

Impactos da Adequação Climática Sobre a Eficiência Energética e o Conforto Térmico de Edifícios de Escritórios no Brasil – Zona 1

Antonio Augusto de Paula Xavier

Equipes:

Zona 1: Prof. Dr. Antonio Augusto de Paula Xavier (CEFET/PR)

Zona 2: Prof. Dr. Joaquim C. Pizzutti dos Santos (UFSC)

Francéli Ferreira
Leonardo Bonatto
Vanessa Sari

Zona 3: Prof. Enedir Ghisi, PhD (UFSC)

Greici Ramos
Marina Vasconcelos Santana
Priscila Mei Minku
Caroline da Silva Moreira
Gabriel Marcon Coelho

Zona 4: Prof. Dr. Maurício Roriz (UFSCar)

Renata Aboud Barbugli
Kellen Monte Carrières
Mônica Faria de Almeida Prado
Aline Cristina Lopes

Zona 5: Profa. Dra. Louise Land B. Lomardo (UFF)
Ana Paula Venâncio
Linus Gombarovits Trindade

Zona 6: Prof. Wagner Augusto Andreasi (UFMS)

André Luiz Assis Andreasi
Gabriela Paiva
Jucimeire Neves da Silva
Rogério de Souza Versage

Zona 7: Prof. Aldomar Pedrini, PhD (UFRN)

Zona 8: Prof. Ricardo Cabús, PhD (UFAL)

Mara Araújo
Vanessa Montenegro

Sumário

SUMÁRIO	II
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS.....	III
<u>1. Definição das Tipologias Arquitetônicas</u>	4
1.1 METODOLOGIA EMPREGADA	5
1.2 DETALHES CONSTRUTIVOS DOS PRÉDIOS.....	6
<u>2. Edifícios da cidade de Curitiba</u>	7
2.1 TIPOLOGIAS REPRESENTATIVAS.....	8
2.1.1 EDIFÍCIO 01 - ASCENÇÃO FERNANDES ED.	8
2.1.2 EDIFÍCIO 02 - GALERIA REGIONAL DO PORTÃO	9
2.1.3 EDIFÍCIO 03 - CENTRO COMERCIAL ISIS.....	10
2.1.4 EDIFÍCIO 04 - PROFESSOR OCTÁVIO DE SÁ BARRETO ED.	11
2.1.5 EDIFÍCIO 04 - EDIFÍCIO GOLDEN STAR.....	12
2.1.6 EDIFÍCIO 04 - COMERCIAL TRADE TOWER ED.	13
<u>3. Monitoramento de Temperatura do Ar nos Edifícios Localizados em Curitiba.....</u>	14
3.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	15
3.2 GRÁFICOS DE TEMPERATURA.....	15

Lista de Figuras

<u>2. Edifícios da cidade de Curitiba</u>	7
Figura 2.1. Foto da Fachada: Ascensão Fernandes Ed.....	8
Figura 2.2. Foto da Fachada: Galeria Regional do Portão	9
Figura 2.3. Foto da Fachada: Centro Comercial Isis	10
Figura 2.4. Foto da Fachada: Professor Octávio de Sá Barreto Ed.	11
Figura 2.5. Foto da Fachada: Edifício Golden Star	12
Figura 2.6. Foto da Fachada: Comercial Trade Tower Ed.	13
<u>3. Monitoramento de Temperatura do Ar nos Edifícios</u>	
<u>Localizados em Curitiba</u>	14
Figura 3.1. Prédio baixo, sem brise e com mais de 50% de área envidraçada.....	16
Figura 3.2. Prédio baixo, com brise e com menos de 50% de área envidraçada.	16
Figura 3.3. Prédio alto, sem brise e com menos de 50% de área envidraçada.	16
Figura 3.4. Prédio alto, sem brise e com mais de 50% de área envidraçada.	17
Figura 3.5. Prédio baixo, sem brise e com menos de 50% de área envidraçada.	17
Figura 3.6. Prédio alto, com brise e com mais de 50% de área envidraçada.	17

Lista de Tabelas

<u>1. Definição das Tipologias Arquitetônicas</u>	4
Tabela 1.1. Tipologias Construtivas encontradas em Curitiba.	6

1. Definição das Tipologias Arquitetônicas

1.1 Metodologia Empregada

A metodologia empregada ao presente trabalho pode ser resumida em 3 etapas:

a) Levantamento das tipologias

Foi levantada a quantidade de edifícios de escritórios em Curitiba e encontrou-se um total de 841 edificações com mais de 5 pavimentos.

