

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Marcus Gonçalves Euclides Borges

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO NO MICROCLIMA URBANO

- Estudo de caso no Campus da Universidade Federal de Santa Catarina -

Florianópolis
2009



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Marcus Gonçalves Euclides Borges

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO NO MICROCLIMA URBANO

- Estudo de caso no campus da Universidade Federal de Santa Catarina -

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo
da Universidade Federal de Santa Catarina,
como um dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Fernando Oscar Ruttkay Pereira

Florianópolis
2009

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina

B732i Borges, Marcus Gonçalves Euclides
Influência do ambiente construído no microclima urbano
[dissertação] : estudo de caso no campus da Universidade
Federal de Santa Catarina / Marcus Gonçalves Euclides
Borges ; orientador, Fernando Oscar Ruttkay Pereira, PhD. -
Florianópolis, SC, 2006.

154 f. : il., grafs., tabs., mapas, plantas

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação
em Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências

1. Universidade Federal de Santa Catarina. 2.
Arquitetura e urbanismo. 3. Microclima urbano. 4. Forma
urbana. 5. Vegetação. I. Pereira, Fernando Oscar Ruttkay.
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de
Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

CDU 72

Marcus Gonçalves Euclides Borges

INFLUÊNCIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO NO MICROCLIMA URBANO

- Estudo de caso no Campus da Universidade Federal de Santa Catarina -

Esta dissertação foi julgada e aprovada perante banca examinadora de trabalho final, outorgando ao aluno o título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, área de concentração Projeto e Tecnologia do Ambiente Construído, do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Prof. Sergio Castello Branco Nappi, Dr.
Coordenador do PósARQ

Banca Examinadora

Prof. Fernando O. Ruttkay Pereira, PhD
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador/Moderador

Prof.^a Sônia Afonso, Dr.^a
UFSC, Depart.^o de Arquitetura e
Urbanismo

Prof. Roberto Lamberts, PhD
UFSC, Depart.^o de Engenharia
Civil

Prof.^a Denise Helena Silva Duarte, Dr.^a
USP, Depart.^o de Arquitetura e Urbanismo

Florianópolis
2009

Dedico esta dissertação aos meus exemplos de vida, Eduardo Euclydes de Lima e Borges e a Rita de Cássia Gonçalves Borges que sempre me estimularam a dar este grande passo. Estas duas pessoas com muita sabedoria, discernimento, bom senso e dedicação estiveram ao meu lado me encorajando nas horas difíceis e me aplaudindo nos momentos de glória. Obrigado por serem meus pais, profissionais corretos e competentes, fonte de inspiração, apoio e ensino diário.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a **Deus** por me iluminar e proteger ao longo da minha trajetória;

Agradeço aos meus pais, **Eduardo e Rita**, pelo apoio, incentivo e carinho em todas as etapas de minha vida.

Aos meus irmãos, **Marcelo, Luana**, e minha sobrinha **Renata**, pela compreensão e momentos de distração.

A minha namorada **Denise**, pelo apoio incondicional e incentivo em todos os momentos.

Ao meu avô **José Marcondes Borges**, pelo apoio e estímulo.

Ao professor **Fernando Oscar Ruttkay Pereira**, orientador desta dissertação, por todo empenho, sabedoria, compreensão e, acima de tudo, exigência.

Aos professores **Roberto Lamberts, Sônia Afonso e Denise Helena Silva Duarte**, por terem aceitado fazer parte da banca examinadora.

Aos **professores do PósArq** que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao **professor Fletes**, pela disponibilidade e ajuda com a estatística.

Aos meus colegas e amigos do LabCon, em especial ao **Roberto, Rapha, Gianni, Carol, Veridiana, Juka, Pablo, Lucas e Alexander**, pela amizade, companheirismo, ajuda e troca de conhecimento.

Aos **amigos do LabEEE**, em especial Rogério e Joyce, pela atenção e troca de informações.

À **Ivonete**, pela sua disponibilidade, dedicação e assistência prestadas.

RESUMO

O crescimento urbano nos últimos anos, juntamente com a falta de planejamento adequado das cidades brasileiras, provocam degradações e impactos ambientais, impondo transformações ao ambiente e conseqüentemente ao clima. A expressão mais perceptível desta mudança é o aumento da temperatura do ar. Apenas nos últimos anos tem havido maior atenção para fatores microclimáticos no planejamento das cidades, principalmente as de pequeno e médio porte. O presente trabalho visa avaliar o impacto do ambiente construído na formação de microclimas. A primeira parte apresenta considerações gerais sobre a influência da forma urbana na formação de diferentes microclimas, a relevância do tema da pesquisa e seus objetivos. A segunda parte é constituída pelo referencial teórico do trabalho, onde são abordados os temas sobre o clima, os elementos do clima, a classificação climática, a influência do ambiente construído e da vegetação sobre o clima urbano. A metodologia fundamentou-se na elaboração e análise de mapas da área, que permitiram a caracterização do objeto de estudo, o Campus da Universidade Federal de Santa Catarina. Após a elaboração da base cartográfica foram selecionados os pontos para levantamento de dados. Para monitorar as condições higrotérmicas ambientais à medição das variáveis temperatura e umidade relativa do ar foi realizado com o auxílio de um equipamento eletrônico de aquisição de dados HOBO H8. As informações obtidas através do monitoramento dos pontos e os mapas produzidos serviram de base para verificar o efeito da vegetação em ambientes construídos como elemento mitigador do clima urbano, assim como a compreensão da influência do ambiente construído no microclima urbano. Para a análise dos dados, foi utilizado o dendrograma, que possibilitou organizar os dados observados em unidades semelhantes, permitindo assim a visualização de semelhanças entre amostras e posterior análise de regressão linear múltipla, correlacionando os parâmetros de ocupação do solo com os dados de temperatura e umidade relativa do ar obtido nos monitoramentos. Os resultados obtidos demonstraram uma grande influência do ambiente construído sobre a variação térmica da área de estudo, sendo destacadamente a área edificada, a variável de maior influência. Entretanto, ressalta-se que, devido à complexidade apresentada pelo ambiente urbano, o comportamento climático destes ambientes não pode ser explicado isoladamente, sendo mais apropriado a combinação dessas variáveis.

Palavras-chave: Arquitetura e Urbanismo, Microclima, Forma Urbana, Vegetação

ABSTRACT

Increased urbanization in recent years together with the lack of proper planning of Brazilian cities is causing considerable negative environmental impacts. This damage has caused changes to the environment and therefore to climate. The most visible expression of this change is increase in air temperature, evidenced by the phenomenon of the urban heat island. Only in recent years has greater attention been focused on microclimatic factors in urban planning, particularly those affecting small and medium businesses. This study aims to assess the impact of different spatial arrangements on the formation of urban microclimates. The first part presents general considerations about the influence of urban form, the relevance of the research and its objectives. The second part is the theoretical base discussing the elements of climate, climate classification, the influence of the built environment and a vegetation on the urban climate. The methodology was based on analysis and preparation of maps of the study area, allowing the characterization of the place of study, the campus of the Federal University of Santa Catarina considered as a model of small urban area. After the development the cartographic base, specific points were selected for obtaining survey data. To monitor hygrothermic conditions relative to measures of temperature and relative humidity, acquisition of data was conducted with the help of electronic equipment HOBO H8. Information obtained through the monitoring of points and the resulting maps produced a basis for evaluating the effect of vegetation on built environments as a mitigation element of urban climate. The maps also contributed to understanding of the influence of built environment on urban microclimate. A dendrogram that allowed the organization of the data observed in similar units was used for data analysis, thus allowing the visualization of similarities between samples. There was also a regression analysis which correlated the parameters of land use with data on temperature and atmospheric humidity obtained by the monitoring. The results showed a strong influence of the built environment on the thermal variation of the study area, in addition to affecting the built up area, the most influential variable. However it should be noted that due to the complexity presented by the urban environment, these climatic environments can not be explained in isolation; it is more appropriate to use the combination of these variables.

Key word: Architecture, City Planning, Urban Microclimate, Urban Form, Vegetation

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1: Mapa conceitual do trabalho.....	6
--	---

Capítulo 2

Figura 2: Latitude. Solstícios para o Hemisfério Sul	10
Figura 3: Unidades climáticas do IBGE.....	13
Figura 4: Escala climática vertical na área urbana	15
Figura 5: Localização Ilha de Santa Catarina.....	18
Figura 6: Diagrama da trajetória solar para latitude de Florianópolis 27°30'	20
Figura 7: Cânion Urbano.....	23
Figura 8: Foto com lente olho de peixe e Fator de Visão do Céu (FVC)	23
Figura 9: Perfil da Ilha de Calor.....	25
Figura 10: Redução da temperatura sob grupamento arbóreo.....	29

Capítulo 3

Figura 11: Localização da área de estudo na Bacia do Itacorubi	39
Figura 12: Universidade Federal de Santa Catarina	40
Figura 13: Área de influência captada pelo sensor.....	46
Figura 14: Localização dos pontos de medição.....	47
Figura 15: Bosque do Planetário	48
Figura 16: Centro de Filosofia e Ciências Humanas	48
Figura 17: Centro de Comunicação e Expressão.....	49
Figura 18: Centro de Ciências Jurídicas.....	49
Figura 19: Refeitório	50
Figura 20: Praça da Cidadania	50
Figura 21: Biblioteca Central	51
Figura 22: Educação Física	51
Figura 23: Centro Tecnológico	52
Figura 24: Imagem aérea do ponto 5.....	53
Figura 25: Ocupação do solo no ponto 5.....	53
Figura 26: Imagem do local em projeção eqüidistante e área desobstruída.....	54
Figura 27: Weather Station Vantage Pro.....	55
Figura 28: Localização da Estação Vantage Pro	56
Figura 29: Hobo	57
Figura 30: Hobo Shuttle Data Transporter	57
Figura 31: Aferição dos sensores Hobo	58

Figura 32: Abrigo Meteorológico	59
Figura 33: Dendrograma	60

Capítulo 4

Figura 34: Diagrama solar com os valores de radiação	63
Figura 35: Temperatura do ar e Umidade Relativa 6:00h.....	66
Figura 36: Temperatura do ar e Umidade Relativa 9:00h.....	67
Figura 37: Temperatura do ar e Umidade Relativa 12:00h.....	67
Figura 38: Temperatura do ar e Umidade Relativa 15:00h.....	67
Figura 39: Temperatura do ar e Umidade Relativa 18:00h.....	69
Figura 40: Temperatura do ar e Umidade Relativa 6:00h.....	68
Figura 41: Temperatura do ar e Umidade Relativa 9:00h.....	69
Figura 42: Temperatura do ar e Umidade Relativa 12:00h.....	70
Figura 43: Temperatura do ar e Umidade Relativa 15:00h.....	70
Figura 44: Temperatura do ar e Umidade Relativa 18:00h.....	70
Figura 45: Tipo de recobrimento do solo.....	72
Figura 46: Gabarito das edificações.....	74
Figura 47: Bosque	75
Figura 48: Centro de Filosofia e Ciências Humanas.....	75
Figura 49: Centro de Comunicação e Expressão	75
Figura 50: Centro de Ciências Jurídicas.....	76
Figura 51: Restaurante Universitário	76
Figura 52: Praça da Cidadania	76
Figura 53: Biblioteca Central.....	76
Figura 54: Educação Física	77
Figura 55: Centro Tecnológico – Orientação Oeste.....	77
Figura 56: Centro Tecnológico – Orientação Norte.....	77

LISTA DE QUADROS

Capítulo 2

Quadro 1: Organização das escalas espacial e temporal do clima	14
Quadro 2: Classificação climática de Köppen em vermelho - Florianópolis	21

Capítulo 3

Quadro 3: Evolução do espaço construído da UFSC	40
Quadro 4: Tipo de superfície identificada	52

Capítulo 4

Quadro 5: Índices levantados, em %, na elipse de cada ponto de medição	71
Quadro 6: Densidade construída, em %, na elipse por área amostral....	73
Quadro 7: Fator de Visão do Céu por ponto	78
Quadro 8: Equações de regressão linear múltipla para o período de verão.	83

Apêndice

Quadro B1: Equações de regressão linear múltipla para o período de verão	125
Quadro B 2: Equações de regressão linear múltipla para o período de inverno.....	127

LISTA DE TABELAS

Capítulo 3

Tabela 1: Relação para a padronização das medidas 58

Capítulo 4

Tabela 2: Medidas de temperatura e umidade relativa..... 66

Apêndice

Tabela A1: Dados de coleta de temperatura e umidade relativa no dia
02/03/2008 109

Tabela A2: Dados de coleta de temperatura e umidade relativa no dia
03/03/2008 113

Tabela A3: Dados de coleta de temperatura e umidade relativa no dia
02/09/2008 117

Tabela A4: Dados de coleta de temperatura e umidade relativa no dia
03/09/2008 121

LISTA DE GRÁFICOS

Capítulo 3

Gráfico 1: Ocupação do solo na UFSC	43
Gráfico 2: Densidade construída dos setores.....	45

Capítulo 4

Gráfico 3: Valores da Radiação solar	65
Gráfico 4: Dendrograma – Análise de agrupamento	79
Gráfico 5: Ocupação do solo – Agrupamento I	80
Gráfico 6: Ocupação do solo – Agrupamento II	80
Gráfico 7: Ocupação do solo – Agrupamento III	81
Gráfico 8: Ocupação do solo – Agrupamento IV	81
Gráfico 9: Ocupação do solo – Agrupamento V	82
Gráfico 10: Ocupação do solo – Agrupamento VI	82
Gráfico 11: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento I, no verão.	84
Gráfico 12: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento II, no verão.	85
Gráfico 13: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento III, no verão.	85
Gráfico 14: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento IV, no verão.	86
Gráfico 15: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento V, no verão.	87
Gráfico 16: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento VI, no verão.	88
Gráfico 17: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento I, no inverno.	89
Gráfico 18: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento II, no inverno.	90
Gráfico 19: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento III, no inverno.	91
Gráfico 20: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento IV, no inverno.	92
Gráfico 21: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento V, no inverno.	92
Gráfico 22: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento VI, no inverno.	93

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE GRÁFICOS.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1. Colocação do problema.....	2
1.2. Justificativa e relevância do estudo proposto.....	3
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1. Geral.....	5
1.3.2. Específicos.....	5
1.4. Estrutura do trabalho.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1. Clima.....	8
2.1.1. Fatores e Elementos do Clima.....	9
2.1.2. Escalas do clima.....	13
2.1.3. Clima Urbano.....	16
2.1.3.1. Origem.....	16
2.1.3.2. Conceito.....	17
2.1.4. Sítio Físico de Florianópolis.....	18
2.1.4.1. Clima de Florianópolis.....	19
2.2. Forma Urbana x Microclima.....	22
2.2.1. Densidade construída e ocupação do solo.....	22
2.2.2. Recobrimento do solo.....	25
2.2.3. Orientação.....	26
2.3. A Influência da Vegetação no Ambiente Urbano.....	27
2.4. Formas de análises do clima urbano.....	31
2.5. Considerações finais.....	34
3. METODOLOGIA.....	36
3.1. Localização geral da área de estudo.....	36
3.1.1. Universidade Federal de Santa Catarina.....	37
3.1.2. Sítio físico da UFSC.....	39
3.2. Planejamento experimental para a pesquisa de campo.....	45
3.2.1. Ambiente de medição.....	45
3.3. Método para análise da ocupação.....	52
3.3.1. Índice de ocupação.....	52
3.3.2. Determinação da densidade construída.....	53

3.3.3.	O Fator de Visão do Céu.....	53
3.4.	Método para a coleta das variáveis climáticas da área de estudo.....	54
3.4.1.	Instrumentos utilizados para o monitoramento	55
3.4.2.	Testes dos equipamentos e incertezas experimentais	57
3.4.3.	Ferramentas complementares utilizadas	59
3.4.4.	Abriço meteorológico	59
3.5.	Análise dos dados	60
3.6.	Considerações finais	61
4.	RESULTADOS: ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	63
4.1.	Resultados da coleta de dados das variáveis climáticas.....	63
4.2.	Resultados do Trabalho de Campo: tendência do campo térmico da área de estudo	66
4.3.	Resultados do levantamento dos diferentes recobrimentos do solo e suas respectivas porcentagens.....	71
4.4.	Densidade Construída.....	73
4.5.	Fator de Visão do Céu	75
4.6.	Integração dos Resultados	78
4.7.	Considerações finais.....	93
5.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
5.1.	Recomendações Finais	98
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
	APÊNDICES	108

Capítulo 1

Introdução

1 INTRODUÇÃO

“A vegetação nativa e as irregularidades naturais da topografia são destruídas pela negligência, ambição e pela falta de idéias, porque o construtor medíocre considera o solo como uma função comercial da qual ele se sente autorizado a retirar o máximo de lucro”

W. Gropius

1.1. Colocação do problema

Há algum tempo, o ser humano vem trocando o meio rural pelo meio urbano. As cidades vêm crescendo, na maioria das vezes, de forma muito rápida e desordenada, sem um planejamento adequado de ocupação, provocam vários problemas que interferem na qualidade de vida.

Este crescimento desordenado das cidades, principalmente os grandes centros, causa sérios danos, tanto no ambiente natural quanto no construído. Tal situação aponta para a necessidade de revisão do modelo de cidade e dos processos de planejamento e projeto urbano (ASSIS, 2006).

Segundo estudos realizados pelo Fundo da População das Nações Unidas (UNFPA, 2007), a maioria da população que vive hoje no meio urbano está submetida a condições de insalubridade que interferem diretamente no bem-estar delas.

Concomitantemente, o crescimento das cidades resulta na abertura de novas áreas que atendam a demanda dos novos habitantes e que acabam provocando uma redução no percentual de cobertura vegetal.

Neste ambiente, o balanço de energia sofre intensas alterações, resultantes da impermeabilização do solo e conseqüentemente o aquecimento da temperatura do ar, transformando as cidades em verdadeiras Ilhas de Calor (IC).¹

Estas alterações climáticas trazem consigo, em um ritmo cada vez mais acelerado, problemas ainda mais graves, tais como desconforto, aumento do estresse térmico e do consumo de energia para condicionamento artificial, conforme observado por Taha *et. al.* (1988) e Rosenfeld *et. al.* (1995).

¹ Ilha de Calor é o fenômeno que ocorre nas cidades, onde a temperatura nas áreas centrais é mais alta em comparação com as zonas periféricas ou rurais, ocorrem especialmente em noites calmas e sem nuvens (KATZSCHNER, 2007)

Segundo Hough (1998), o condicionamento artificial dos edifícios teve efeitos marcantes nas cidades modernas. A vida urbana transformou-se em uma série de experiências condicionadas artificialmente, com moradia, espaços de trabalho e veículos isolados do exterior.

Duarte (2000) ressalta a importância do sombreamento para os espaços externos como meio de proteção contra a radiação solar que promove um grande efeito na redução do estresse térmico. A valorização dos espaços abertos e das áreas verdes dentro do planejamento das zonas urbanas constitui um componente essencial no desenvolvimento destas áreas, e embora a eficácia destes espaços na amenização da ilha de calor urbano esteja estabelecida, algumas barreiras ainda persistem, tais como, conflitos de interesses, economia e a falta de conhecimento.

Neste contexto, a inserção de estudos sobre a climatologia urbana no planejamento das cidades, principalmente as de pequeno e médio porte, permitem a obtenção de um ordenamento do uso e ocupação do solo, com a definição das áreas adensáveis e não adensáveis, áreas verdes a serem protegidas, ampliadas ou criadas, bem como para a análise da localização dos distritos industriais (ASSIS, 2007).

1.2. Justificativa e relevância do estudo proposto

Até a primeira metade do século XIX, as cidades eram essencialmente um centro político-administrativo e um centro de comércio, constituindo-se numa unidade espacial bem definida pelos seus limites físicos. Porém, a partir da revolução industrial tem-se a primeira grande ruptura na morfologia tradicional.² As cidades passam a expandir-se dando origem a ocupações dispersas e à indefinição dos perímetros urbanos, exibindo assim, uma nova realidade geográfica (LAMAS, 2000).

Desde então, o acelerado processo de urbanização tem sido responsável pelas diversas transformações que vêm ocorrendo nas estruturas sociais e ambientais. O estabelecimento destas novas relações impõe uma nova dinâmica às cidades, que por sua vez, causam alterações na forma de ocupação do solo e na paisagem.

² Segundo LAMAS (2000), com a ruptura morfológica que se processa no século XIX é de dimensão, escala e forma geral da cidade, onde esta deixa de ser uma entidade física delimitada para se alastrar pelo território, dando origem ao aparecimento de ocupações dispersas e à indefinição dos perímetros urbanos.

O aumento de áreas construídas, o adensamento populacional e a desordenada ocupação do solo urbano, associados à redução de espaços verdes intra-urbano e à poluição atmosférica, têm provocado alterações microclimáticas nas cidades. Segundo Duarte (2000), as consequências geradas pela redução da vegetação urbana são: enchentes, aquecimento das superfícies urbanas, baixa qualidade do ar, além do aumento do efeito da ilha de calor.

Chang *et. al.* (2007) afirma que embora a eficácia no aumento dos espaços verdes em aliviar o efeito da ilha de calor urbana esteja estabelecida, existem poucas informações disponíveis para as condições microclimáticas de pequenas áreas verdes, assim como para aquelas que considerem quais tipos de áreas verdes³ melhor mitigam o calor urbano.

Devido ao fato da maioria das pesquisas sobre clima urbano serem executados na escala da cidade, poucos estudos se baseiam no detalhamento prévio das diferenças do sítio e do uso do solo urbano e que, segundo Monteiro (2003), são essenciais para a compreensão da formação do microclima urbano.

