecuária
	Alfaiate/ Costureira
	Arquitetura
	Associação
	Banco
	Cartório
	Comércio
	Conselho
	Consórcio
	Contabilidade
	Depósito
	Editora
	Eletrônica

1	Engenharia
	Escola
	Estética
	Eventos
	Financeira
	Fisioterapia
	Fonoaudiologia
	Geologia
	Imobiliária
1	Informática
	Laboratório
1	Medicina
	Nutrição
	Odontologia
	Ong

	Produtora
	Propaganda/ publicidade
	Psicologia
	Rádio
2	Representante
	Seguros
	Sindicato
	Studio
	Telecomincação
	Turismo
	Zootecnia
	Diversos
3	Vazia
<b>17</b>	<b>Total</b>