Buscou-se obter aqueles em que os meios de contato seriam mais simplificados, ou seja, aqueles que possuíam telefone para contato, dessa forma, foi composta uma planilha com 326 edifícios. Desses 326 edifícios, apenas 39 edifícios disponibilizaram-se a fornecer informações à pesquisa.

Os 39 edifícios autorizados foram visitados pela equipe de trabalho a fim de coletar dados referentes à tipologia construtiva. Inicialmente foi adotada uma planilha na qual grande quantidade dos dados não foram completados devido à falta de conhecimento do fornecedor dos respectivos dados. Dessa forma foi adotada um novo modelo de planilha englobando apenas os dados essenciais à pesquisa. Procurou-se fotografar as fachadas principais dos prédios, para eventuais análises posteriores.

Após as coletas referentes às variadas tipologias construtivas, os dados coletados foram organizados para as definições das tipologias existentes.

Dessa forma, em posse dos grupos de tipologias foi possível selecionar os edifícios nos quais os estudos iriam prosseguir.

Nesta etapa do trabalho, várias foram as dificuldades encontradas, desde a coleta em campo dos dados até o contato com os responsáveis pelas edificações, devido principalmente à mudança de telefone ou indisponibilidade.

b) Monitoramento Termo-ambiental

Após a primeira etapa de levantamento de tipologias, foram instalados nos prédios selecionados, os aparelhos de medição de temperatura e umidade. Cautelosamente, foram definidas as datas de instalação e de retirada dos aparelhos, procurando abranger os dias mais próximos ao verão e inverno.

c) Obtenção de estratégias bioclimáticas para os edifícios em questão

Para obtenção das estratégias bioclimáticas foi utilizado o software Analysis bio. Neste programa, foram confeccionadas as cartas psicrométricas de todos os escritórios pesquisados.

1.2 Detalhes Construtivos dos Prédios

Alguns indicadores usados para a definição das tipologias foram:

a) Número de pavimentos – definiu-se dois grupos: prédios com 10 pavimentos ou menos, foram considerados baixos e os prédios com mais de 10 pavimentos altos.

b) Área de vidro em relação à área de fachada – definiu-se dois grupos: menor e maior que 50%.

c) Existência de brise – separou-se em dois grupos: com brise e sem brise nas janelas.

A Tabela 1.1, abaixo mostra como a separação das tipologias construtivas e a quantidade de edifícios com as mesmas características.

Tabela 1.1. Tipologias Construtivas encontradas em Curitiba.