Ainda segundo Monteiro e Mendonça (2003), as condições climáticas intra-urbanas, derivadas diretamente da heterogeneidade, tanto do sítio quanto da estruturação, morfologia e funcionalidades urbanas, geram bolsões climáticos intra-urbanos, ilhas de calor, cool island⁴, microclimas urbanos que necessitam de estudos.

É sob esse contexto que se destaca também a importância das áreas verdes e sua influência no microclima urbano, e a mitigação dos efeitos prejudiciais da urbanização, tais como enchentes, aquecimento das superfícies urbanas, baixa qualidade do ar, além do aumento do efeito da ilha de calor urbana

³ Locais onde há o predomínio de vegetação arbórea, englobando as praças, os jardins públicos e os parques urbanos. Atingem seus objetivos mais amplos quando arborizadas, total ou parcialmente (FERRARI, 2004).

⁴ Fenômeno que ocorre dentro de um ambiente mais quente e seco das cidades e esta intimamente ligado à ação das áreas verdes, tais como parques, praças

1.3. Objetivos

1.3.1. Geral

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o impacto do ambiente construído do campus da Universidade Federal de Santa Catarina sobre a modificação do microclima.

1.3.2. Específicos

- Caracterizar a ocupação urbana da área objeto de estudo;
- Caracterizar o microclima em diferentes locais do objeto de estudo;
- Estabelecer as relações existentes entre padrões de ocupação do solo com o microclima urbano;

1.4. Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em quatro capítulos. A primeira parte introduz o trabalho e apresenta as considerações gerais sobre o estudo, a relevância do tema da pesquisa e seus objetivos.

O segundo capítulo é constituído pelo referencial teórico do trabalho. Apresenta-se um estudo sobre o clima, onde são abordados temas como os elementos climáticos que influenciam no clima, a classificação climática, a influência do ambiente construído sobre o clima e sobre a vegetação, sua estreita relação com o clima urbano.

O capítulo seguinte enfoca a metodologia utilizada, além das técnicas de coleta de dados desenvolvidas.

Os resultados constituem o quarto capítulo. Neste são apresentados os dados obtidos através do monitoramento de campo, juntamente com os valores registrados na estação Vantage Pro 2. A figura 1 a seguir apresenta o mapa conceitual do trabalho.

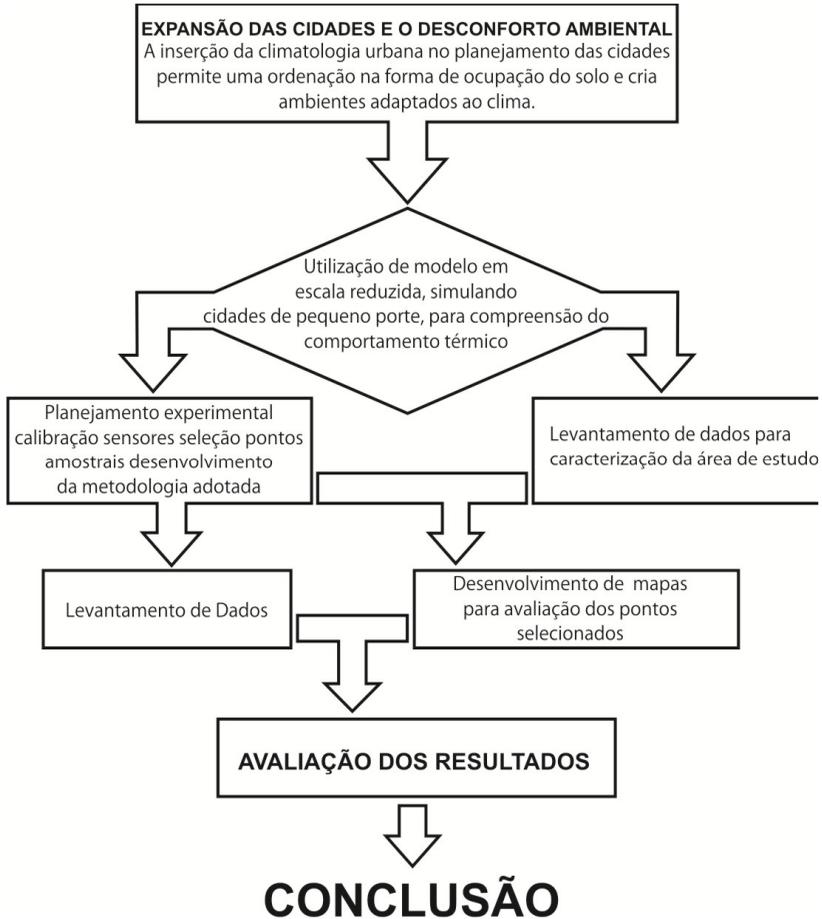


FIGURA 1: Mapa conceitual do trabalho

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O conhecimento da estruturação conceitual que dá sustentação ao desenvolvimento deste trabalho de pesquisa é de suma importância, sendo abordados temas que estão direta ou indiretamente relacionados, tais como: clima, elementos do clima, clima urbano, clima de Florianópolis, forma urbana, a influência da vegetação no ambiente urbano e formas de análise do clima urbano.

2.1. Clima

A Climatologia trata do estudo científico do clima, verificando os padrões de comportamento da atmosfera em suas inter-relações com as atividades humanas e com as superfícies do planeta durante um longo período de tempo.

Segundo Conti, (2001), muitas foram as definições de clima, ao longo do último meio século. Porém, para se chegar às concepções metodológicas atuais, as várias teorias desenvolvidas foram classificadas em duas correntes de pensamento: a Separatista ou clássica e a Dinâmica.

A climatologia clássica descreve o clima como sendo o conjunto dos fenômenos atmosféricos que caracterizam a condição média da atmosfera em cada lugar da terra. Segundo Monteiro (1991), Cunha e Vecchia (2007), esta definição sugere a idéia de uma atmosfera estática, essencialmente descritiva, na qual a conexão entre os elementos e fatores climáticos é desconsiderada e a distancia do trato da realidade, apresentando assim, um caráter pouco prático e insuficiente para as pesquisas climatológicas (BARBOSA, 2005).

Contraopondo-se às definições clássicas que enfatizavam a caracterização das condições médias da atmosfera, Sorre⁵, em 1934, propõe a reformulação conceitual de clima, na qual procura evidenciar o caráter dinâmico do clima e introduz a idéia de variação e ritmo⁶.

Segundo Carvalho (2001), com a introdução do conceito de ritmo à definição de clima, ela adquire impulso e passa a considerar o tempo real e não mais as médias, que mascaravam a realidade.

⁵ SORRE, Maximilien. (1951). *Les Fondements de la Géographie Humaine*. Paris: Armand Colin.

⁶ Dinâmica climática, que se repete em intervalos regulares (estação do ano) ou não (eventos anômalos – disritmias), no conjunto fluente (atmosfera) e sua interação com outras esferas (biosfera, hidrosfera, antroposfera)

2.1.1. Fatores e Elementos do Clima

Com o objetivo de melhor compreender os diferentes climas existentes no planeta, os estudos climatológicos são estruturados de forma a evidenciar os elementos e fatores do clima.

Entretanto, embora seja freqüente considerar os elementos à parte dos fatores climáticos, não se deve tomar com rigidez essa divisão, uma vez que os primeiros agem entre si de forma significativa, podendo, eventualmente, um elemento ser ativo no controle de outro (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Segundo Vianello e Alves (1991), os estudos climatológicos são embasados na quantificação e análise detalhada da interação dos elementos climáticos com os fatores do clima e, dependendo da análise climática que se pretende realizar, faz-se necessário compreender os princípios básicos que regem a ação dos fatores sobre os elementos e a relação dos fatores entre si.

Os fatores climáticos são aqueles agentes responsáveis pela heterogeneidade climática da Terra, pois provocam irregularidades na distribuição dos elementos. Tais agentes são: latitude, topografia (relevo e altitude), maritimidade, continentalidade e a vegetação (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A latitude é o fator mais relevante no meio, pois este influenciará o ângulo de incidência da radiação solar (Fig. 2), alterando, conseqüentemente, a quantidade de energia solar recebida em cada local (VASCONCELLO, 2006). Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), quanto mais perpendicularmente incidir um feixe de raios solares, menor será a área de superfície por ele atingido, conseqüentemente, maior será a concentração de energia por unidade de área.

Como a transferência de energia da superfície para o ar é o principal responsável pelo aquecimento do mesmo, o seu aquecimento se dará na mesma proporção da intensidade de energia absorvida na superfície.

22/12: Solstício de verão (Hemisfério Sul)

22/06: Solstício de inverno (Hemisfério Sul)

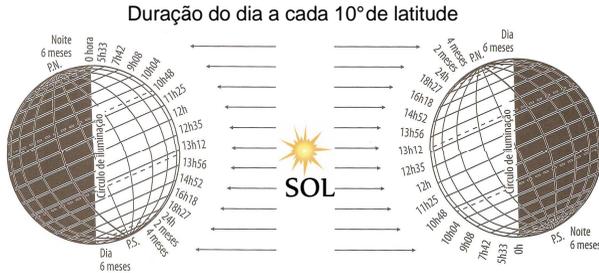


FIGURA 2: Latitude. Solstícios para o Hemisfério Sul.

Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007)

A topografia do sítio é um importante atributo de definição da forma urbana. Em decorrência da variação da sua forma, declividade e orientação de suas vertentes a topografia caracteriza-se como um importante fator responsável pela diversificação dos padrões climáticos.

O relevo é o resultado da diferença vertical relativa (altura) entre vários pontos contidos numa área específica. As zonas com relevo plano ou acidentado podem acontecer tanto nas grandes altitudes quanto abaixo do nível do mar.

As formas naturais do relevo bem como as artificiais, introduzidas pelo ser humano sobre a superfície interferem tanto no período de duração do sol quanto no ângulo de incidência solar o que pode acarretar em uma redução na quantidade de radiação recebida pela superfície. Assim, dependendo da trajetória solar e da orientação do relevo, as vertentes podem estar expostas a condições de radiação direta ou sombra, originando ambientes aquecidos e mais secos ou mais frios e úmidos, respectivamente. Da mesma forma, nas cidades, áreas densamente ocupadas e verticalizadas deverão receber menos radiação na superfície do solo urbano e maior incidência sobre as coberturas (BARBUGLI, 2004).

A altitude é o resultado da diferença vertical entre um ponto de referência, normalmente em relação ao nível do mar, e outro ponto. É um dos fatores que exerce maior influência sobre a temperatura. Segundo Duarte (2000), as menores temperaturas do ar estão relacionadas às maiores altitudes e que, em média, para cada 100m a mais de altitude ocorre uma redução de 0,6 °C na temperatura, quando não há influência da superfície construída.

Outro fator que interfere de forma significativa na ação reguladora da temperatura e da umidade dos climas nas diversas regiões da terra é a presença dos continentes e oceanos, continentalidade e maritimidade, respectivamente.

O aquecimento diferenciado que se verifica entre os oceanos e a superfície dos continentes ocorre devido à maior capacidade que as massas de água possuem em reter calor, favorecendo, assim, a redução das amplitudes térmicas diárias.

Assim como a maritimidade, o efeito da continentalidade sobre os climas se manifesta especialmente na temperatura e na umidade. Segundo Frota e Schiffer (2001), devido à ausência dos efeitos amenizadores dos oceanos, os locais situados no hemisfério norte apresentaram invernos mais frios e verões mais quentes. Isto ocorre devido ao fato das superfícies continentais se aquecerem e resfriarem de forma mais rápida e com menor participação da umidade do ar, ao contrário do hemisfério sul, que possui grandes extensões oceânicas que são afetadas mais lentamente que a superfície dos continentes.

Os elementos do clima, que influenciam diretamente no conforto ambiental são: radiação solar, temperatura do ar, umidade, velocidade e direção do vento (ASSIS, 1990).

A radiação solar possui um efeito dominante no clima, constituindo-se em uma fonte fundamental de energia do ciclo hidrológico na biosfera, influenciando, de forma determinante, o comportamento do meio ambiente em todas as escalas climáticas. Ela é transmitida pelo sol sob a forma de ondas eletromagnéticas curtas, que ao atravessar a atmosfera, sofre os fenômenos de reflexão, difusão e absorção, que condicionam a intensidade da radiação, que irá incidir na superfície terrestre. A energia radiante incidente sobre a superfície terrestre altera o balanço de energia, que através dos processos físicos de convecção, condução e irradiação, aquecem tanto o ar e o solo, respectivamente, elevando a temperatura do ar local.

A temperatura constitui um dos elementos climáticos mais importantes para os seres vivos, além de ser um dos efeitos mais perceptíveis da radiação solar. Segundo Vianello e Alves (1991), a variação diária da temperatura do ar está diretamente relacionada com a chegada de energia solar e a conseqüente alteração no balanço energético.

O desconforto promovido pelas alterações da temperatura é o mais perceptível ao ser humano. Nos estudos sobre clima urbano, a temperatura é um dos aspectos mais investigados (ASSIS, 2007), pois as

alterações microclimáticas interferem diretamente nos valores da temperatura local.

A energia incidente e o coeficiente de absorção da superfície receptora, assim como, a condutividade e a capacidade térmica do solo, determinam a intensidade de transmissão do calor por condução, as perdas por evaporação, convecção e radiação.

A umidade do ar é proveniente da evaporação das águas dos oceanos, rios e superfície úmidas, além do processo de evapotranspiração das plantas. Pode ser expressa através da umidade absoluta e umidade relativa do ar.

A capacidade do ar em conter o vapor de água varia progressivamente com a temperatura do ar, conseqüentemente, a distribuição da quantidade de vapor de água misturado ao ar varia ao redor da terra, sendo mais elevado nas zonas equatoriais variando nas zonas tropicais e diminuindo nos pólos.

A umidade relativa varia ao longo das horas do dia e épocas do ano. Isto ocorre devido às mudanças diurnas e anuais na temperatura do ar, que determinam a capacidade potencial do ar em conter determinada quantidade de vapor d'água. Este, por sua vez, é distribuído sobre a superfície da terra pelos ventos.

De todos os elementos climáticos, as condições do vento são as mais alteradas devido à urbanização. A presença de edifícios atua sobre o vento como um escudo, aumentando a rugosidade da superfície, diminuindo a velocidade do vento e alterando a sua circulação natural. Contudo, ele é o elemento que pode ser controlado e modificado pelo desenho urbano.

As interações entre os elementos e fatores climáticos dão uma conotação regional aos climas, que tem sido classificado, de modo geral, em grandes grupos de acordo com suas características comuns (Fig. 3).

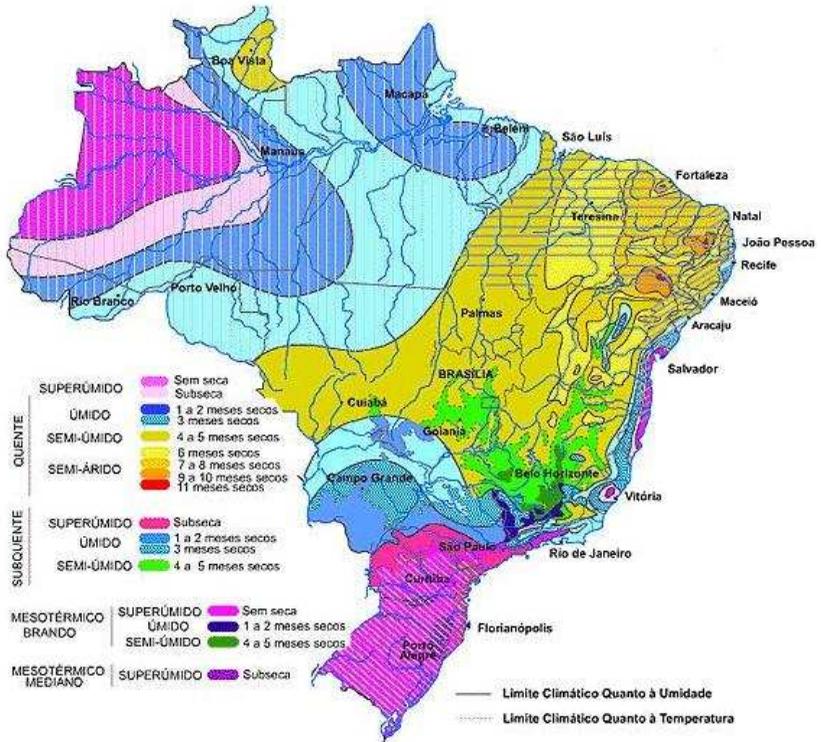


FIGURA 3: Unidades climáticas do IBGE
Fonte: IBGE, Mapa Brasil Climas (2008)

Escalas do clima

“A escala de estudo de todo e qualquer objeto que se quer investigar conduz à delimitação da sua dimensão.”

Mendonça e Danni-Oliveira

Nas pesquisas relacionadas ao clima urbano a escolha da escala de abordagem é de fundamental importância, uma vez que, a definição da mesma impõe-se a todo estudo ligado a esse ramo do conhecimento (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Nas diversas abordagens sobre a grandeza do clima, nota-se uma grande variação, tanto do ponto de vista da nomenclatura para as diferentes dimensões climáticas quanto para a extensão dos fenômenos característicos das mesmas.

Embora os extremos da escala climática, Macroclima e Microclima, estejam claros para a maioria dos autores, o mesmo não acontece com as divisões intermediárias havendo inclusive superposição delas (OKE, 1978).

A estratificação do clima mostra-se necessária, pois possibilita distinguir o comportamento do clima em função de sua área de abrangência espacial (extensão) e temporal (duração). Este escalonamento permite a seleção de métodos e técnicas, que permitiram a obtenção desde os dados até sua a representação gráfica.

Oke (2004) estrutura a escala climática a partir de uma abordagem meteorológica do clima. Este varia de acordo com o interesse do estudo e engloba a escala espacial, horizontal e vertical, e temporal. Na divisão proposta por Oke (2004), as escalas espaciais do clima são: Mesoclimática, Local e a Microclimática.

Porém, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), os termos empregados por Oke geram uma divergência entre os climatólogos e meteorologistas no tocante à questão da escala climática. O Quadro 1 apresenta a organização das escalas espacial e temporal do clima proposto pelos autores.

QUADRO 1: Organização das escalas espacial e temporal do clima

Ordem de Grandeza	Escala Horizontal	Escala Vertical	Temporalidade das Variações	Exemplificação
Macroclima	> 2.000 km	3 a 12 km	Algumas semanas a vários decênios	O globo, um hemisfério, oceano, continente
Mesoclima	2.000 km a 10 km	12 km a 100m	Várias horas e alguns dias	Região natural, montanhosa, metropolitana, cidade
Microclima	Alguns metros a 10 km	Abaixo de 100 m	De minutos a dia	Bosque, rua, Edificação/casa

Fonte: Adaptado de Mendonça e Danni-Oliveira (2007)

Neste trabalho, define-se microclima como resultado das variações climáticas decorrentes de um espaço de proporções reduzidas, onde os principais elementos climáticos (temperatura e umidade do ar, radiação, e velocidade do vento) sofrem influência direta do seu entorno: elemento geográfico (topografia), edificações (gabarito, ocupação), malha urbana, revestimentos, vegetação.

O nível mesoclimático é a interação da energia disponível para evaporação e formação dos campos de pressão e as características do meio terrestre. Diz respeito à influência da circulação atmosférica sobre toda a cidade e corresponde a uma distância horizontal maior que 10 km.

O nível macroclimático compreende áreas muito extensas da superfície terrestre, sendo influenciado pelos parâmetros climáticos globais. As zonas climáticas definidas desde os gregos e que são mais conhecidas são: tórrida, tropical, temperada, frígida e polar.

Além das diferenças escalares horizontais as superfícies urbanas apresentam uma variação vertical. Sendo assim, Oke (1978) com o objetivo de estudar a atmosfera que surge pela influência urbana, propõe a divisão camada de estudos do clima urbano em dois níveis. A primeira identificada como Urban Canopy Layer (UCL) - Camada Intra-Urbana, que se estende desde o solo até a altura média dos edifícios no recinto urbano e a segunda denominada Urban Boundary Layer (UBL) - Camada Limite Urbana (Fig. 4). Esta distinção introduzida por Oke é de extrema importância, uma vez que, delimita os fenômenos físicos subjacentes entre a atmosfera e o espaço urbano.

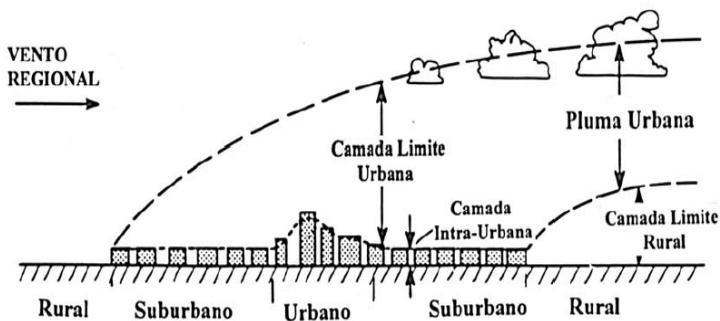


FIGURA 4: Escala climática vertical na área urbana.

Fonte: Oke (1978)

2.1.2. Clima Urbano

“The urban climate is a good weather phenomenon which shows its greatest development in calm air and cloudless sky.”

Helmut Landsberg

O conceito de clima urbano é tratado, por diversos autores, sob diferentes enfoques. Nesta seção faz-se uma breve referência aos estudos realizados sobre a climatologia urbana, procurando conceituar e identificar os principais elementos morfológicos urbanos que condicionam o clima da cidade.