Tipologias	Quantidade de edifícios
Prédio alto, com brise, vidro fumê, fachada de cor clara e com mais 50%;	3
Prédio alto, com brise, vidro fumê, fachada de cor escura e com mais de 50%;	1
Prédio alto, com brise, vidro liso, fachada de cor clara e com mais 50%;	1
Prédio alto, sem brise, vidro fumê, fachada de cor escura e com menos de 50%;	2
Prédio alto, sem brise, vidro liso, fachada de cor escura e com menos de 50%;	2
Prédio alto, com brise, vidro fumê, fachada de cor escura e com menos de 50%;	1
Prédio alto, com brise, vidro liso, fachada de cor clara e com menos de 50%;	2
Prédio alto, sem brise, vidro fumê, fachada de cor clara e com mais de 50%;	1
Prédio alto, sem brise, vidro liso, fachada de cor clara e com mais de 50%;	5
Prédio alto, sem brise, vidro liso, fachada de cor escura e com mais de 50%;	2
Prédio baixo, com brise, vidro fumê, fachada de cor clara e com menos de 50%;	1
Prédio baixo, com brise, vidro fumê, fachada de cor escura e com mais de 50%;	1
Prédio baixo, com brise, vidro liso, fachada de cor clara e com mais de 50%;	2
Prédio baixo, sem brise, vidro fumê, fachada de cor clara e com mais de 50%;	2
Prédio baixo, sem brise, vidro liso, fachada de cor clara e com mais de 50%;	4
Prédio baixo, sem brise, vidro liso, fachada de cor escura e com mais de 50%;	1
Prédio baixo, com brise, vidro fumê, fachada de cor clara e com mais de 50%;	1
Prédio baixo, com brise, vidro liso, fachada de cor clara e com menos de 50%;	1
Prédio baixo, sem brise, vidro fumê, fachada de cor clara e com menos de 50%;	1
Prédio baixo, sem brise, vidro liso espelhado, fachada de cor clara e com mais de 50%;	1
Prédio baixo, sem brise, vidro liso, fachada de cor escura e com menos de 50%;	4


2. Edifícios da cidade de Curitiba

Tipologias Arquitetônicas

2.1 Tipologias Representativas

Após a análise e separação das 21 tipologias construtivas onde se encaixou os 39 edifícios, foi feita uma nova definição de tipologias considerando apenas as mais representativas, o que se resumiu em 6 tipologias e delas selecionou-se apenas 1 edifício de cada para representá-las, sendo elas:

- **Prédio baixo, sem brise e com mais de 50% de área envidraçada;**

2.1.1 Edifício 01 - Ascensão Fernandes Ed.	
Rua XV de Novembro, 279.	
1- Características do entorno urbano	
O edifício está implantado na região central da cidade de Curitiba.	
	
Figura 2.1. Foto da Fachada: Ascensão Fernandes.	
2- Características Gerais	
Nº. total de pavimentos: 9	Nº. de salas por pavimento tipo: 12
Nº. de pavimentos-tipo:	Nº. de pav. No sub-solo: 0
Comércio no Térreo: 0	
3- Características Construtivas Gerais	
Estrutura	Concreto armado
Cobertura	fibrocimento
Área janela / Área de Fachada	Maior que 50 %
Revestimento	Reboco e tinta nas cores marrom e bege
Esquadrias	Janelas de correr com vidro liso, sem brise.

- Prédio baixo, com brise e com menos de 50% de área envidraçada;

2.1.2 Edifício 02 - Galeria Regional do Portão	
Rua João Bettega, 101.	
1- Características do entorno urbano	
O edifício está implantado na região central da cidade de Curitiba.	
	
Figura 2.2. Foto da Fachada: Galeria Regional do Portão	
2- Características Gerais	
Nº. total de pavimentos: 10	Nº. de salas por pavimento tipo: 19
Nº. de pavimentos-tipo:	Nº. de pav. No sub-solo: 2
Comércio no Térreo:10	
3- Características Construtivas Gerais	
Estrutura	Concreto armado
Cobertura	Fibrocimento e laje
Área janela / Área de Fachada	Menor que 50 %
Revestimento	Pastilhas, branco e vinho.
Esquadrias	Máximo-ar, com vidro liso fumê e Brise (janelas angulares)

- Prédio alto, sem brise e com menos de 50% de área envidraçada;

2.1.3 Edifício 03 - Centro Comercial Isis

Av. República Argentina, 2150.

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Curitiba.



Figura 2.3. Foto da Fachada: Centro Comercial Isis


2- Características Gerais

Nº. total de pavimentos: 11	Nº. de salas por pavimento tipo: 7º 3sl / 5º 1sl / 6º 3sl / 4sls
Nº. de pavimentos-tipo:	Nº. de pav. No sub-solo: 0
Comércio no Térreo: sim	

3- Características Construtivas Gerais

Estrutura	Concreto armado
Cobertura	Fibrocimento.
Área janela / Área de Fachada	Menor que 50 %
Revestimento	Verde
Esquadrias	Esquadria de alumínio com vidro liso, sem brises.

- Prédio alto, sem brise e com mais de 50% de área envidraçada;

2.1.4 Edifício 04 - Professor Octávio de Sá Barreto Ed.	
Av. Sete de Setembro, 5388.	
1- Características do entorno urbano	
O edifício está implantado na região central da cidade de Curitiba.	
	
Figura 2.4. Foto da Fachada: Professor Octávio de Sá Barreto Ed.	
2- Características Gerais	
Nº. total de pavimentos: 20	Nº. de salas por pavimento tipo: 6
Nº. de pavimentos-tipo:	Nº. de pav. No sub-solo: sim
Comércio no Térreo: 2	
3- Características Construtivas Gerais	
Estrutura	Concreto armado
Cobertura	Laje.
Área janela / Área de Fachada	Maior que 50 %
Revestimento	Vidro e pastilhas bege.
Esquadrias	Máximo-ar com vidro liso, sem brises.

- Prédio baixo, sem brise e com menos de 50% de área envidraçada;

2.1.5 Edifício 04 - Edifício Golden Star	
Rua Benjamin Constant, 146.	
1- Características do entorno urbano	
O edifício está implantado na região central da cidade de Curitiba.	
	
Figura 2.5. Foto da Fachada: Edifício Golden Star	
2- Características Gerais	
Nº. total de pavimentos: 6	Nº. de salas por pavimento tipo: 6
Nº. de pavimentos-tipo:	Nº. de pav. No sub-solo: 0
Comércio no Térreo: 0	
3- Características Construtivas Gerais	
Estrutura	Concreto armado
Cobertura	Fibrocimento.
Área janela / Área de Fachada	Maior que 50 %
Revestimento	Cinza.
Esquadrias	Janela de correr com vidro liso e transparente, sem brises.

- Prédio alto, com brise e com mais de 50% de área envidraçada;

2.1.6 Edifício 04 - Comercial Trade Tower Ed.

Av. Sete de Setembro, 5426.

1- Características do entorno urbano

O edifício está implantado na região central da cidade de Curitiba.



Figura 2.6. Foto da Fachada: Comercial Trade Tower Ed.

2- Características Gerais

Nº. total de pavimentos: 19	Nº. de salas por pavimento tipo: 5
Nº. de pavimentos-tipo:	Nº. de pav. No sub-solo: sim
Comércio no Térreo: 3	

3- Características Construtivas Gerais

Estrutura	Concreto armado
Cobertura	Laje
Área janela / Área de Fachada	Menor que 50 %
Revestimento	Branco
Esquadrias	Janelas recuadas. Sistema de abertura: basculante com vidro liso fumê

3. Monitoramento de Temperatura do Ar nos Edifícios Localizados em Curitiba

3.1 Discussão dos Resultados

Nas medições de verão, ocorridas entre os meses de fevereiro e março de 2006, notou-se que são poucos os casos de desconforto térmico, e quando ocorreu observou-se pela carta bioclimática que se localizaram na zona de Ventilação / Massa / Resfriamento Evaporativo que é aconselhável se a temperatura de bulbo úmido (temperatura de evaporação da água - TBU) máxima não exceder aos 24°C e a temperatura de bulbo seco (TBS) máxima não ultrapassar os 44°C.

Nas medições de inverno, em junho de 2006, os resultados mostraram que na maioria dos casos o desconforto foi causado pelo frio e os pontos de temperatura e umidade relativa do ar se encontraram geralmente na zona de Massa Térmica e Aquecimento Solar, onde se pode compensar as baixas temperaturas pelo armazenamento do calor solar e evitar as perdas de calor da edificação para o exterior.

Obteve-se também um caso de desconforto por calor, causado pela falta de ventilação no ambiente entre outros fatores contribuintes para essa sensação no escritório.