2.1.2.1. Origem

A primeira referência sobre o clima urbano remete ao início da organização urbana, mais especificamente, a sociedade grega e romana. Hipócrates em sua obra intitulada “Ar, Água e Lugar” desenvolveu alguns conceitos sobre os efeitos do ambiente urbano sobre a saúde dos habitantes (GARCÍA, 1999).

Na Idade Média, a queima do carvão nas cidades mais importantes torna-se a primeira causa de contaminação do ar urbano. Londres, na era medieval, constitui o exemplo mais representativo neste sentido (LANDSBERG, 1981).

No Século XVII, iniciam-se as observações meteorológicas realizadas através de um conjunto de instrumentos, onde foi possível obter uma série de medições regulares e sistemáticas que permitiram detectar em algumas cidades, as alterações geradas pelo crescimento das mesmas nas condições iniciais do clima.

Entretanto, o primeiro estudo sobre o clima urbano surge em 1833, em Londres, quando o químico Luke Howard realizou um trabalho sobre a contaminação do ar e descobriu a ocorrência de temperaturas mais elevadas no centro da cidade em relação às áreas rurais circunvizinhas. Essas alterações encontradas foram frutos da poluição produzida pela queima de carvão, que provocava o aumento na temperatura da cidade. A diferença térmica verificada entre a cidade e o entorno foi de 2,2°F (LANDSBERG, 1981).

Porém, a origem da Climatologia Urbana moderna, como conhecida hoje, data do início do Século XIX, quando Wilhelm Schimidt iniciou estudos micrometeorológicos sobre o clima de Viena. Foi a partir da utilização de veículos automotores para a obtenção de

dados meteorológicos em diversos pontos na cidade e em seus arredores que possibilitaram desenvolver uma investigação sistemática da fenomenologia e da causa das diferenças térmicas e, assim, estabelecer perfis térmicos detalhados e a delimitação de isolinhas térmicas que reflete a distribuição térmica espacial (GARCÍA, 1999), procedimentos bastante utilizados nos recentes estudos do clima urbano.

2.1.2.2. Conceito

Como citado anteriormente, a partir da definição proposta por Sorre de que “o clima é a série dos estados atmosféricos acima de um lugar, em sua sucessão habitual”, Monteiro (2003), aponta a idéia do caráter dinâmico e variado do clima e o define como sendo o resultado do processo de transformação de um dado espaço terrestre e sua urbanização através da introdução de novos materiais que alteram o balanço hídrico e energético (OKE, 1978; GARCÍA, 1999).

Para Oke (1978), o clima urbano é a modificação do clima local, resultado de condições particulares do meio ambiente urbano, seja pela rugosidade do tecido urbano, ocupação, permeabilidade ou pelas propriedades térmicas dos materiais que o compõem.

Segundo García (1999), o clima urbano é aquele próprio das cidades e áreas urbanas, correspondendo às características do clima original da região onde se assenta a cidade e modificadas localmente pela ação do ser humano. As principais características deste tipo de clima consistem em: aumento da temperatura, diminuição da umidade relativa, maior nebulosidade e precipitação, diminuição da velocidade do vento, aumento da turbulência.

Lombardo (1985) define o clima urbano como um mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre, na proximidade do solo, influências microclimáticas derivadas dos espaços intra-urbanos.

Porém, Landsberg (1981) salienta que os efeitos microclimáticos que influenciam as condições climáticas da camada inferior da atmosfera se manifestam somente em condições de ventos fracos e sem nuvens e que, em condições de ventos fortes, alta nebulosidade e chuva a influência gerada pela cidade sobre o clima são, em grande parte, suprimidas.

Entretanto, segundo Barbugli (2004), estas modificações no clima urbano não ocorrem de maneira homogênea, uma vez que, a ocupação da cidade ocorre de forma desordenada e heterogênea.

2.1.3. Sítio Físico de Florianópolis

O município de Florianópolis compreende toda a Ilha de Santa Catarina e incorpora, ainda, uma pequena porção do continente, que se alonga na faixa central do litoral catarinense limitando-se com o município de São José (OLIVEIRA e HERRMANN, 2001). A Ilha de Santa Catarina fica situada nas médias latitudes, entre os paralelos 27°10' e 27°50' de latitude sul e entre os meridianos 48°25' e 48°35' de longitude oeste, e encontra-se no nível do mar.

A Ilha de Santa Catarina tem a forma alongada, paralela ao continente, com 54 km de extensão no sentido norte/sul por 18 km de largura (Fig. 5). Possui uma costa bastante diversificada, com 172 km de orla marítima, onde encontram-se 42 praias, inúmeros costões, promontórios⁷, dunas, restingas, manguezais e montanhas, formando um rico cenário natural.

O relevo da Ilha apresenta uma morfologia descontínua, sendo formado por cristas montanhosas, com altitudes variando entre 400 a 540 m e por elevações variadas com altitudes inferiores, intercalados de pequenas planícies. O ponto mais alto fica localizado no Morro do Ribeirão da Ilha, com 532 metros de altitude (PMF, 2008).

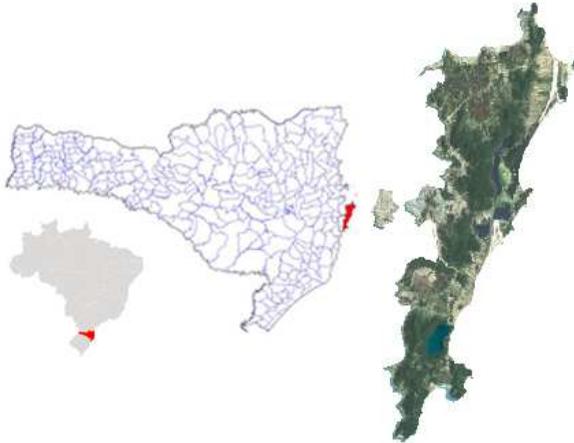


FIGURA 5: Localização Ilha de Santa Catarina

Fonte: Autor

⁷ Porção de crosta terrestre, no litoral de um continente ou ilha, que avança para o mar, apresentando estreitamento da sua largura entre a terra e a sua extremidade.

2.1.3.1. Clima de Florianópolis

De acordo com o 8º Distrito de Meteorologia, o clima de Florianópolis, segundo a classificação de Köppen (Quadro 02), pertence ao tipo fundamental Cf e a variedade específica Cfa, ou seja, clima mesotérmico úmido, com chuvas bem distribuídas todo o ano (GAPLAN, 1996). A temperatura média oscila entre 18 e 15°C no inverno e entre 24 e 26°C no verão, sendo a média anual de 20,3°C, fevereiro o mês mais quente, com a média mensal de 24,3°C e julho o mês mais frio, com uma média de 16,5°C (GOULART, 1993).

O valor médio da insolação é de 2026 horas, representando 46% do total possível (DUTRA, 1998), sendo que, o horário de ocorrência das temperaturas máximas diárias ocorre entre 13:00 e 14:00 h, e as mínimas diárias é entre 5:00 h. e 7:00 h.

A amplitude térmica anual, diferença entre as temperaturas médias máximas e mínimas, é pequena devido à proximidade do mar, que gera uma circulação local com a formação das brisas terrestres e marítimas (LISBOA, 1996). As menores amplitudes térmicas diárias ocorreram no mês de setembro com 6,9°C, enquanto as maiores amplitudes ocorreram no mês de maio com 8,9°C. O valor mínimo absoluto da amplitude térmica foi registrado no mês de novembro, com 0°C, enquanto julho apresentou o maior valor com 18°C.

Em relação à velocidade e direção dos ventos, devido à atuação das massas de ar quente, caracterizada pela Massa tropical atlântica (MTA) e Massa tropical continental (MTC) a direção predominante ocorre no quadrante norte. O vento sul apresenta as maiores velocidades, com rajadas de aproximadamente 80 km/h, sempre associados à atuação da Massa polar (MP) transportada por ventos frios e úmidos desde o quadrante sul (DUTRA, 1998).

A precipitação é bastante significativa, aproximadamente 1500 mm/ano, não existindo estação seca. No verão, geralmente são registrados os maiores índices pluviométricos. A umidade relativa do ar é alta, com média anual em torno de 82%, sendo a média mensal mínima de 80% em novembro e dezembro e a máxima 84% no inverno, em julho (GOULART, 1993). A taxa média anual de evaporação é de 1019 mm.

Em relação à radiação solar, o ganho de calor varia de acordo com a trajetória do sol na abóbada celeste, sendo que esta é influenciada pela latitude do lugar. Quanto maior for a latitude menor será a variação do ângulo de incidência dos raios que atingem a superfície, variando consequentemente, a intensidade dos mesmos.

Para Florianópolis, o diagrama solar (FIGURA 6), demonstra a trajetória do sol nos doze meses do ano. Pode-se observar a diferença da trajetória do sol no verão, que estende-se muito mais e por mais tempo em relação à do inverno.

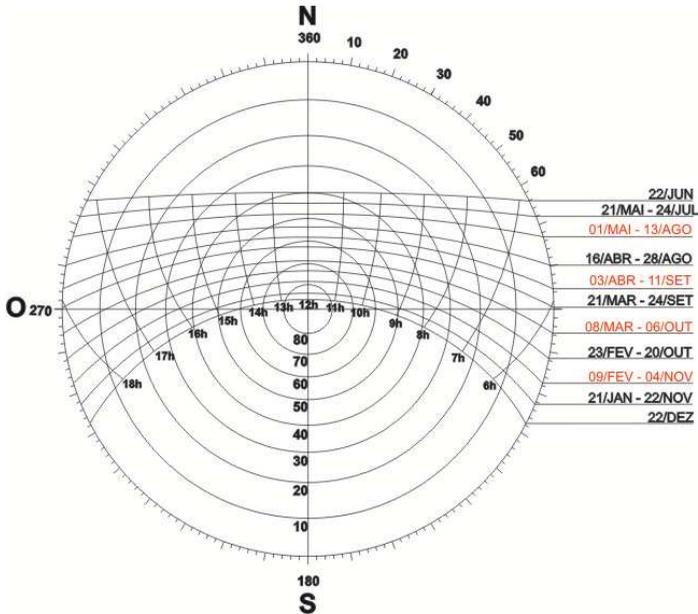


FIGURA 6: Diagrama da trajetória solar para latitude de Florianópolis 27°30'.

Fonte: Adaptado de Cartana (2006)

QUADRO 2: Classificação climática de Köppen em vermelho - Florianópolis

Categoria Geral ou Domínio climático	Limites do Domínio	Precipitação	Regime Térmico	Notação
A Quente Tropical Chuvoso	Mês mais frio $T_{m} \geq 10^{\circ}\text{C}$	f: precipitação do mês mais seco ≥ 60 mm. m: precipitação do mês mais seco: $10-r/25 \leq 60$ mm (Tropical Monçônico) w: precipitação do mês mais seco $< 10-r/25$ (Savana Tropical)		Af Am Aw
		w: $r < 1/2$ do limite superior que caracteriza B (Deserto) s: $r > 1/2$ do limite superior que caracteriza B (Estepe Árido).	h: $T > 18^{\circ}\text{C}$ x: $T < 18^{\circ}\text{C}$	Bwh Bwx Bsh Bsx
		s: Precipitação no mês mais seco da metade mais quente do ano: $r < 40$ mm $r < 1/3r'$ w: Precipitação no mês mais seco da metade mais fria do ano: $r < 1/10r''$ f: Precipitação que não obedece critério de s nem ao de w	a: T_m (Mês mais quente) $\geq 22^{\circ}\text{C}$ b: t_m (4 meses mais quentes) $> 10^{\circ}\text{C}$ e $t_m < 22^{\circ}\text{C}$ c: t_m (1 a 3 meses) $> 10^{\circ}\text{C}$ e t_m (mês mais quente) $< 22^{\circ}\text{C}$	Csa Csb Csc Cwa Cwb Cwc Cfa Cfb Cfc
C Temperado de Inverno Suave	Mês mais quente: $T_m \geq 10^{\circ}\text{C}$ Mês mais frio: $0^{\circ}\text{C} < T_m < 18^{\circ}\text{C}$			
D Temperado de Invernos Rigorosos	Mês mais quente $T_m \geq 10^{\circ}\text{C}$	s: igual a C	a: igual a C	Dsa Dsb Dsc Dsd
	Mês mais frio $T_m \leq 10^{\circ}\text{C}$	w: igual a C	b: igual a C	Dwa Dwb Dwc Dwd

		f: igual a C	c: igual A C	Dfa Dfb Dfc Dfd
E Polar	Mês mais quente: $T_m < 10^\circ\text{C}$		d: T_m (mês mais frio) $< - 38^\circ\text{C}$ T: T_m (mês mais quente): $0^\circ\text{C} < T_m < 10^\circ\text{C}$ F: T_m (mês mais quente): $T_m \leq 0^\circ\text{C}$	ET EF
H Clima de Altura	Igual a E, mas devido a altitude		T: igual a E F: igual a E	HT HF

T: Temperatura média anual ($^\circ\text{C}$); T_m : Temperatura média do mês ($^\circ\text{C}$); r: Precipitação média anual (mm); r' Precipitação do mês mais úmido da metade mais fria do ano; r'': Precipitação do mês mais úmido da metade mais quente do ano.

Fonte: CEPAL *et. al.* (1980) adaptado por ASSIS (1990)

2.2. Forma Urbana x Microclima

A influência que as áreas urbanas e sua forma têm sobre o clima tem sido destacada por vários pesquisadores. Segundo Givoni (1998) os principais fatores dessas mudanças são a localização da cidade dentro da região, o tamanho das cidades, a densidade da área construída, a cobertura do solo, a orientação e largura das ruas, os efeitos de parques e áreas verdes.

2.2.1. Densidade construída e ocupação do solo

A pesquisa climatológica tem demonstrado que os processos atmosféricos urbanos estão diretamente ligados às características da cidade. Oke (1978), ao investigar os fatos que causam a formação da ilha de calor urbana, demonstrou que a geometria urbana e a propriedade térmica das superfícies são as características mais relevantes pela diferença no balanço de energia e nas taxas de resfriamento entre os meios urbano e rural.

Como descrito anteriormente, a geometria desempenha um importante papel na determinação climática de uma cidade. Ela é caracterizada pela repetição de um elemento chamado de cânion urbano, que é definido como um elemento tridimensional, formado por um espaço entre duas construções que restringem a visão do céu (Fig. 7) por onde a radiação solar direta e indireta entra durante o dia e a radiação infravermelha é irradiada à noite (OKE, 1978).

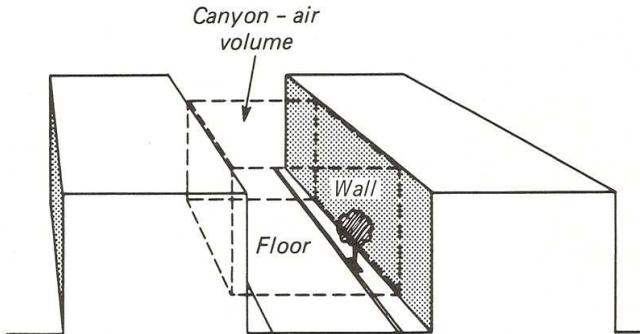


FIGURA 7: Cânion Urbano
Fonte: Oke (1978)

O Fator de Visão do Céu (FVC) é um parâmetro adimensional que indica uma relação geométrica entre a Terra e o céu e que representa uma estimativa entre a área de céu obstruída e a área total da abóbada celeste visível (Fig. 8a e 8b) (GOLDEN *et. al.*, 2007). Ele é representado por um valor entre 0 e 1. Quando os valores do FVC forem iguais a 1, isto indicará uma maior capacidade de visão do céu, enquanto que em locais com obstruções, tais como edifícios e árvores, o FVC tenderá a zero (CHAPMAN *et. al.*, 2001; OKE, 1978).

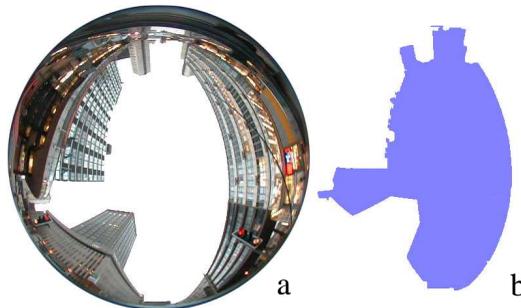


FIGURA 8: (a) Foto com lente olho de peixe; (b) Fator de Visão do Céu (FVC)
Fonte: CHAPMAN *et. al.* (2001)

Segundo Souza *et. al.* (2005) quanto mais obstruído é um local no meio urbano, menor é a capacidade de troca térmica por radiação o que, conseqüentemente, favorece a formação da ilha de calor nas áreas mais densamente construídas. Em estudo realizado na cidade de Bauru foram analisadas as relações entre o fator de visão do céu, a temperatura urbana e o consumo de energia, tendo sido constatada uma efetiva

relação entre essas variáveis. Dentre as faixas estudadas para o local em análise, latitude 22° e altitude 500 a 630 m, a que apresentou um FVC entre 70 e 80% representou a de melhor desempenho e consumo para o clima estudado (SOUZA *et. al.*, 2005).

A maioria dos estudos relacionados ao microclima urbano mostra que o centro da Ilha de Calor numa cidade está frequentemente localizada sobre a área central das cidades, caracterizada pela grande concentração de edifícios, redução da ventilação e pouca arborização.

Dentre os elementos da estrutura urbana que contribuem para a elevação da temperatura da cidade, Givoni (1998) destaca a densidade construída, por esta apresentar uma relação causal mais forte com o aquecimento urbano.

SANTANA (1997) verificou que, durante o dia, as temperaturas do ar mais elevadas foram registradas nas zonas de maior densidade de edificações, com sombreamento reduzido e pouca vegetação, embora as áreas verticalizadas tenham apresentado temperaturas mais amenas no período da manhã, por apresentar mais massa edificada, necessitando de mais tempo para se aquecer.

Lombardo (1985) verificou que os maiores gradientes de temperatura na cidade de São Paulo, ocorriam nas áreas mais verticalizadas e com pouca cobertura vegetal, resultando assim em uma diferença de até 10 °C entre o centro e a periferia.

Estudos realizados em Gotemburgo, Suécia, mostram uma baixa variação da temperatura do ar no centro da cidade. Segundo Eliasson (1996), as variações são mais perceptíveis em locais onde ocorre uma maior variação no uso do solo. Porém, a transição entre o centro e o parque situado a sudoeste da cidade mostrou uma redução da temperatura em 4°C, semelhante à diferença apresentada entre o urbano e o rural.

Shudo *et. al.* (1997) realizaram estudos na cidade de Hokkaido, situada no norte do Japão, relacionando a temperatura do ar com os tipos de uso do solo. Os resultados mostram que, cada tipo de ocupação do solo tem um efeito na temperatura, sendo mais perceptível no inverno do que no verão, possibilitando assim, sentir os efeitos do fenômeno da ilha de calor.

Coltri (2006) através de técnicas de sensoriamento remoto identificou as Ilhas de Calor do município de Piracicaba, SP. De posse dos dados da Estação Meteorológica da ESALQ/USP, foram correlacionados os principais elementos climáticos com as variáveis urbanas. Concluiu-se que há uma tendência de aumento mais acentuado da temperatura com o aumento da urbanização. Neste estudo identifica-

se que as ilhas de calor mais intensas no verão são representadas por locais com excesso de material de construção e pouca ou nenhuma área verde, sendo que a diferença superficial encontrada entre a área urbana e a rural ultrapassou 16°C no verão.

Para Sailor (1998) o aumento da refletância média do entorno e das áreas com cobertura vegetal pode produzir um impacto no clima, causando um efeito indireto para o resfriamento de toda a cidade. Os resultados indicaram uma redução das temperaturas nos horários de pico no verão em Los Angeles em mais de 1,3°C através da implementação de 14% na cobertura vegetal.

Segundo Giridharan *et. al.* (2006), durante o verão, áreas de 1000 m², que possuem até 30% de sua área coberta com vegetação com altura superior a 1m, têm uma pouca influência na redução da IC. Porém, áreas com cobertura vegetal acima de 30% e altura acima de 1m, produzem uma redução significativa na temperatura ar. Ainda segundo Girigharan, o aumento da área de cobertura com vegetação de 25% para 40% resulta em uma redução de 0,5 °C, indicando que, no verão, durante os dias de céu claro, a vegetação só terá um impacto significante quando houver uma grande densidade que possibilite um maior sombreamento e, conseqüentemente, diminuição da incidência de radiação solar.

Assis (1990) afirma que a relação entre a magnitude da ilha de calor e o tamanho da área urbanizada varia muito e que segundo Romero (2001), está compreendida entre três a cinco vezes a média da altura dos edifícios (Fig. 9).

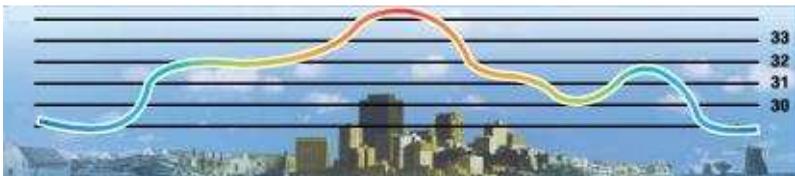


FIGURA 9: Perfil da Ilha de Calor

Fonte: Google imagens

2.2.2. Recobrimento do solo

O tipo de recobrimento do solo interfere diretamente no clima do lugar, uma vez que, ao impermeabilizar o solo são introduzidos novos materiais com diferentes propriedades térmicas dos elementos naturais, que acarreta na alteração da relação com o meio e conseqüentemente o microclima.