Foi possível observar que os edifícios analisados estão com a tipologia adequada para o clima de Curitiba, pois no verão obtiveram-se nos dados de temperatura e umidade relativa do ar externos 62,1% dos pontos fora da zona de conforto térmico, sendo 38,8% do desconforto causado pelo frio e 23,3% pelo calor, enquanto que internamente nos escritórios das tipologias pesquisadas obtiveram quase 100% dos pontos localizados dentro da zona de conforto.

3.2 Gráficos de Temperatura

Para a obtenção dos gráficos de temperatura de cada tipologia construtiva, fez-se a média das temperaturas de cada escritório referente a cada tipologia.

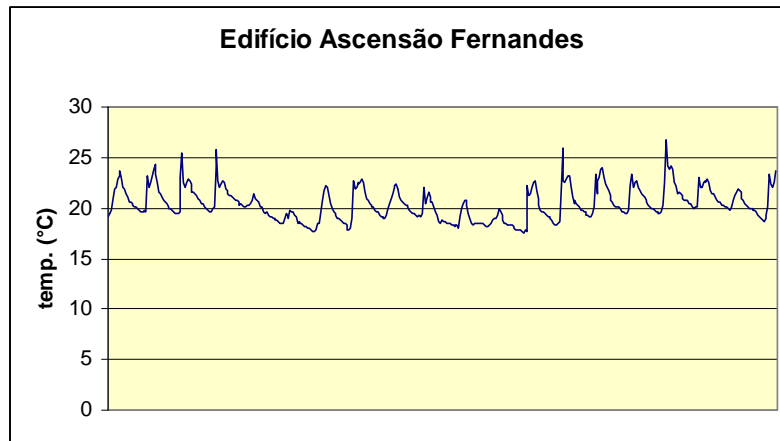


Figura 3.1. Prédio baixo, sem brise e com mais de 50% de área envidraçada.

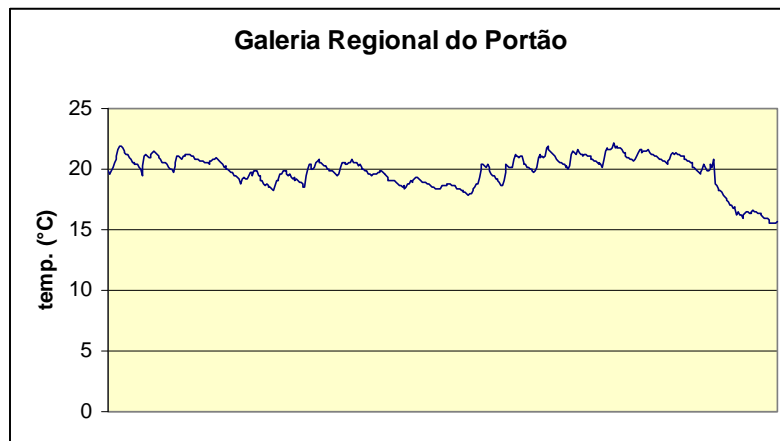


Figura 3.2. Prédio baixo, com brise e com menos de 50% de área envidraçada.

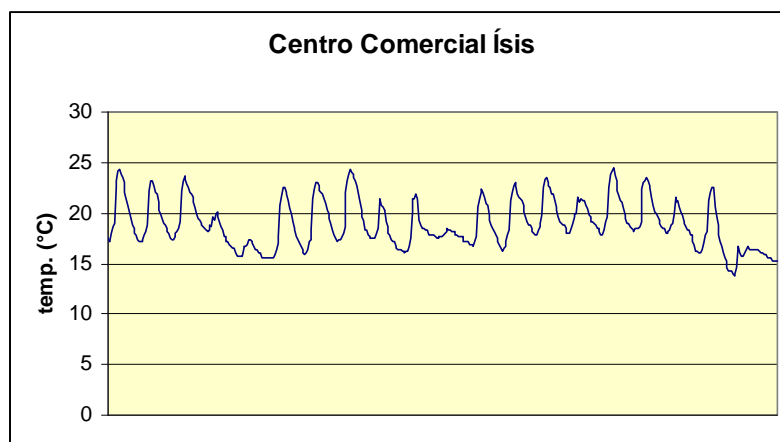


Figura 3.3. Prédio alto, sem brise e com menos de 50% de área envidraçada.