Segundo Avissar (1992), quando a área urbana é parcialmente coberta com vegetação, o gradiente no fluxo de calor latente e calor sensível entre as áreas urbana e rural é reduzido. Por exemplo, o aumento da cobertura vegetal de 0 (zero) para 100% reduz o gradiente do fluxo do calor sensível de, aproximadamente, 45 W.m^{-2} para 0 (zero) W.m^{-2} , aumentando conseqüentemente o calor latente.

Asaeda *et. al.* (1993) estudaram o fluxo de calor próximo à superfície do solo e demonstraram a importância da pavimentação na alteração da temperatura do ar para diferentes tipos de pavimentos como, asfalto, concreto e solo descoberto. Através de um modelo no qual a atmosfera foi dividida em camadas, foi observada uma maior absorção da radiação na camada próxima ao solo.

A análise demonstrou que os pavimentos asfálticos absorvem substancialmente maiores quantidades de radiação solar durante o dia, conservando assim a temperatura da superfície alta durante toda a noite, contribuindo desta forma, para o aquecimento do ar. Essa contribuição foi efetivamente maior que a proporcionada tanto pela superfície de concreto quanto a do solo descoberto.

Em estudo realizado por Huang *et. al.* (2008), foram selecionados quatro tipos de cobertura do solo para estudar o microclima urbano, sendo eles: superfície de concreto, bosques urbanos, áreas com presença de água e gramado.

Os resultados mostraram que o microclima destes quatro tipos de coberturas apresentaram diferenças de temperatura entre $0,5^{\circ}\text{C}$ e $3,5^{\circ}\text{C}$, sendo que, durante o dia, a temperatura do ar mensurada sobre o concreto apresentou o maior valor em relação ao gramado, áreas com presença de água e bosques urbanos, respectivamente. Durante a noite, a temperatura do ar do gramado se torna mais baixa. Comparada com a cobertura de concreto, os outros três tipos de cobertura do solo, apresentaram uma redução da temperatura do ar entre $0,2$ a $2,9^{\circ}\text{C}$.

2.2.3. Orientação

A orientação da malha urbana influencia diretamente o microclima, determinando uma maior ou menor exposição das estruturas urbanas aos elementos climáticos.

Shashua-Bar e Hoffman (2003) demonstraram através de estudos empíricos, que a orientação afeta a distribuição da insolação de pisos e paredes, e conseqüentemente a temperatura do ar da Camada Intra-Urbana (UCL).

Segundo Masmoudi e Mazouz (2004) a orientação Leste/Oeste (L/O) possui uma maior influência do que a orientação Norte/Sul (N/S), uma vez que, na orientação L/O, durante o verão, a intensidade de radiação solar incidente sobre a fachada Norte, calçada e rua é muito maior do que no inverno. Mascaró (2006), em estudo realizado na cidade de Porto Alegre, comprovou que o aquecimento dentro destes recintos pode variar em até 5°C, no verão.

Porém, em recintos com perfil semelhante ao anterior e que possuem vegetação ao longo da via, apresentam valores de temperatura de 1 a 3°C inferior à máxima registrada. Segundo Mascaró (2006), devido ao sombreamento promovido pela vegetação sobre as superfícies, estas receberam uma menor incidência de radiação, amenizando assim a temperatura do ar.

Segundo Ali-Toudert e Mayer (2006), a temperatura máxima do ar (T_{amax}) acontece no começo da tarde para cânions orientados de N/S e no fim de tarde de L/O que correspondem ao tempo de maior exposição solar das faces do cânion.

Apesar de desempenhar um importante papel na distribuição da temperatura dentro e ao redor do cânion, a orientação, não afeta tão significativamente na diminuição da temperatura quando a vegetação cobre as paredes e telhados (ALEXANDRI e JONES, 2008).

2.3. A Influência da Vegetação no Ambiente Urbano

Muito além de desempenhar apenas um papel estético na composição urbana, a vegetação possui inúmeras funções que podem contribuir de maneira efetiva na promoção e melhoria da qualidade ambiental das cidades.

A importância das áreas verdes em prover a melhora na qualidade do ar e amenização da temperatura, tem sido demonstrada em várias pesquisas (ASAEDA, 1996; AVISSAR, 1996; CA, ASAEDA, ABU, 1998; SHASHUA-BAR e HOFFMAN, 2000; DIMOUDI e NIKOPOULOU, 2003) uma vez que, a vegetação no ambiente urbano é uma das principais estratégias empregadas com o objetivo de amenizar os efeitos da ilha de calor urbana, sendo que, a vegetação exerce um importante papel na regularização do clima urbano.

Na questão do melhoramento climático, um dos usos mais propagados sobre a vegetação no ambiente urbano é seguramente, o controle da radiação solar (GREY e DENEKE, 1992). A aplicação mais imediata é o de prover sombra, porém, a vegetação possui efeitos na radiação solar que não são tão evidentes. Do total de energia solar que

incide nas plantas, 5 a 20%, aproximadamente, é absorvida para a fotossíntese, 5 a 20% é refletida, 20 a 40% utilizada para evapotranspiração, além de emitir 10 a 15% e transmitir 5 a 30% (SHAHIDAN, SALLEH e MUSTAFA, 2007).

Com o objetivo de analisar o efeito potencial da vegetação no ambiente térmico urbano, Avissar (1996) utilizando um modelo de simulação, demonstra que a vegetação pode afetar substancialmente o comportamento dos ventos, da temperatura, da umidade e o regime de precipitações nas áreas urbanas, podendo, quando utilizada no planejamento urbano, minimizar alguns dos efeitos antropogênicos⁸, tais como, poluição do ar, da água e o desconforto térmico, gerados pelo desenvolvimento destas áreas.

Segundo Yu e Hien (2006), a vegetação, geralmente parques, quando inseridos no meio urbano, além de promover a redução da temperatura do ar, funcionam como áreas de baixa temperatura se comparado ao restante da cidade e criando o chamado “efeito oásis”⁹, capaz de reduzir a temperatura do ar tanto em nível micro quanto macro. Segundo Spronken-Smith e Oke (1998) esse fenômeno também é conhecido como Park Cool Island (PCI).

Mascaró (2006) descreve que, sob grupamento arbóreo, a temperatura do ar é de 3 °C a 4 °C menor que nas áreas expostas à radiação solar. A diferença se acentua com a redução do deslocamento do ar entre as áreas ensolaradas e sombreadas e com o aumento do porte da vegetação. As várias camadas da copa ampliam a absorção da radiação solar e a estratificação da temperatura do ar sob a vegetação (Fig. 10) (GREY e DENEKE, 1992).

⁸ Efeitos antropogênicos são aqueles decorrentes de atividades humanas, em oposição a aqueles que ocorrem em ambientes naturais sem influência humana.

⁹ O “efeito oásis” é definida como a alteração microclimática condicionada pela presença de uma área vegetada que distingue-se de uma área sem vegetação.

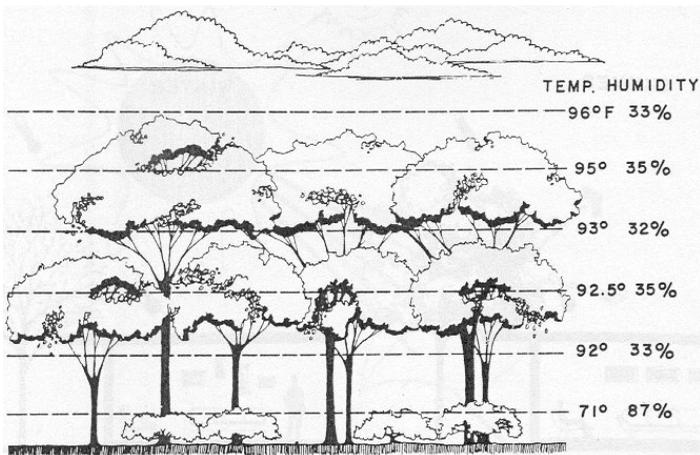


FIGURA 10: Redução da temperatura sob grupamento arbóreo.
Fonte: Grey e Deneke, 1992

Dimoundi e Nikolopoulou (2003) desenvolveram alguns parâmetros simplificados para descrever o microclima e o desempenho de diferentes ambientes urbanos. O foco principal é o efeito térmico proporcionado pela vegetação, assim como seus efeitos no acesso da radiação solar e da luz do dia. Através da análise realizada pelos autores foi constatado que a vegetação, além de melhorar o microclima urbano, reduz os efeitos da ilha de calor, reduzindo a temperatura do ar. Esse efeito é notado não somente dentro das áreas verdes, mas também a 1 Km além dos limites destas áreas, mais especificamente, na direção do vento.

No estudo realizado por Hoffman e Shashua-Bar (2000), em Tel-Aviv constatou-se que o efeito amenizador de pequenas áreas verdes pode ser sentido em um raio de até 100 metros além dos limites da mesma, sendo que, de acordo com Spronken-Smith e Oke (1998) a influência destes espaços está condicionada à característica destas áreas, como a sombra projetada pela vegetação, propriedade térmica do solo, temperatura do ar do entorno e a evapotranspiração (CHATZIDIMITRIOU, CHRISOMALLIDOU e YANNAS, 2006). Assim, para se obter um maior efeito no clima urbano, faz-se necessário a existência de vários pequenos parques.

Segundo Honjo *et. al.* (2003), Yu e Hien (2006), a influência de uma área verde se estende aproximadamente por 300 m quando a dimensão da área verde é de 100 m. Contudo, o alcance da área influenciada não passa de 400 m, mesmo quando a área verde possui

400 m de extensão. O melhor alcance obtido através das simulações do efeito arrefecedor da vegetação foi obtido quando a distância entre as áreas verdes era de 300 m.

Porém, Ca, Asaeda e Abu (1998) realizaram algumas medições de campo com o objetivo de determinar a influência de um parque na redução da temperatura do ar na área circunvizinha de Tama New Town, uma cidade no oeste de Tóquio. As observações indicaram que a vegetação altera significativamente o clima na cidade. Segundo Ca, Asaeda e Abu (1998) a temperatura medida no gramado do parque mostrou-se muito mais baixa em relação às medidas obtidas tanto no asfalto quanto na superfície de concreto. Simultaneamente, a temperatura do ar medida a uma altura de 1,2 m da superfície de grama foi 2 °C menor do que as medidas sobre as superfícies mais duras das áreas comerciais e de estacionamento. Parques com o tamanho de 0,6 km² podem reduzir a temperatura do ar em até 1,5 °C ao meio-dia, em uma área comercial a uma distância de 1 km situada a sotavento.

Experimentos realizados mostraram que o efeito arrefecedor dos parques ocorre devido à combinação do sombreamento e evapotranspiração, que proporcionam uma redução na temperatura do ar entre 1 e 2 °C nos parques, que variam entre 29 a 500 hectares. Raramente a diferença de temperatura entre o parque e a área urbana circundante supera 3 °C (CA *et. al.*, 1998; SHASHUA-BAR e HOFFMAN, 2000; SPRONKEN-SMITH e OKE, 1998). Porém, grandes diferenças térmicas de até 6 °C são relatadas em parques de Gotemburgo, Suécia (ELIASSON, 1996).

Akbari, Pomerantz e Taha (2001) através da análise de tendências de temperatura dos últimos 100 anos realizada nas grandes cidades dos Estados Unidos mostraram que, desde 1940, as temperaturas nas áreas urbanas destes grandes centros aumentaram entre de 0,5 a 3,0°C. Assim, segundo Akbari, Pomerantz e Taha (2001), estima-se que 5 a 10% da atual demanda energética é gasta para arrefecer edifícios de forma a compensar o aumento da temperatura de até 3,0°C nas zonas urbanas .

Como o desenvolvimento urbano normalmente conduz a uma redução da evaporação, principalmente devido à substituição da vegetação e a impermeabilização das superfícies, recomenda-se que as áreas verdes como hortos, parques, praças ou coberturas verdes sejam distribuídas, ao longo da cidade de forma a modificar o clima através da adição de uma maior quantidade de vapor d'água no ambiente, liberada na transpiração das plantas, e do bloqueio da radiação solar e da radiação refletida pelo entorno.

Segundo estudos do Heat Island Group do Lawrence Berkeley National Laboratory, da Califórnia, uma única árvore de grande porte em áreas irrigadas podem evapotranspirar até 151 litros de água em um único dia, possibilitando assim, afetar a temperatura do ar e conseqüentemente alterar o microclima do local. (ROSENFELD *et. al.* 1995).

IZARD & GUYOT (1983) citam que a umidade relativa aumenta em 5% devido à presença de áreas verdes. Porém, Barradas, Tejada-Martínez, e Jáuregui (1999) em uma série de medições realizadas em uma área de verde ao sul da Cidade do México, encontrou diferenças sazonais causadas, provavelmente, devido à fisiologia da planta e disponibilidade de água.

Ainda segundo Barradas, Tejada-Martínez, e Jáuregui (1999), uma área vegetada pode nem sempre ter impacto positivo nos ambientes, uma vez que, durante a estação seca ocorre uma diminuição na disponibilidade de água, acarretando uma diminuição na evapotranspiração, conseqüentemente, reduzindo o arrefecimento destes ambientes.

2.4. Formas de análises do clima urbano

Existe hoje uma grande variedade de equipamentos e metodologias sendo aplicadas nos estudos da climatologia urbana.

A elaboração do método de trabalho constitui uma etapa fundamental no processo de análise das características climáticas locais. Segundo Oke (2004), a coleta de dados, relativos ao clima urbano é extremamente complexa, pois as variáveis climáticas estão sujeitas a constantes alterações. Ainda segundo Oke (2004), apesar da heterogeneidade dos dados obtidos na cidade, é possível obter resultados válidos e representativos.

Katzschner *et. al.* (1997) propôs um método para o estudo do clima urbano, através da obtenção de dados nos recintos urbanos por meio da representação cartográfica das características locais através da sobreposição de mapas, que integram de forma quantitativa e qualitativamente as informações sobre topografia, uso do solo, altura das edificações, vegetação, bem como a indicação dos pontos, a época, o período para medição das variáveis ambientais.

Fontes e Mattos (1999) desenvolveram em São Carlos-SP, através da técnica das estações moveis uma análise das variações de temperatura do ar e sua correlação com alguns parâmetros da estrutura urbana, indicadores de uso e ocupação do solo e a altitude de cada ponto

de medição. Através da regressão linear entre as temperaturas médias do ar e os elementos da estrutura urbana, obteve-se uma maior correlação entre temperatura do ar e valores de altitude ($R=0,91\%$) e correlações menores entre temperatura e presença de vegetação e edificações. Entretanto, apesar da baixa correlação deste último, os resultados apresentaram uma tendência de aumento da temperatura com a redução da vegetação, somados ao aumento da densidade de ocupação.

Barbugli (2004) apresenta um método para mapear variáveis climáticas em zonas urbanas, por meio de uma série de estações de aquisição de dados fixas, sistemas eletrônicos Hobo. O monitoramento da temperatura foi realizado em diferentes tipologias de ocupação urbana da cidade de Araraquara-SP com diferente altimetria, densidade de ocupação, projeção da área construída, área de asfalto, área cimentada, proximidade de água e presença de vegetação. Para cada agrupamento, foram realizadas análises de regressão linear múltipla, buscando uma equação única que permitisse correlacionar as temperaturas e os parâmetros de ocupação de forma a permitir que fossem estimadas as temperaturas dos pontos não monitorados.

Carvalho (2006) verificou que existe uma correlação entre os atributos da morfologia urbana tais como: Fator de Visão do Céu (FVC), taxa de ocupação (TO), índice de aproveitamento (IA), distância em relação ao mar e gabarito com as variáveis climáticas, temperatura, ventilação, umidade relativa e insolação em João Pessoa, na Paraíba. Através da coleta de dados em vários pontos distribuídos pela cidade em três períodos do dia obteve-se coeficientes de correlação de aproximadamente 60%.

Gomes (2008) realizou uma análise do clima urbano de Montes Claros, cidade localizada no norte do estado de Minas Gerais. Através da correlação entre as variáveis climáticas, temperatura e umidade, e as urbanísticas, proporção de áreas permeáveis e impermeáveis, densidade construída, fator de forma e fator de visão de céu. Os resultados encontrados mostram uma correlação mais significativa para as três últimas variáveis. Gomes (2008) destaca que as correlações mais fortes foram obtidas no período noturno, o que evidencia a abordagem da Ilha de Calor como fenômeno noturno.

Mendonça (2003), em estudo realizado na cidade de Londrina, Paraná, desenvolveu uma metodologia de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. Através da metodologia proposta, busca-se identificar de maneira mais direta e detalhada os fatores responsáveis pela formação e dinâmica dos diferentes ambientes

climáticos intra-urbanos, permitindo o planejamento das novas áreas na cidade.

Para tanto, faz-se necessário quantificar tais elementos: edificação, pavimentação, grama e corpos d'água. Ressalta-se, que é importante a determinação da área de influência do ponto medido, de forma a representar a realidade espacial. Porém, Duarte (2002), salienta que ainda não há consenso nos trabalhos de clima urbano a cerca do raio de influência da medição climática.

Segundo Grimmond (2006), a área de influência é função da variável em observação, do método utilizado, da locação do equipamento e da superfície do lugar observado.

De acordo com Oke (2004), a área de influência captada pelo sensor é uma elipse, sendo o raio maior orientado na direção do vento. Porém, dependendo do local onde o sensor é instalado, este poderá variar a sua forma, uma vez que, em ambientes urbanos densamente construídos ocorre uma redução na velocidade do vento.

Barbugli (2004), através de estudo empírico estabeleceu que a área de influência em torno do local de monitoramento, corresponde a uma circunferência de raio igual a 150m, concordando assim com o estudo desenvolvido por Katzschner (1997) para estudos sobre o clima urbano.

Assim, com base nos estudos aqui apresentados, pode-se dizer que, tanto as pesquisas sobre a ilha de calor urbana quanto aquelas que demonstraram alterações climáticas dentro do ambiente urbano podem ser classificadas, de acordo com o método de abordagem, tais como: empíricos, escalares e numéricos.

Os métodos empíricos são fundamentados em condições reais através de medições climáticas em campo associado-as ao tratamento estatístico dos dados. Os resultados obtidos são específicos para a área analisada e não permitem generalizações.

Já os modelos físicos ou numéricos mostram-se mais apropriados para o desenvolvimento de estudos exploratórios devido ao potencial para antecipar impactos da ocupação. No entanto, é preciso salientar que o desenvolvimento de tais modelos é ainda relativamente limitado, já que é necessário recorrer a modelos muito complexos para simular cenários urbanos muito simplificados, insuficientes para a compreensão de realidades urbanas complexas.

No entanto, não se deve dissociar estes métodos/abordagens, pois, acredita-se que estes são complementares, uma vez que, os estudos empíricos oferecem informações sobre a realidade urbana que irão servir de base tanto para a modelagem física quanto a numérica.

2.5. Considerações finais

Com o objetivo de melhor compreender os fenômenos climáticos, este capítulo preocupou-se em destacar a origem da climatologia e os conceitos ligados ao clima, os elementos climáticos, as alterações provocadas pelo ambiente urbano sobre o clima, a influência de espaços abertos e áreas vegetadas no comportamento térmico dos espaços urbanos e as formas de análise deste ambiente.

A compreensão do clima e de como este interage com o meio é de fundamental importância para o planejamento urbano, que ao adequar o ambiente construído ao clima de um determinado local, cria um ambiente que propiciam ao homem melhores condições de conforto.

Além destes, a necessidade de promover o aumento e manutenção de áreas verdes, que favorecem uma melhora no conforto dos habitantes é de fundamental importância, uma vez que, elas influenciam no clima, na qualidade do ar e na aparência dos lugares onde as pessoas vivem e trabalham.

Assim, justificamos a importância dos ambientes externos no comportamento microclimático, e dos estudos relativos à influência do ambiente construído sobre o clima urbano e as suas formas de análise. A abordagem destes assuntos corrobora a necessidade e relevância de sua aplicação dentro do planejamento urbano.

O próximo capítulo irá tratar da metodologia inerente ao estudo da climatologia urbana.

Capítulo 3

Metodología

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentadas as etapas de desenvolvimento da pesquisa, caracterização dos ambientes de medição, os instrumentos e procedimentos utilizados no monitoramento e a metodologia de análise de dados.

Baseado no modelo proposto por Mendonça (2003) foram analisados a área construída, pavimentada, recoberta de vegetação e área de corpos d'água, do Campus da Universidade Federal de Santa Catarina

As condições do clima urbano foram avaliadas através de descrição quantitativa e qualitativa, baseado nos padrões térmicos do clima. Foi empregado o método fundamentado nos modelos propostos por Katzschner (1997) e Mendonça (2003) que consiste no mapeamento da ocupação do solo e a presença de áreas verdes. Foram coletados os dados de temperatura e umidade do ar, nos locais selecionados. Estes dados permitiram a elaboração do mapeamento das condições termohigrométricas da área de estudo.

Adotou-se para esta dissertação os termos e as dimensões espaciais e temporais de maior aceitação no meio climático-meteorológico, permitindo uma maior flexibilidade no tratamento dos dados, uma vez que admite adaptações em função das especificidades de cada estudo, sobretudo no que tange aos espaços externos urbano.

As informações obtidas através do monitoramento dos pontos e os mapas produzidos serviram de base para verificar o efeito da vegetação em ambientes construídos como elemento mitigador do clima urbano, assim como a compreensão da influência dos diferentes arranjos espaciais urbanos no microclima.

3.1. Localização geral da área de estudo

A bacia do Itacorubi localiza-se em Florianópolis na região centro-oeste da ilha de Santa Catarina, entre as coordenadas de 27°34'07" - 27°37'57" de latitude Sul e 48°28'25" - 48°33'00" de longitude Oeste.

A Bacia do Itacorubi possui uma área aproximada de 23 km², sendo um típico relevo litorâneo. As áreas de cabeceira possuem declives acentuados e à jusante segue-se à planície costeira, cuja declividade é muito baixa, em cotas próximas ao nível do mar (NEA, 2008).

Segundo Lisboa (1996), a ocupação urbana da bacia do Itacorubi

ocorreu na década de 60. Esta década foi considerada como período expansivo na evolução do plano urbano de Florianópolis. Lisboa (1996) ainda considera dois fatores fundamentais responsáveis pelo que chama de período de modernização: a fundação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 1960 e a implantação da rodovia BR 101.

Na região localizam-se os bairros residenciais do Itacorubi, Santa Mônica, Trindade, Carvoeira, Parque São Jorge, Jardim Anchieta, Pantanal, Córrego Grande, Morro da Cruz (setor leste do maciço do morro da cruz) e a Serrinha, além das instituições e empresas como a UFSC,¹⁰ UDESC,¹¹ ELETROSUL,¹² BRASIL TELECOM, CELESC,¹³ EPAGRI,¹⁴ CIASC,¹⁵ Secretaria Municipal de Saúde, CIDASC,¹⁶ FIESC,¹⁷ CREA/SC.¹⁸

A cobertura vegetal ocupa aproximadamente 15 Km² da área da bacia, com predominância da vegetação secundária. Remanescentes da floresta primária, ombrófila densa, são encontrados sobre aproximadamente 150 m² nas zonas mais elevadas na parte nordeste, sendo que na planície sedimentar formações pioneiras representadas pelas espécies típicas de mangue, ocorrem sobre aproximadamente 1,42 Km², constituindo o manguezal do Itacorubi (Dutra, 1998).

Atualmente a área encontra-se intensamente ocupada, sendo que a vegetação nativa vem sendo removida para dar lugar a novas habitações e, devido à valorização imobiliária da área, ocorre forte pressão sobre as áreas naturais remanescentes.

3.1.1. Universidade Federal de Santa Catarina

A idéia da criação da Universidade Federal de Santa Catarina surgiu na década de 1950, porém somente em 1962 a UFSC é instalada. Lima (2000) destaca que devido ao baixo orçamento o planejamento e a construção do campus deveriam evitar o luxo e a monumentalidade.

A partir da compreensão do problema, são propostas diretrizes conceituais, que visam fornecer as premissas que atendam as necessidades da nova instituição. Para tanto, foi criado o Plano Piloto da

¹⁰ Universidade Federal de Santa Catarina

¹¹ Universidade do Estado de Santa Catarina

¹² Empresa Transmissora de Energia Elétrica do Sul do Brasil

¹³ Centrais Elétricas de Santa Catarina

¹⁴ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

¹⁵ Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina

¹⁶ Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina

¹⁷ Sistema Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina

¹⁸ Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia de Santa Catarina

Cidade Universitária de Santa Catarina com as diretrizes projetuais, que norteariam o projeto, tais como: elementos verdes, zoneamento, plano viário (DUARTE, 1957).

Na primeira fase foram estudados os temas relacionados aos fatores intrínsecos e extrínsecos, onde foram levantadas e relacionadas as características e as necessidades da Cidade Universitária, definindo assim, seus elementos qualitativos e quantitativos.

Duarte (1957) salienta que as características apresentadas pela gleba¹⁹ constituem fatores extrínsecos que condicionam a implantação da Cidade Universitária. Ainda segundo Duarte (1957), estes fatores podem ser agrupados em: Climatológicos, Urbanísticos e Topográficos.

“Fundamentado nos princípios do urbanismo modernista procuramos traçar em termos genéricos as normas relativas à organização geral do espaço.” (DUARTE, 1957).

Baseado nesta premissa foi realizada uma avaliação inicial das necessidades a serem atendidas pela futura instituição. Para tanto foi realizado um zoneamento, onde o conjunto de unidades de natureza especificamente afins foram agrupados em setores e alocados dentro das zonas correspondentes, porém, sem nunca fixar-lhes limites rígidos.

Duarte (1957) ressalta sempre a questão econômica como fator preponderante na elaboração da Cidade Universitária, uma vez que, procura-se dentro de cada setor, alcançar a máxima densidade de construção, porém, procurando sempre, preservar as condições de habitabilidade (insolação, iluminação e ventilação) e suas funções específicas. Em consonância com tais critérios, foi adotada a limitação da altura dos volumes, em principio, com edificações de dois pavimentos, porém, optou-se pela elevação do número de 2 para 3 a 4 pavimentos, objetivando o máximo proveito da área, evitando, contudo, a circulação vertical mecânica.

O traçado geral do Plano viário resulta do zoneamento, onde as vias de circulação geral ficam restritas à periferia e dão acesso aos volumes. Como resultado, tem-se a máxima independência entre as circulações de pedestres e veículos (DUARTE, 1957).

Através da arborização procura-se integrar os blocos em termos econômicos, humano e material, possibilitando assim, criar espaços

¹⁹ Área de terreno ainda não parcelada e situada em uma zona urbana ou zona de expansão urbana, assim definidas em lei municipal, com área mínima também legalmente estabelecida (FERRARI, 2004)

voltados para a escala humana, que propiciam a ocorrência do recreio contemplativo. O “Verde”, segundo Duarte (1957) é o elemento primordial da integração geral.

Obedecendo a este critério, é estabelecido que a arborização deve ser utilizada tanto para a circundar dos volumes quanto para o sombreamento das vias de circulação de pedestres. Como consequência, a Cidade Universitária será um grande parque, mantidas, ao máximo, as condições paisagísticas naturais (DUARTE, 1957).

3.1.2. Sítio físico da UFSC

O Campus da Universidade Federal de Santa Catarina localiza-se na Bacia do Itacorubi, na cidade de Florianópolis, bairro Trindade, próximo aos bairros Córrego Grande, Pantanal, Serrinha e Carvoeira. A área reservada para a Cidade Universitária possuía inicialmente 919.500 m². Hoje, ela ocupa uma área com mais de um milhão de metros quadrados, sendo que 323.260 m² são de área construída. A figura 11 mostra a localização da área de estudo.

O Campus Universitário ocupa um vale em forma de ferradura cuja abertura é voltada para a Baía Norte, estando abrigado do vento sul pelas elevações que determinam sua conformação relativamente plana, com diversos córregos e algumas áreas com vegetação nativa remanescente (DUARTE, 1957).

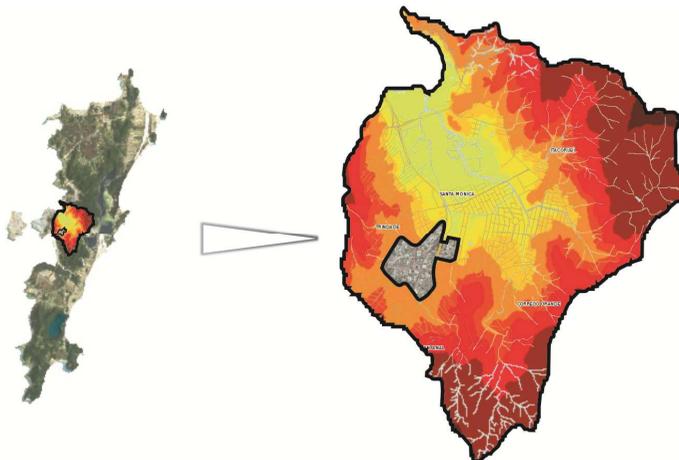


FIGURA 11: Localização da área de estudo na Bacia do Itacorubi

Fonte: Autor

Assim como as cidades de pequeno e médio porte, que requerem a abertura de novas áreas para sua expansão, o Campus da UFSC, através da criação de novos cursos de graduação e de pós-graduação, gera um aumento contínuo por novas áreas construídas (Quadro 3), provocando assim, uma redução dos espaços verdes, podendo acarretar diminuição da qualidade ambiental do Campus. A figura 12 apresenta a setorização do Campus da UFSC (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2005).

QUADRO 3: Evolução do espaço construído da UFSC

ESPAÇO FÍSICO - m ²							
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<i>Campus</i>	1.020.769	1.020.769	1.020.769	1.020.769	1.020.769	1.020.769	1.020.769
<i>Edificado</i>	274.523	283.766	304.056	307.081	315.762	316.979	323.260

Fonte: Secretaria de Planejamento e Finanças <<http://www.ufsc.br>> Acessado em: 12/11/2008

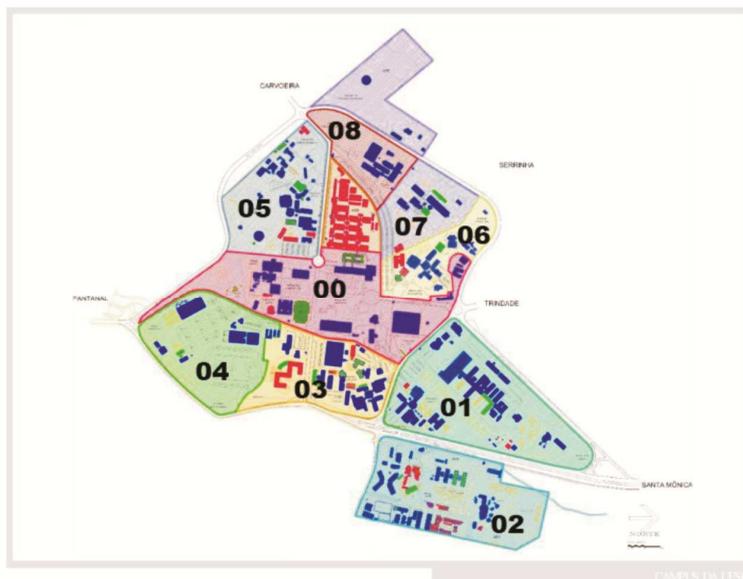


FIGURA 12: Universidade Federal de Santa Catarina

Fonte: Universidade Federal de Santa Catarina (2005)

De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2005), a demanda por novos espaços construídos tende a continuar, gerando pressão sobre as áreas consideradas de preservação e áreas verdes, o que poderá levar a uma inversão entre a área verde hoje existente no Campus e a área construída, transformando-o num maciço bloco edificado com acentuada verticalidade, sem espaços livres ou públicos.

- **Setor 00 – EIXO CENTRAL**

Eixo central da USFC, onde se estruturam as grandes funções centrais da universidade: Reitoria, edifício do antigo Ciclo Básico, Restaurante Universitário, Biblioteca Universitária, Centro de Convivência e Imprensa Universitária. No primeiro plano da cidade universitária, realizado por Hélio Duarte, esta avenida era parte do sistema viário principal por onde se daria o acesso à Universidade, uma vez que, o campus era afastado da cidade.

- **Setor 01 - PREFEITURA**

Este setor é bastante diversificado no que se refere às funções que desempenha. Localiza-se entre a Avenida Henrique da Silva Fontes (via de contorno norte – Beira Mar), a Rua João Pio Duarte Silva (antiga estrada geral do Córrego Grande) e a Rua Joe Collaço (limite leste do Campus). Ao norte o Campus faz limite com o Manguezal do Itacorubi.

- **Setor 02 – SAÚDE**

Antes da implantação deste setor, o Campus limitava-se na Rua Delfino Conti, que era o caminho de ligação em direção à paróquia da Trindade. Com a criação em 1980 do Centro de Ciências da Saúde (CCS), promove-se a desapropriação do terreno da antiga Fazenda Assis Brasil para a implantação do Setor da Saúde, composto pelos Departamentos de Enfermagem, Farmácia, Medicina, Odontologia e Nutrição, além do Hospital Universitário (HU). O acesso a este setor se dá através da Rua Delfino Conti

- **Setor 03 – TECNOLÓGICO (CTC)**

Diferentemente das outras áreas, este setor possui a maior área construída, e proporcionalmente possui a maior quantidade de cursos oferecidos. Fica delimitada pela Rua Delfino Conti, a Rua Deputado Antonio Eu Vieira e o Setor Desportivo, além das ruas periféricas ao setor, sendo uma externa e outra interna ao Campus, antiga rua transversal, hoje Engenheiro Agrônomo Andrey Cristian Ferreira.

- **Setor 04 – DESPORTO (CDS)**

Essa área, em relação às demais áreas do Campus, possui a maior área livre. Ela é limitada a leste pela Estrada do Pantanal, atual Rua Antonio Edu Vieira, ao sul pela Rua César Seara, pelo Centro Tecnológico ao norte e o Eixo Central, Setor 00 a oeste. Sua ocupação ocorreu em 1960 a partir da desapropriação da Fazenda Assis Brasil com a implantação do campo de futebol, que de acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2005), é o único equipamento implantado que segue o projeto original. As demais edificações surgiram na década de 1970, porém sem um planejamento mais amplo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2005).

- **Setor 05 – HUMANAS (CFH)**

Ocupada na década de 1971, este setor possui uma das mais importantes áreas verdes do Campus, o parque do Planetário. A primeira edificação construída nesta área foi o Colégio de Aplicação, que veio a ser ocupado posteriormente pelo Centro de Ciências da Educação (CED). Em meados da década de 1980 foi implantado ao lado do CED o Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH) com edifícios semelhantes aos outros centros, CSE, CCS e CTC. Em 1990, devido à necessidade de expansão dos centros, ocorre a construção de edificações provisórias, em madeira e de apenas 1 pavimento, que comprometeu uma ocupação mais adequada e impossibilitaram uma expansão posterior.

- **Setor 06 – ECONÔMICO-JURIDICO (CCJ)**

O Setor Econômico-Jurídico encontra-se limitado pelas Ruas Desembargador Vitor Lima e Roberto Gonzaga e pelos canais procedentes da Carvoeira e da Serrinha, respectivamente.

A implantação do CSE ocorreu por volta de 1980 com a construção dos Blocos de Ligação, sala de aula e Administrativo, seguindo o modelo implantado no CCS e CTC. Posteriormente, ocorre a separação administrativa do Centro Sócio-Econômico, que, em 1995, dá origem ao Centro de Ciências Jurídicas. Para abrigar este novo centro foi construído um novo espaço, o CCJ 01 e posteriormente o Fórum.

- **Setor 07 – EXATAS (CFM)**

O setor Exatas está situado entre o setor Econômico-Jurídico, o Setor Colégio de Aplicação, o Setor Renovação e o bairro da Serrinha. A implantação do CFM no Setor Exatas iniciou-se na década de 80 e possui uma área de aproximadamente 52.600 m², onde atualmente,

estão implantados os blocos da Matemática, Física e Química. De acordo com a Universidade Federal de Santa Catarina (2005), serão construídos um centro de convívio, um estacionamento ao longo do canal no limite com o setor Econômico-Jurídico além da implantação do Bosque perimetral

- **Setor 08 – COLÉGIO APLICAÇÃO**

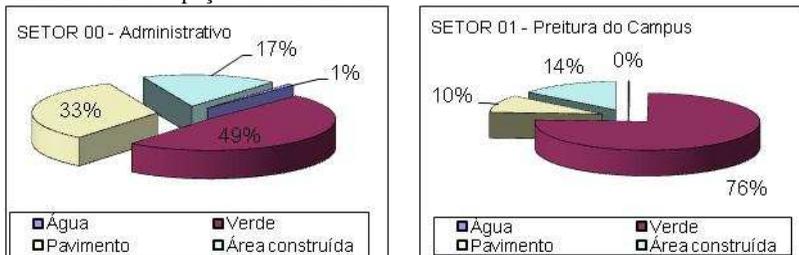
O canto sul deste Setor, Bosque do Colégio de Aplicação, foi definido como área de preservação permanente, não edificável, para uso de lazer pela comunidade universitária e também para pesquisas do Horto Botânico da UFSC (UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2005).

- **Setor 09 – RENOVAÇÃO**

A área central da UFSC, localizada atrás da Praça da Cidadania, na sua parte oeste, constitui-se de blocos modulados, construídos na década de 70, que são considerados pela Comissão Permanente de Planejamento Físico do Campus, como provisórios. Possui uma área de aproximadamente 34.500 m². Devido à baixa qualidade do acervo construído e da forma como implantada, resulta em um comprometimento do solo, uma vez que, ele é ocupa somente um pavimento, esgotando, conseqüentemente, a possibilidade de uma ocupação mais adequada com construções em torno de 3 a 4 pavimentos, resultando em densidades médias de ocupação do solo e liberação de importantes áreas livres.

No gráfico 1 estão representados a porcentagem de ocupação relativos à água, cobertura do solo, pavimentação e área construída por setor do Campus. A área total construída por setor esta representada no gráfico 2.

GRÁFICO 1: Ocupação do solo na UFSC



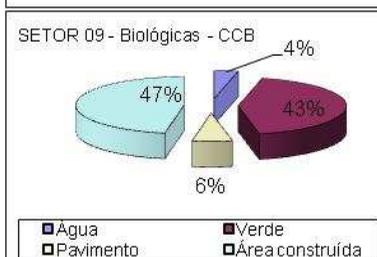
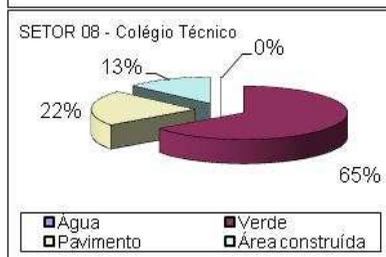
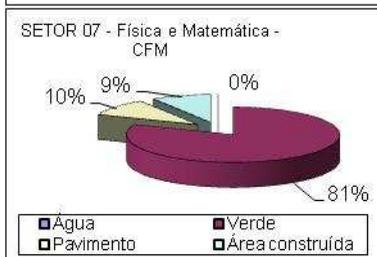
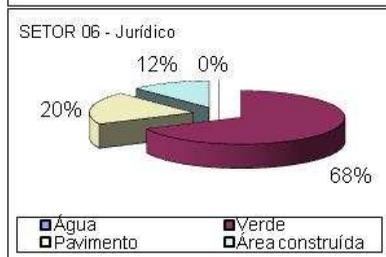
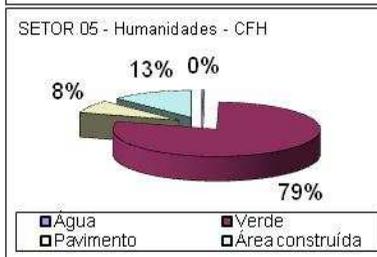
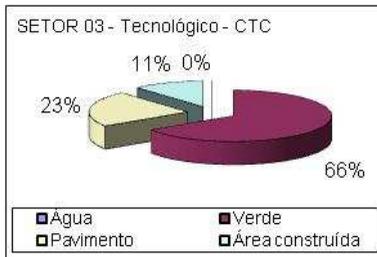
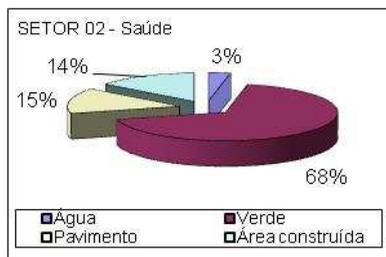
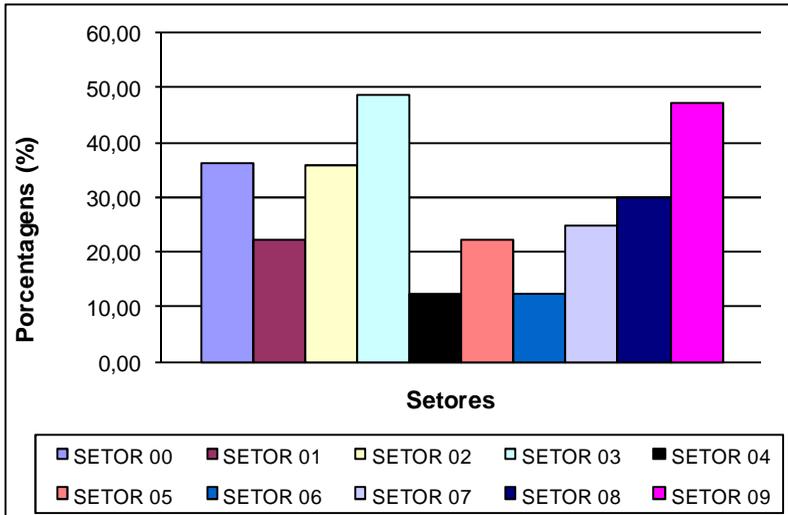


GRÁFICO 2: Densidade construída dos setores



3.2. Planejamento experimental para a pesquisa de campo

A realização do monitoramento e coleta de dados foi desenvolvida em duas estações, verão e inverno. A primeira parte da coleta teve início em fevereiro de 2008, período de verão, enquanto a segunda etapa foi realizada em meados do mês de agosto, durante o inverno. As medições tiveram duração de 1 mês.

O trabalho de campo objetivou gerar informações sobre o comportamento térmico da área de estudo, onde foram mensuradas as variáveis climáticas e sobretudo às análises de agrupamento e regressão.

3.2.1. Ambiente de medição

A escolha dos locais a serem monitorados foi feita a partir da caracterização dos aspectos da tipologia urbana, considerando: ocupação do solo, densidade construída, revestimento do solo, presença de água e vegetação.

Segundo Oke (2004), a área de captação de um sensor não é simetricamente distribuída ao redor do sensor, tratando-se de uma forma elíptica alinhada na direção do vento, sendo que o sinal captado por ele origina-se através do transporte do mesmo.