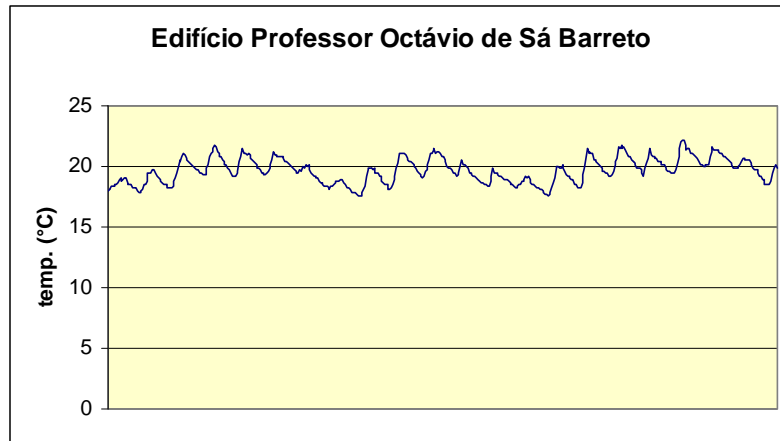


Figura 3.4. Prédio alto, sem brise e com mais de 50% de área envidraçada.

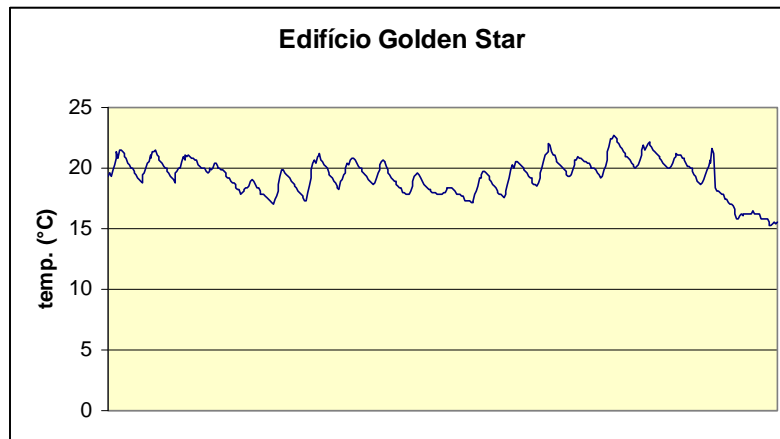


Figura 3.5. Prédio baixo, sem brise e com menos de 50% de área envidraçada.

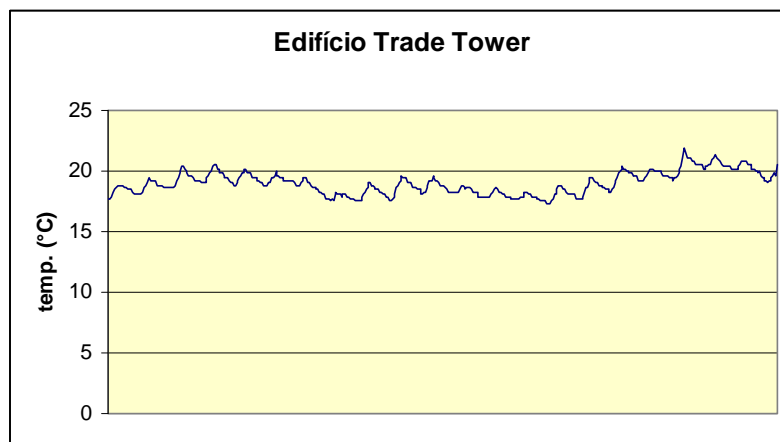


Figura 3.6. Prédio alto, com brise e com mais de 50% de área envidraçada.