Para quantificar as áreas selecionadas, foi adotada uma elipse (Fig. 13) sendo o raio maior igual a 100m, na direção Norte e 50m para

a direção sul, de forma que o maior diâmetro da elipse resultasse em uma distância igual a 150m defendida por Katzschner (1997) e Barbugli (2004).

Para o desenvolvimento das medições, optou-se pelo monitoramento apenas do vento norte. Essa orientação justifica-se por 2 motivos. A primeira devido à forma urbana encontrada no caminho do vento a barlavento²⁰ influenciar de forma mais significativa as possíveis alterações microclimáticas no ponto de coleta do que a forma urbana situada a sotavento desse ponto (OKE, 2004).

A segunda razão se dá em função da predominância do vento do quadrante norte em Florianópolis, que é caracterizado pela elevada umidade, que ajuda a amenizar o calor na primavera e no verão. A orientação da elipse para o sul foi descartada, uma vez que, os ventos do quadrante sul, são os mais velozes e estão associados à atuação da massa Polar (mP). O encontro das Massa Tropical Atlântica (mTa) e Tropical Continental (mTc) com a mP dão origem à frente fria polar, que ocasiona bruscas mudanças no tempo atmosférico em qualquer estação do ano. Como citado anteriormente, quando as condições sinópticas estiverem estáveis, isto é, céu claro, sem nuvens e ventos fracos, o comportamento microclimático do ambiente urbano é intensificado. Porém, em condições instáveis, a influência do meio é suprimida.

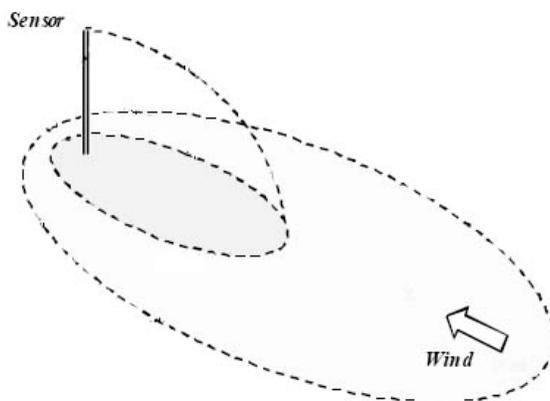


FIGURA 13: Área de influência captada pelo sensor – Elipse
Fonte: Adaptado de Oke (2004)

²⁰ Lado de onde provém o vento (FERRARI, 2004).

A figura 14 apresenta a localização de cada ponto de medição dentro da universidade. A seguir é apresentada uma descrição qualitativa dos pontos estudados.

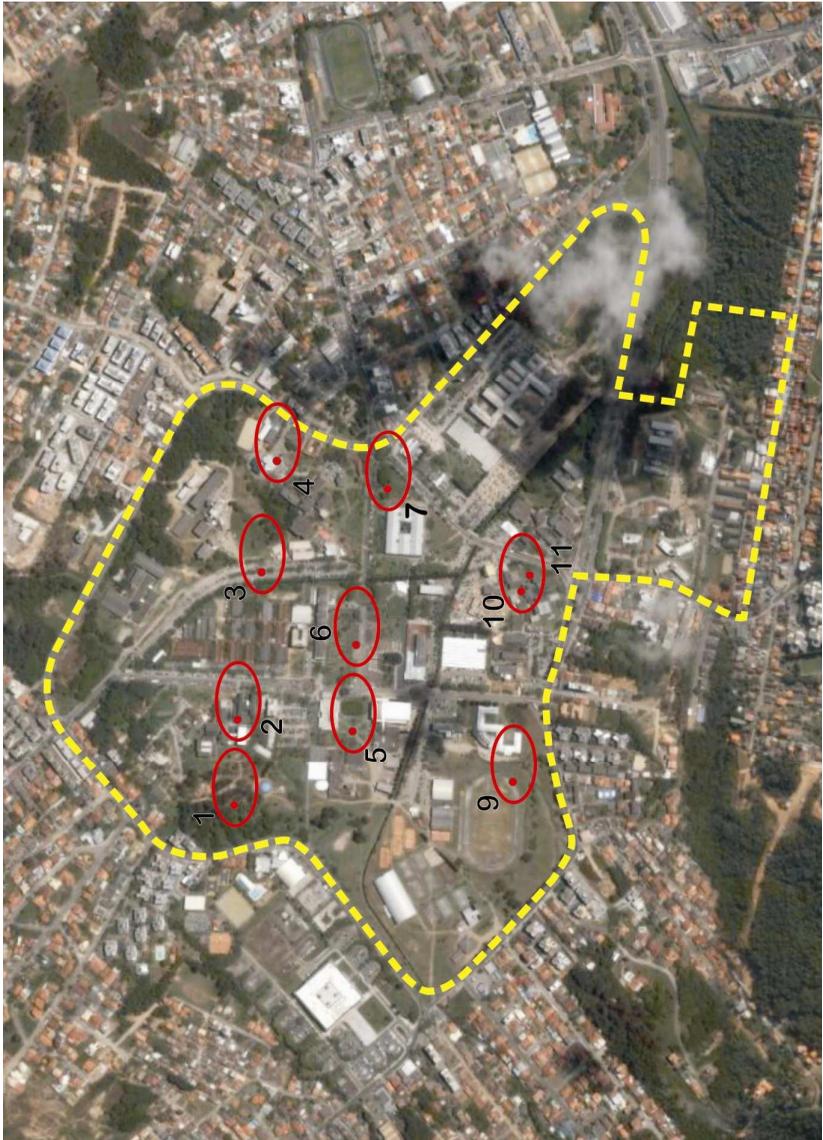


FIGURA 14: Localização dos pontos de medição

Fonte: Google Earth

densa, sendo o entorno marcado pela mescla de uma área com uma maior taxa de ocupação, edificações e vias impermeabilizadas, e trechos com maior presença de grama (Fig. 15).



FIGURA 15: Bosque do Planetário

Ponto 2 - CFH

Localizado no Centro de Filosofia e Ciências Humanas (CFH), esta área fica situada entre 3 edificações de três pavimentos com orientação Norte-Sul. O recobrimento do solo ocorre através da vegetação rasteira e da pavimentação de concreto (Fig. 16).



FIGURA 16: Centro de Filosofia e Ciências Humanas

Ponto 3 - CCE

Situado no estacionamento de acesso ao Colégio de Aplicação e ao Departamento de Matemática, este local é caracterizado pela existência de grandes gramados e de uma vegetação de médio porte, que acompanham a via tanto pelo canteiro lateral quanto pelo central. Devido à presença do estacionamento, que é revestido com blocos sextavados de concreto, esta área apresenta uma taxa de ocupação elevada. Neste local ainda há a presença de um pequeno córrego que acompanha toda a extensão da via (Fig. 17).



FIGURA 17: Centro de Comunicação e Expressão

Ponto 4 - CCJ

A quinta área amostral selecionada encontra-se no estacionamento do Centro de Ciências Jurídicas (CCJ). Esta área é relativamente aberta com a presença de edificações de 3 pavimentos, vegetação rasteira e de médio porte mais dispersas. A elevada taxa de impermeabilização do solo é resultante da utilização de broquetes sextavados, além das edificações (Fig. 18).



FIGURA 18: Centro de Ciências Jurídicas

Ponto 5 - Refeitório

Espaço aberto que possui em seu entorno edificações com diferentes gabaritos e um pequeno lago. O solo é revestimento com pedra portuguesa, vegetação rasteira e arbustiva (Fig. 19).



FIGURA 19: Refeitório (RU)

Ponto 6 – Praça da Cidadania

Situado na Praça da Cidadania em frente ao prédio da reitoria, este local é caracterizado pela grande impermeabilização do solo resultante da utilização de pavimento asfálticos além das pedras portuguesas que são utilizadas no calçamento da praça. A área permeável existente é constituída em sua maior parte pela vegetação rasteira e uma pequena parte pela arbórea (Fig. 20).

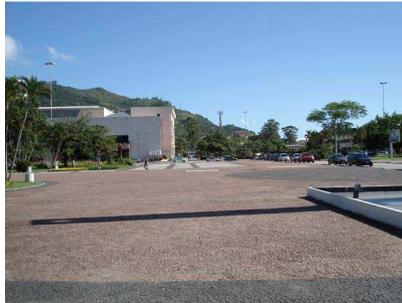


FIGURA 20: Praça da Cidadania

Ponto 7 – Biblioteca Universitária

Estabelecido próximo a biblioteca central da UFSC, esta área amostral possui em seu entorno diferentes tipos de vegetação, que varia entre arbórea, arbustiva e rasteira. A área impermeabilizada é composta tanto pelo asfalto da via de acesso, quanto pelo concreto utilizado nas calçadas, além da presença de edificações, estas em menor quantidade (Fig. 21).



FIGURA 21:Biblioteca Central (BU)

Ponto 8 – Educação Física

Área amostral situada em local aberto é composta em sua maior parte pela vegetação rasteira, árvores de médio porte dispersas pelo terreno e uma pequena parcela de solo exposto, sem qualquer revestimento (Fig. 22).



FIGURA 22: Educação Física

Ponto 9 e 10 - CTC

Localizado no CTC (Centro Tecnológico) este ponto está localizado entre duas edificações de três pavimentos. É caracterizado pela grande impermeabilização do solo (Fig. 23a e 23b).



FIGURA 23: (a) CTC-Oeste; (b) CTC-Norte

3.3. Método para análise da ocupação

Nesta etapa da pesquisa foram registrados, para cada ponto, alguns dos parâmetros físicos teoricamente determinantes na formação dos microclimas. Sendo assim, foram analisadas as seguintes variáveis e suas respectivas porcentagens: tipo de recobrimento das superfícies, área edificada, densidade construída, presença de água, áreas verdes e geometria urbana através do FVC.

3.3.1. Taxa de ocupação

Como não se dispunha de um levantamento aerofotogramétrico atualizado (FIGURA 24), o trabalho de interpretação visual da projeção horizontal das superfícies urbanas foi realizado através de mapas cartográficos obtidos através do Escritório Técnico Administrativo da UFSC (ETUSC) o qual foi complementado com um trabalho de campo que consistiu na identificação e atualização de cada edificação, número de pavimentos, superfícies asfaltadas, cimentadas, gramadas e arborizadas.

Realizado o levantamento do objeto de estudo, foi efetuado o cálculo da taxa de ocupação. Através da divisão da projeção da área construída, compreendida pela elipse, pela área da mesma.

A utilização desse parâmetro torna-se importante, pois permite desenvolver uma classificação qualitativa e quantitativa das superfícies urbanas em função da ocupação do solo.

Concluída esta etapa de levantamento, elaborou-se um mapa para cada área atribuindo uma cor para cada categoria. Com o auxílio do

software AutoCAD®, procedeu-se ao cálculo da área das superfícies (FIGURA 25).

QUADRO 4: Tipo de superfície identificada

TIPO DE SUPERFÍCIE	COR REPRESENTATIVA
Edificação	Vermelho
Gramma	Verde claro
Áreas pavimentadas	Cinza
Áreas asfaltadas	Grafite
Água	Azul
Arvores	Verde escuro
Solo exposto	Branco



FIGURA 24: Imagem aérea do ponto 5
Fonte: Google Earth

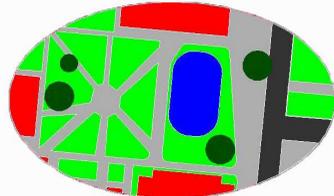


FIGURA 25: Ocupação do solo no ponto 5

3.3.2. Determinação da densidade construída

A forma de ocupação e crescimento das cidades tem provocado graves alterações ambientais, especialmente ao clima. As diferentes densidades das áreas construídas na cidade produzem alterações na paisagem natural e influencia de maneira definitiva na formação da ilha de calor urbana.

O parâmetro densidade construída é representado pela taxa de ocupação e o número de pavimentos de cada edificação, obtido através do trabalho de campo. Na determinação do número de pavimentos foi considerando cada pavimento com 3 metros de pé direito.

3.3.3. O Fator de Visão do Céu

Para a determinação deste parâmetro, foi utilizada a câmara fotográfica, marca Nikon, modelo Coolpix 4500, com resolução 2272x1704 pixels, acoplada à lente tipo “olho-de-peixe”, marca Nikon, modelo FC-E9, a qual produz imagens em projeção eqüidistante. As

fotos foram tiradas sempre no eixo da via pública, niveladas e orientadas no sentido norte.

Realizada esta etapa, o próximo passo foi marcar o contorno da área de céu visível através dos programas CorelDRAW® e AutoCAD®. Foram desconsiderados os elementos não inerentes à paisagem urbana.

O FVC foi determinado, através de um procedimento de cálculo de área, usando como referência o contorno da área de céu visível de cada local em projeção equidistante. O valor do FVC, dado em porcentagem, foi obtido através da proporção entre a área total do círculo correspondente à projeção da imagem e a área da obstrução, como ilustrado na figura 26 (a) e (b) para um exemplo. Os resultados são exibidos no Capítulo 4, que se refere aos resultados.

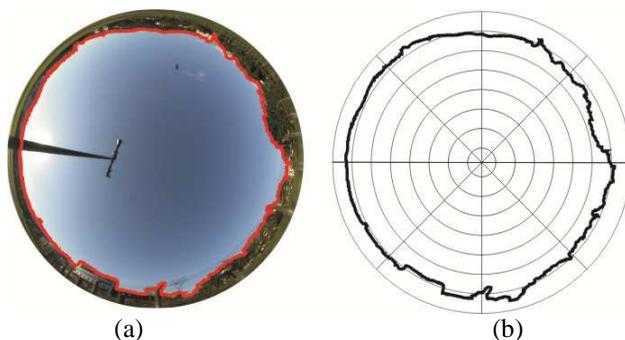


FIGURA 26: (a) e (b) – Imagem do local em projeção equidistante (a). Relação entre a área do círculo e a área da obstrução a partir do qual foram realizados os cálculos (b).

3.4. Método para a coleta das variáveis climáticas da área de estudo

O trabalho de coleta de dados em campo foi realizado em dias de céu claro, nenhuma nebulosidade e calmaria, tanto no verão quanto no inverno (OKE, 2004). Desta forma, os dados coletados representam uma boa amostragem do processo de trocas térmicas, o que possibilita considerar os resultados como tendência de comportamento térmico da área.

Para o levantamento dos dados climatológicos foi utilizado o método das estações fixas. O método é frequentemente usado em pesquisas ambientais, sendo conveniente, sobretudo quando não se dispõem de uma ampla equipe de trabalho. Ele permite que se desenvolva um monitoramento simultâneo e contínuo em vários pontos

da área de estudo, realizando medições das variáveis climáticas em pontos pré-definidos. Oke (2004) salienta que, para o desenvolvimento do experimento devem ser observados alguns cuidados:

- Para medições de temperatura e umidade, é preciso evitar que os instrumentos fiquem próximos ou direcionados para fontes de calor, além de propiciar a ventilação dos sensores, principalmente quando estes estiverem dentro de compartimentos fechados;
- Recomenda-se que as estações fixas estejam entre 1,50 e 2,0 m de altura acima do piso;
- Antes da seleção de um ponto para a instalação de uma estação de medição, é preciso definir a potencialidade desse ponto, ou seja, se o ponto é representativo de uma área e capaz de amostrar as características urbanas circundantes de estrutura (edifícios, ruas), cobertura urbana (pavimentação, vegetação), revestimento urbano (materiais de construção e naturais);
- A correta definição da escala espacial e temporal é essencial, pois o posicionamento e exposição dos equipamentos poderá ser totalmente diferente de uma escala para outra.

3.4.1. Instrumentos utilizados para o monitoramento

Para a obtenção das variáveis climáticas, foi utilizada a estação meteorológica portátil, modelo Vantage Pro 2, constituída por um tripé, conjunto hermeticamente fechado com termômetro e sensor blindado em seu interior, uma placa coletora de energia solar, que fornece energia para a estação durante o dia, pluviômetro, anemômetro, sensores de radiação solar e ultravioleta e um console (FIGURA 27).



1. Pluviômetro;
2. Painel solar;
3. Anemômetro;
4. Sensores de temperatura e umidade relativa (Interno)
5. Console;
6. Sensores de Radiação ultravioleta e solar

FIGURA 27: Weather Station Vantage Pro

Fonte: www.onset.com

De acordo com Shashua-Bar e Hoffman (2000), Yu e Hien (2006), os sensores devem ser instalados em locais sem qualquer tipo de vegetação e que possam receber radiação solar na maior parte do dia. Para evitar possíveis distorções nos resultados os sensores devem ser instalados em locais onde não possam sofrer influência do entorno. Sendo assim, ela foi instalada na cobertura do prédio da Faculdade de Arquitetura Urbanismo (FIGURA 28).

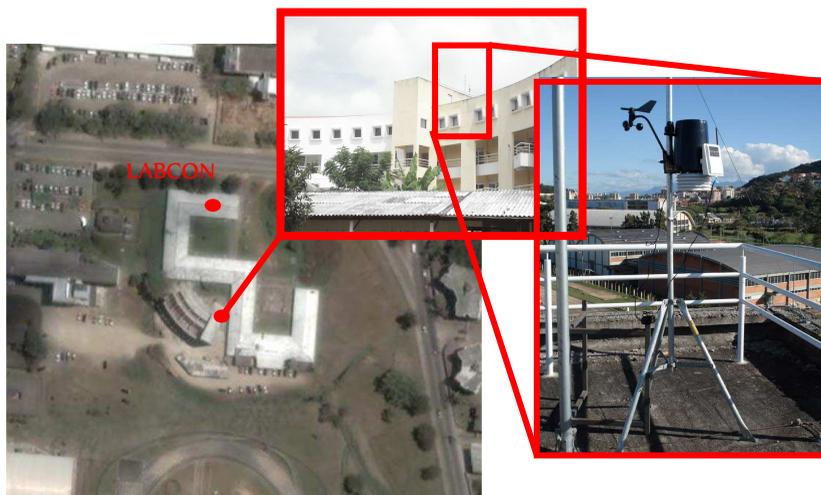


FIGURA 28: Localização da Estação Vantage Pro

O console possui um raio de alcance máximo de 300 m, ao ar livre. Porém, quando introduzido algum tipo de barreira, entre a estação e o console o alcance é reduzido a uma distância de 60 a 120 metros²¹. Atendendo as especificações, ele foi instalado no Laboratório de Conforto Ambiental (LABCON), situado a uma distância de aproximadamente 70 m da estação meteorológica.

Com o intuito de padronizar o experimento de campo foram utilizados aparelhos registradores de temperatura e umidade do ar, modelo HOBO H8 (Fig. 11), fabricado nos Estados Unidos pela empresa ONSET Computer Corporation protegidos em abrigos dispostos com a mesma orientação e distância do solo.

O principal instrumento utilizado neste projeto para monitorar as condições higrotérmicas ambientais, é um sistema eletrônico de

²¹ < <http://www.davisnet.com> > acessado em 29/10/2007

aquisição de dados, constituído por aparelhos registradores de temperatura e umidade do ar, modelo HOBO H8 (FIGURA 29), fabricado nos Estados Unidos pela empresa ONSET Computer Corporation.

O sistema apresenta precisão e capacidade de armazenamento de dados satisfatórias, cujos campos de medição de temperatura e umidade relativa do ar são de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$, umidade relativa com precisão de $\pm 5\%$, respectivamente. Esses aparelhos são programáveis em intervalos de tempo pré-fixados, por intermédio do programa BoxCar PRO 4.3.

O sistema oferece ainda, por meio do Hobo Shuttle Data Transporter, a conveniência de coletar e transmitir, para o computador, dados dos aparelhos, ainda instalados e operando, sem que o monitoramento seja interrompido (FIGURA 30).



FIGURA 29: Hobo
Fonte: www.onset.com



FIGURA 30: Hobo Shuttle Data Transporter
Fonte: www.onset.com

3.4.2. Testes dos equipamentos e incertezas experimentais

Devido à sua sensibilidade, os sensores podem registrar valores diferentes mesmo quando expostos às mesmas condições de temperatura. Como forma de padronizar os dados obtidos através dos sensores, foram realizadas uma série de verificações, que permitiram observar possíveis alterações nos dados.

O teste com os sensores foi realizado em 2 etapas, onde quatorze sensores foram programados através do programa BoxCar Pro 4.0 - Onset, com intervalos de medição de cinco segundos, durante 33 minutos.

Em seguida, os equipamentos foram colocados no interior de uma caixa de isopor (FIGURA 31), juntamente com um termo-higrômetro, que permaneceu fechada, a fim de minimizar qualquer influência exterior nos dados registrados. Na posse dos dados extraídos, foi

adotado como referência o sensor que obteve a média de seus resultados o valor mais próximo da média geral registrada (TABELA 1), possibilitando desta maneira, corrigir todos os valores obtidos nos demais sensores durante as medições.



FIGURA 31: Aferição dos sensores Hobo

TABELA 1: Relação para a padronização das medidas

Termo Higrômetro (9:00 h às 9:33 h)	HOBO	Média (9:00 h às 9:33 h)	≠ (dif. média geral)	ΔT °C (temp. ref. - temp. ponto)
23,4	# 5696_9812	23,23	0,06	-0,02
23,4	# 312020	22,89	0,28	0,32
23,4	# 954855	23,21	0,04	0
23,4	# 954859	22,92	0,25	0,29
23,4	# 954860	23,24	0,07	-0,03
23,5	# 954863	23,24	0,07	-0,03
23,5	# 954867	23,24	0,07	-0,03
23,6	# 954875	23,24	0,07	-0,03
23,6	# 954877	23,24	0,07	-0,03
23,6	# 954879	23,24	0,07	-0,03
23,6	# 954880	23,24	0,07	-0,03
23,7	# 954881	23,24	0,07	-0,03
23,7	402	22,89	0,28	0,32
23,5	MÉDIA GERAL	23,17		

3.4.3. Ferramentas complementares utilizadas

Para auxiliar no desenvolvimento dos testes dos equipamentos, foram utilizados alguns equipamentos complementares que possibilitaram obter as medidas de temperatura e umidade do ar.

O Termo Higrômetro digital modelo MTH-1380 foi utilizado com o intuito de monitorar as condições higrotérmicas, que utiliza sensor de polímero capacitivo e semicondutor e termopar tipo K, fabricado pela Minipa.

O equipamento apresenta display numérico de LCD de 4 dígitos com faixa de medição de temperatura entre -20°C a $+60^{\circ}\text{C}$ com resolução de $0,1^{\circ}\text{C}$ umidade relativa do ar de 0 a 100%, resolução de $0,1\%$, sendo a precisão de $\pm 0,7^{\circ}\text{C}$ e $\pm 2,5\%$, respectivamente. O tempo de resposta segundo o fabricante é de 75 segundos (s) para a umidade relativa do ar e de 40s para a temperatura, com o fluxo de ar lento.

3.4.4. Abrigo meteorológico

Para impedir a interferência da radiação solar e obter a temperatura e umidade relativa do ar, foram utilizadas caixas de madeiras com furos de ventilação e pintadas de branco, conforme descrita em Gomes (2008), onde cada sensor foi protegido (FIGURA 31). Os Hobos foram pré-programados para gravar continuamente os dados a cada 12 minutos.



FIGURA 32: Abrigo Meteorológico

Fonte: Gomes, 2008

Segundo Geiger (1961) e Oke (2006), os equipamentos de medição serão instalados a uma altura de até 2 m em relação ao solo, a fim de que não sofram a influência de fatores como a condição do solo,

bem como a vegetação, obtendo assim dados mais representativos do microclima, além de abranger uma larga zona.

3.5. Análise dos dados

Para a realização das análises dos dados, utilizou-se o método de agrupamento. Este método possibilita organizar os dados observados em unidades semelhantes. O propósito desta técnica é interligar as amostras em sucessivos agrupamentos utilizando alguma medida de similitude. O resultado deste tipo de agrupamento é o dendrograma (FIGURA 33).

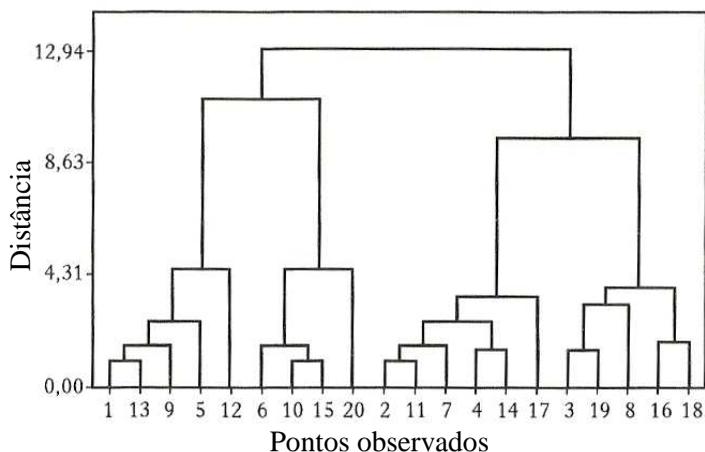


FIGURA 33: Densdrograma

Segundo Frei (2006), os dendrogramas são especialmente úteis na visualização de semelhanças entre amostras, onde a representação de gráficos convencionais não é possível.

O dendrograma (diagrama de árvore) é um tipo específico de diagrama que organiza determinadas variáveis segundo os níveis de similaridade. Resulta de uma análise estatística de determinados dados, em que se emprega um método quantitativo que leva a agrupamentos e à sua ordenação hierárquica ascendente, onde os objetos são unidos por linhas paralelas, às quais chamamos de colchetes, ao eixo das abscissas; o topo do colchete indica a similaridade das variáveis por ele agrupadas. Conseqüentemente, quanto maior a proximidade entre as medidas relativas às amostras, maior a similaridade entre elas.

Identificados os grupos formados, realizou-se as análises de regressão linear múltipla²² para cada conjunto, correlacionando os parâmetros de ocupação urbana com os dados de temperatura e umidade relativa do ar obtido nos monitoramentos.

Através da análise de regressão linear múltipla realizada através do software Statgraphics, foram geradas equações correlacionando as variáveis climáticas, temperatura e umidade relativa do ar, em função dos parâmetros de ocupação urbana. Esta análise possibilitou determinar qual variável apresentou maior influência sobre o comportamento térmico do ponto analisado e predizer as novas temperaturas e umidades relativas, por ponto, através da variação dos índices de ocupação.

3.6. Considerações finais

Evidenciamos neste capítulo a metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho, com a localização dos diversos pontos de coleta de dados dentro do Campus da UFSC, nossa área de estudo. O planejamento experimental da pesquisa de campo foi caracterizado pela identificação dos pontos de monitoramento e do método de coleta das variáveis climáticas pelo equipamento HOBO, bem como análise urbanística de ocupação desta área e a forma de tratamento dos dados.

²² Na regressão multivariada, a medida relativa de adequação do ajuste é chamada de coeficiente de determinação e é designada pelo símbolo r^2 . É a relação entre a variação explicada pela equação de regressão multivariada e a variação total da variável dependente. Assim, $r^2=0,75$ significa que 75% de variância é explicada pelo modelo. O coeficiente de determinação (r^2) é um número no intervalo [0;1].

Capítulo 4

Resultado

Análise e Discussão

4 RESULTADOS: ANÁLISE E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir dos trabalhos de campo, onde, através do levantamento realizado das variáveis urbanísticas e climáticas, buscou-se compreender o comportamento térmico da área de estudo bem como o fenômeno da Ilha de Calor.

Na discussão dos resultados, procura-se através do cruzamento entre os dados mensurados e os levantados, observar onde ocorre uma maior ou menor influência da estrutura urbana sobre o comportamento da temperatura e umidade relativa do ar, com o intuito de estabelecer relações existentes entre a ocupação do solo e o microclima urbano.

4.1. Resultados da coleta de dados das variáveis climáticas

Como descrito na metodologia, o monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, foi realizado entre os dias 19/02 e 23/03/2008, que correspondem aos meses de fevereiro e março e 10/08 e 12/09/2008, relativos aos meses de agosto e setembro, período de verão e inverno, respectivamente.

No gráfico 3 estão representados os valores da radiação solar obtidas na estação meteorológica Vantage Pro2. Através deste levantamento foi possível determinar a condição de céu que nortearam a seleção dos dias mais favoráveis a serem utilizados para análise. Em seguida, estes valores foram plotados sobre o diagrama solar, permitindo assim identificar a intensidade da radiação em cada horário (FIGURA 34).

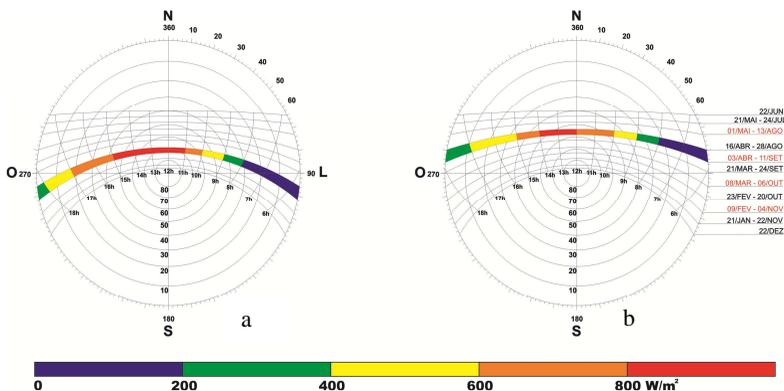


FIGURA 34: Diagrama solar com os valores de radiação do período de verão – a, e de inverno - b

Para o desenvolvimento das análises, foram selecionados os dias 02, 03/03, verão, e 02 e 03/09, inverno, que apresentaram condições de céu claro, nenhuma nebulosidade e calmaria (velocidade do vento inferior a 3 m/s). As medições ocorreram durante o período de 1 mês, como salientado anteriormente, porém, foram selecionados apenas os horários que permitissem obter uma melhor visão da evolução do campo térmico do local ao longo do dia. Para tanto, foi selecionado o período compreendido entre as 6:00h às 20:00h dos respectivos dias selecionados. Os dados medidos de cada ponto fixo são apresentados no apêndice como exemplificados na tabela 2.

GRÁFICO 3: Valores da Radiação solar - Estação meteorologica Vantage Pro2

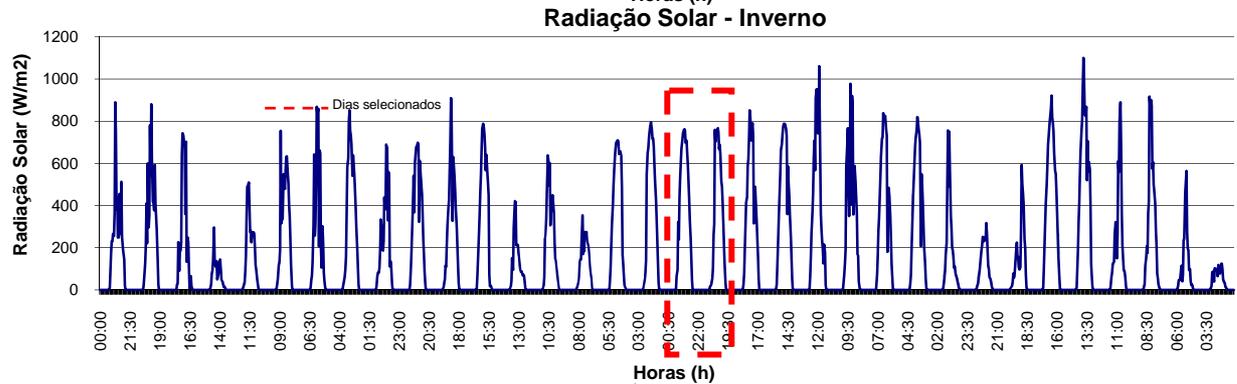
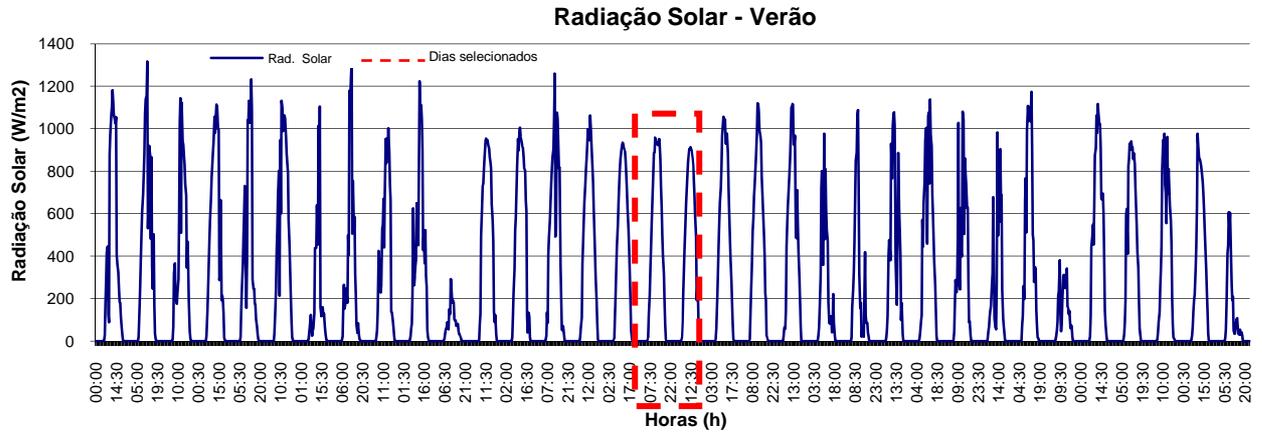


TABELA 2: Medidas de temperatura e umidade relativa coletadas no dia 19/02/2008

Hora	CTC (Orient. Oeste)		Refeitório		Bosque	
	Temperatura (°C)	UR (%)	Temperatura (°C)	UR (%)	Temperatura (°C)	UR (%)
6:00	25,6	62	22,5	78	22,5	82
6:12	25,6	62	22,1	79	22,1	84
6:24	25,6	63	22,1	79	22,1	84
6:36	25,2	61	22,1	79	22,1	84
6:48	24,8	62	22,1	81	22,1	84
7:00	24,8	58	22,1	81	22,1	84
7:12	24,8	57	22,5	82	22,5	84
7:24	24,8	57	22,5	82	22,5	84
7:36	24,8	57	22,9	82	22,5	85
7:48	24,8	57	23,2	84	22,9	85
8:00	24,8	57	23,6	84	23,2	85

Fonte: Autor

4.2. Resultados do Trabalho de Campo: tendência do campo térmico da área de estudo

Através da utilização do programa WinSurf 5.0 foi possível plotar as variáveis de temperaturas e umidade do ar, mínima e máxima, obtendo assim, mapas de isolinhas (FIGURA 35 até 44) mostrando o comportamento térmico da área de estudo, no período típico de céu claro e calmaria, ocorrido nos dias 01, 02, verão, e 02 e 03/09, inverno, nos horários das 06:00h às 18:00h.

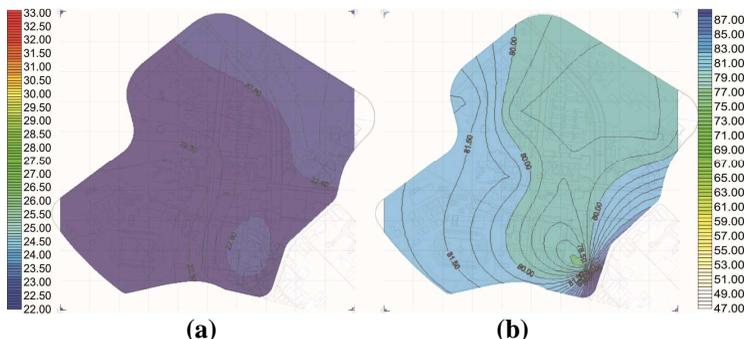


FIGURA 35: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 01-02/03/2008, verão, às 6:00 horas.

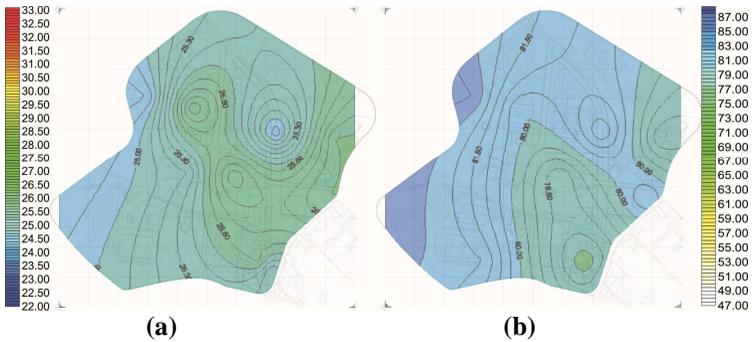


FIGURA 36: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 01-02/03/2008, verão, às **9:00 horas**.

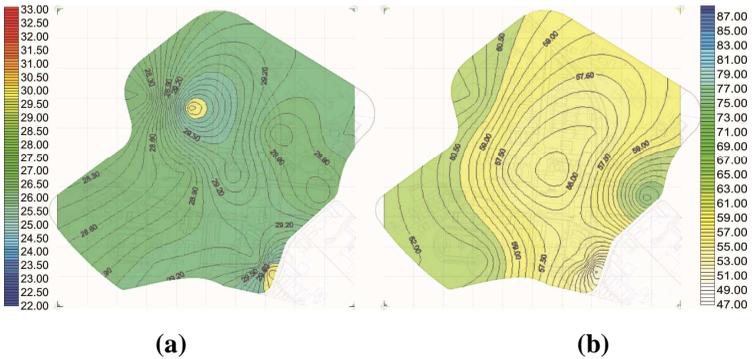


FIGURA 37: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 01-02/03/2008, verão, às **12:00 horas**.

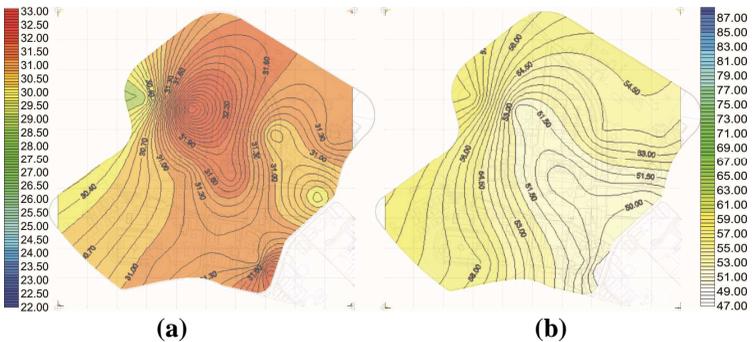


FIGURA 38: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 01-02/03/2008, verão, às **15:00 horas**.

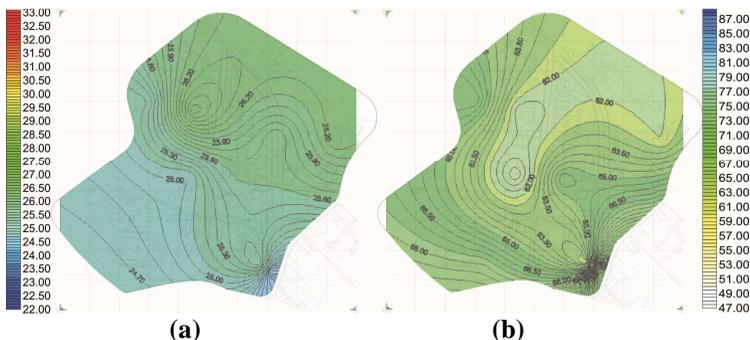


FIGURA 39: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 01-02/03/2008, verão, às **18:00 horas**.

O horário das 6:00h da manhã (FIGURA 35) apresenta uma homogeneidade por toda a área estudada, e a partir desse horário manifestam-se as maiores diferenciações no aquecimento e resfriamento das superfícies, tanto pelas diferenças de acesso solar quanto pelo tipo de recobrimento do solo.

No período da manhã, representado pelos horários das 9:00h às 12:00h (FIGURA 36 e 37), tanto as áreas mais verticalizadas (ponto 2 e 4), quanto as impermeabilizadas (ponto 6), mais expostas à insolação, ficam mais quentes. Observa-se que no período das 12:00h às 15:00h, quando o sol atinge sua maior altura, às 12:00 h, que todas as áreas apresentam temperaturas mais elevadas, sendo que, devido ao maior acúmulo às 15:00 h, destaca-se a ocorrência de núcleos relativamente mais quentes e secos nas áreas mais verticalizadas (FIGURA 38), tendência esta que permanece até as 18:00h, ou seja, até o pôr-do-sol, quando o calor acumulado se dissipa por toda a área, tendendo a se tornar homogêneo.

A maior diferença de temperatura do ar registrada foi de 3,3 °C, entre o Bosque (29,9 °C), ponto 1, e o CFH (33,2 °C), ponto 2 e de 13 % entre o Bosque (59 %) e o CTC (46 %), ponto 10 (FIG. 38) para a umidade relativa do ar.

Assim como no verão, o horário das 6:00h da manhã apresenta uma homogeneidade por toda a área, tanto para a temperatura quanto para a umidade relativa do ar (FIG. 40). Somente às 12:00h (FIG. 42) é que se observa uma diferenciação maior entre as áreas com destaque para o Ponto 2, CFH, que apresenta a formação da ilhas de

calor. Tendência que se mantém até às 15:00h, quando tem-se um maior aquecimento de todas as áreas (FIGURA 43).

Observa-se ainda através da figura 42 que o campo térmico do inverno apresenta o mesmo comportamento do que o do verão para as áreas do bosque e da biblioteca, ou seja, elas registraram às 15:00h as menores temperaturas. No inverno, a tendência de homogeneização da temperatura ocorre de forma mais acentuada do que no verão, sendo que às 18:00h toda a área de estudo apresenta temperaturas muito próximas (FIG. 44).

A diferença máxima de temperatura do ar registrada foi de 1,4 °C, entre o Bosque (23,3 °C), ponto 1, e o CFH (24,7 °C), ponto 2 e de 8 % entre o Biblioteca (65 %), ponto 8, e o CCJ (57 %), ponto 4 (FIG. 43) para a umidade relativa do ar.

O período das 20:00h apresenta um comportamento similar ao horário das 6:00h

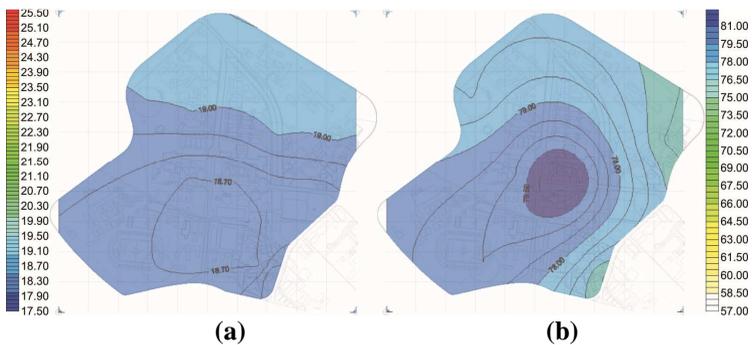


FIGURA 40: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 02-03/09/2008, inverno, às 6:00 horas.

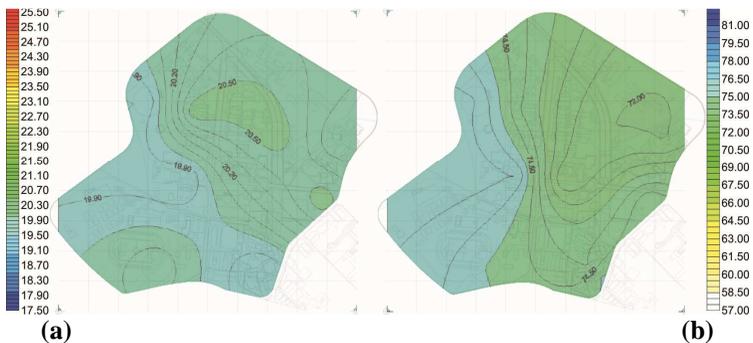


FIGURA 41: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 02-03/09/2008, inverno, às 9:00 horas.

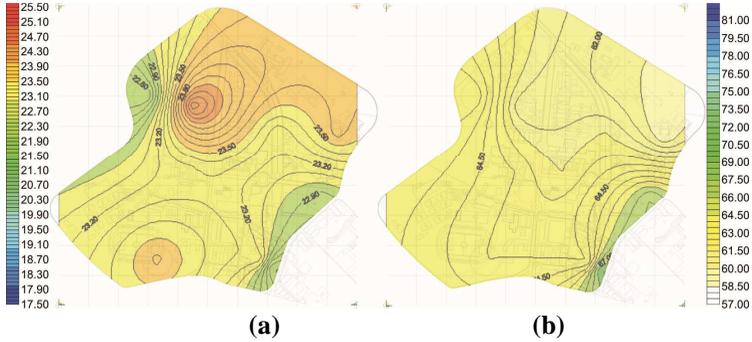


FIGURA 42: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 02-03/09/2008, inverno, às 12:00 horas.

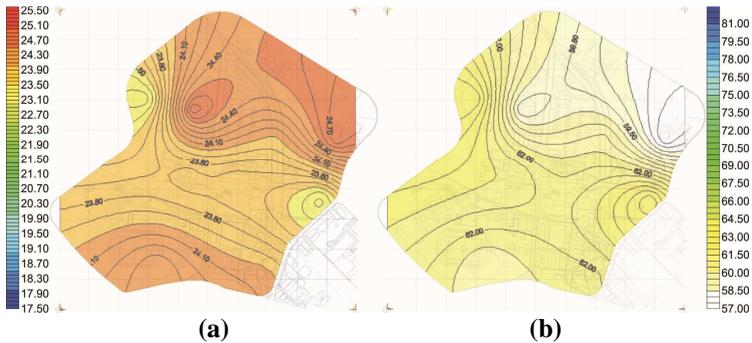


FIGURA 43: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 02-03/09/2008, inverno, às 15:00 horas.

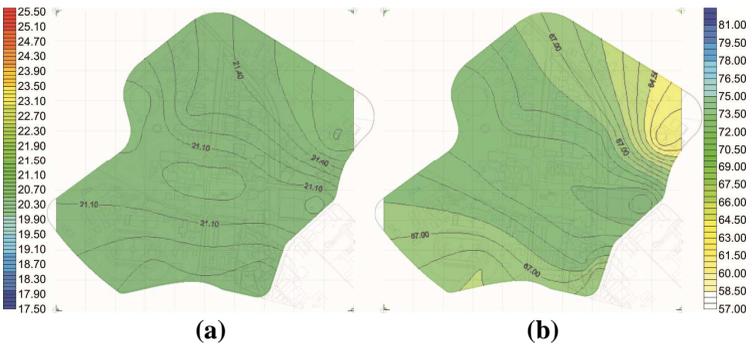


FIGURA 44: Distribuição de Temperatura do ar (a) e Umidade Relativa (b) na UFSC, levantamento do período 02-03/09/2008, verão, às 18:00 horas.

4.3. Resultados do levantamento dos diferentes recobrimentos do solo e suas respectivas porcentagens

O quadro 5 apresenta os índices de cada local trabalhado com a respectiva identificação das superfícies de recobrimento.

QUADRO 5: Índices levantados, em %, na elipse de cada ponto de medição.

Pontos	AT	AE	A	Ag	Área Permeável		Área Impermeável		
					G	S	C	BS	Af
Bosque	100	2,5	87,5	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CFH	100	31,3	0,0	0,0	51,5	0,0	8,7	0,0	8,5
CCE	100	7,7	30,4	4,4	31,3	0,0	1,7	24,6	0,0
CCJ	100	16,1	0,0	0,0	48,5	0,0	9,8	18,7	6,9
Refeitório	100	13,3	0,0	7,6	40,8	0,1	29,5	0,0	8,6
Pça. Ciudad.	100	0,0	2,3	0,0	35,9	0,0	44,8	0,0	17,1
Biblioteca	100	3,7	5,0	0,0	37,1	0,0	15,7	3,1	35,3
Ed. Física	100	5,1	2,2	2,1	82,6	8,0	0,0	0,0	0,0
CTC - N	100	28,6	0,2	0,0	27,3	8,4	23,1	4,8	7,7
CTC - O	100	28,6	0,2	0,0	27,3	8,4	23,1	4,8	7,7

Legenda: AT = Área Total, AE = Área Edificada, A = Árvore, Ag = Água, G = Grama, S = Solo, C = Calçada, BS = Bloco de concreto sextavado, Af = Asfalto

A figura 45 mostra o resultado do levantamento dos tipos de recobrimento do solo de cada área amostral analisada.

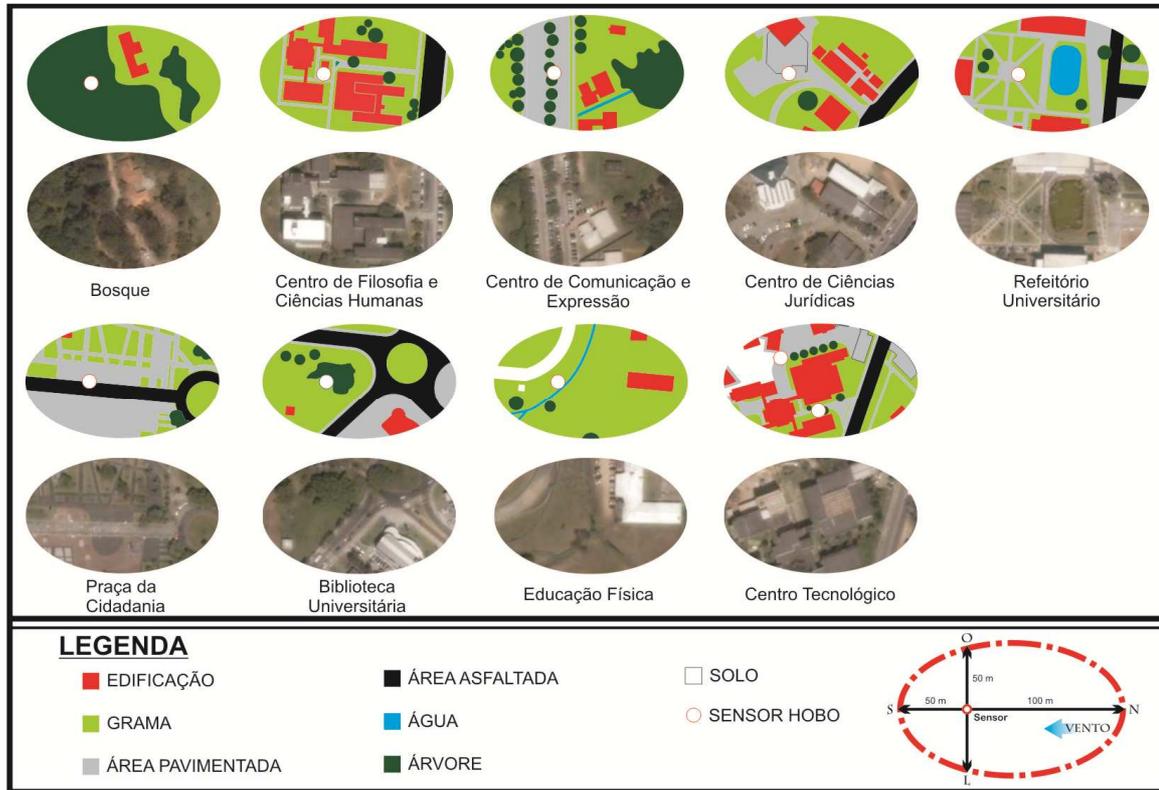


FIGURA 45: Tipo de recobrimento do solo

4.4. Densidade Construída

O quadro 6 apresenta os dados de densidade construída obtidos para cada área amostral. Estes resultados foram calculados através da multiplicação da taxa de ocupação das áreas edificadas, obtidas através de um mapa fornecido pela ETUSC e levantamentos realizados a partir de visita exploratória no campus, pelo respectivo número de pavimentos de cada edificação. Concluída esta etapa, somaram-se todos os resultados obtidos chegando-se ao total da densidade construída por área amostral.

QUADRO 6: Densidade construída, em %, na elipse por área amostral

PONTOS	DENSIDADE CONSTRUÍDA
Bosque	2,45
CFH	78,2
CCE	7,4
CCJ	25,9
Refeitório	27,4
Pça. Cidadania	0,0
Biblioteca	7,0
Educação Física	6,8
CTC- Oeste	80,8
CTC - Norte	80,8

Fonte: Autor

A figura 46 mostra o resultado da determinação do número de pavimentos de cada edificação para cada amostra analisada.

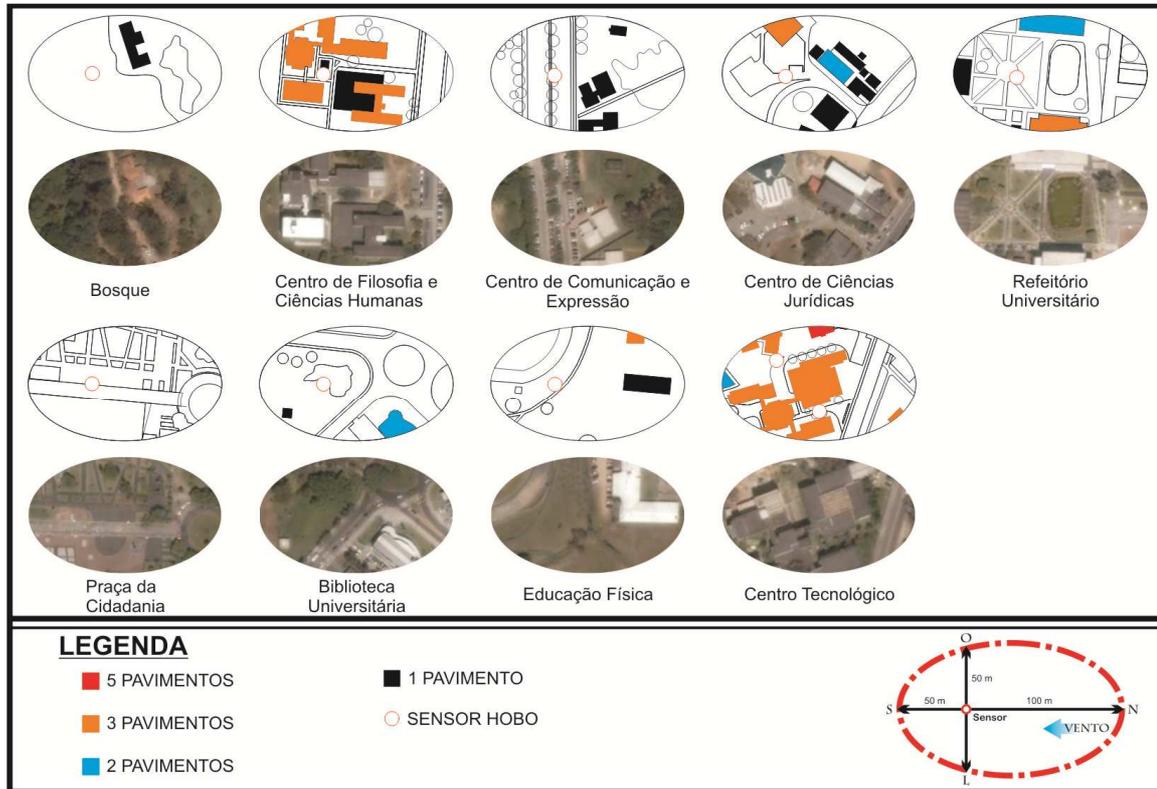


FIGURA 46: Gabarito de cada edificação para a identificação da densidade construída

4.5. Fator de Visão do Céu

A variável Fator de Visão do Céu (FVC) corresponde a uma estimativa da área de céu que é visível a partir de um determinado ponto de observação em análise, em relação ao total obstruído da abóbada. É, portanto, um parâmetro adimensional da quantidade de céu visível em um ponto.

As figuras 47 a 56 mostram as imagens obtidas com a lente olho-de-peixe e a respectiva delimitação da área de céu visível, que foi sobreposta ao diagrama solar com o intuito de determinar quais horários e a intensidade de radiação solar que incide sobre cada área.

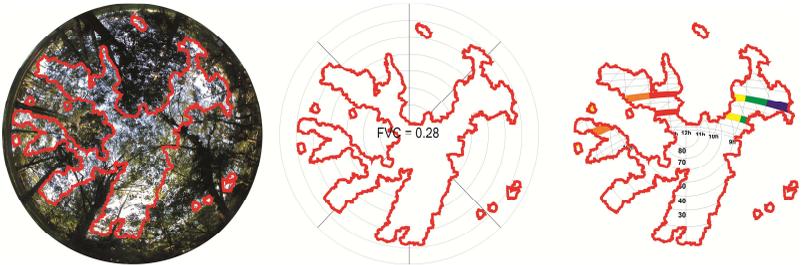


FIGURA 47: Bosque

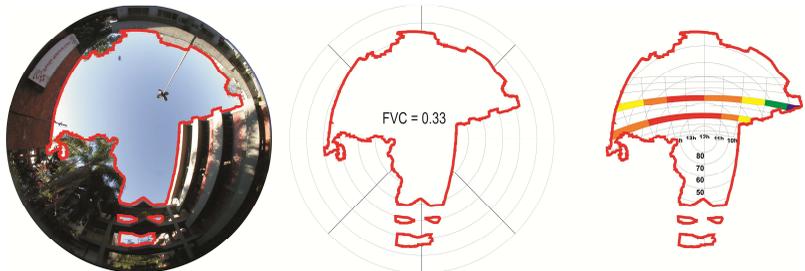


FIGURA 48: Centro de Filosofia e Ciências Humanas

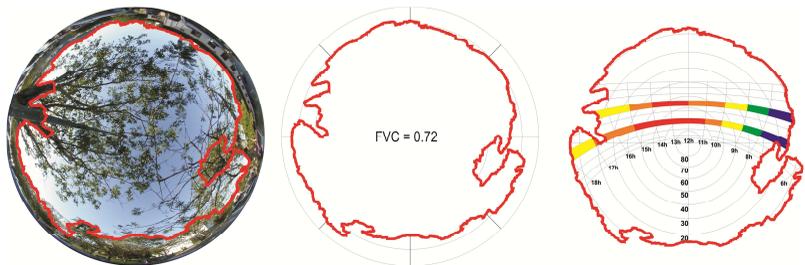


FIGURA 49: Centro de Comunicação e Expressão

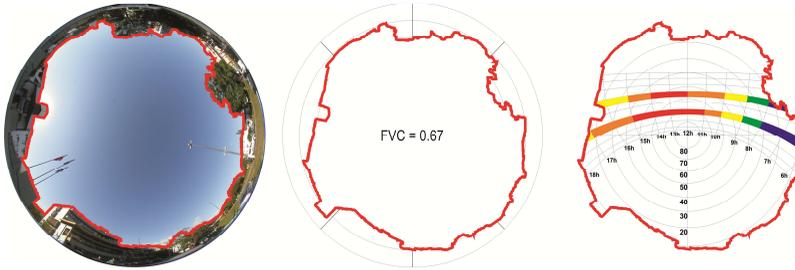


FIGURA 50: Centro de Ciências Jurídicas

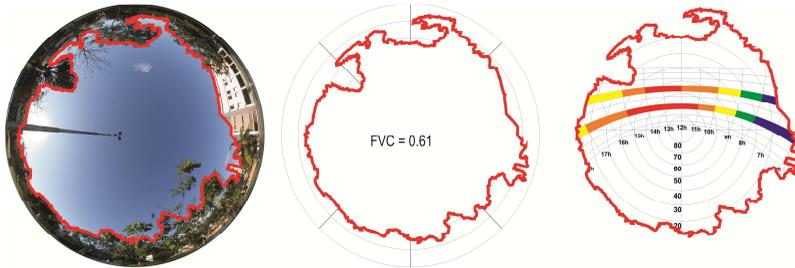


FIGURA 51: Restaurante Universitário

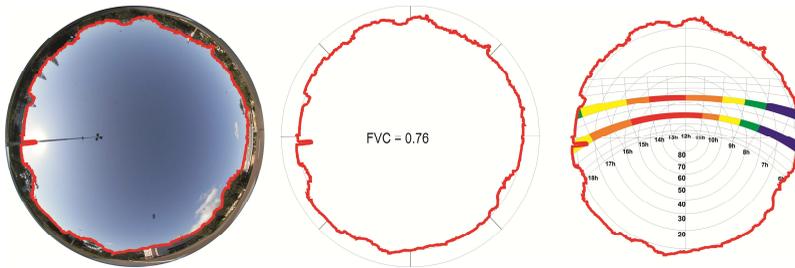


FIGURA 52: Praça da Cidadania

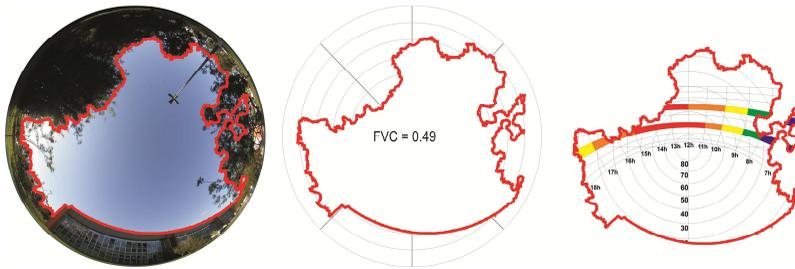


FIGURA 53: Biblioteca Universitária

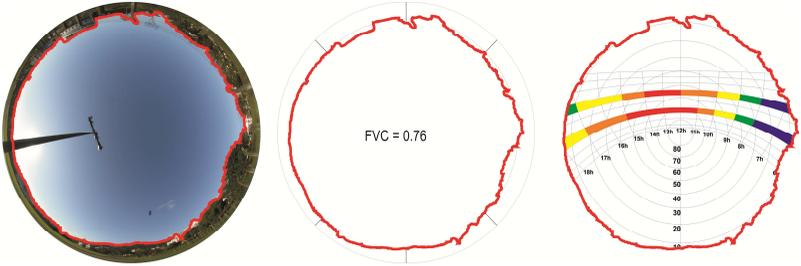


FIGURA 54: Educação Física

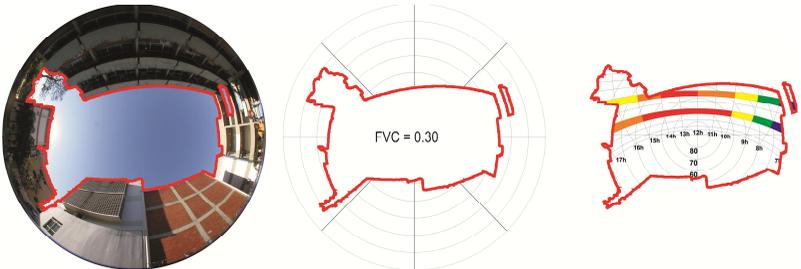


FIGURA 55: Centro Tecnológico – CTC – Orientação Oeste

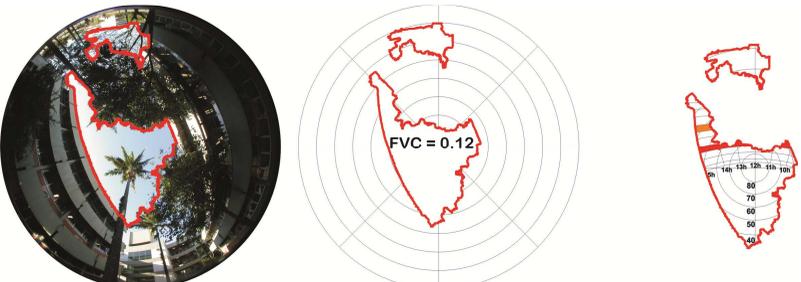


FIGURA 56: Centro Tecnológico – CTC – Orientação Oeste

Desta forma, foram encontrados os seguintes fatores de visão do céu (FVC) por ponto (Tabela 3).

QUADRO 7: Fator de Visão do Céu por ponto

PONTOS	FVC	FVC (%)
Bosque	0,28	28
CFH	0,33	33
CCE	0,72	29
CCJ	0,67	67
Refeitório	0,61	61
Pça. Cidadania	0,76	76
Biblioteca	0,49	49
Educação Física	0,76	76
CTC- Oeste	0,30	30
CTC - Norte	0,12	12

Fonte: Autor

4.6. Integração dos Resultados

Os resultados obtidos foram integrados para melhor visualização dos dados encontrados. Efetuou-se o cruzamento das variáveis climáticas, temperatura e umidade relativa do ar, e as variáveis urbanas, área edificada, água, área permeável, impermeável, densidade construída e FVC, de forma que, permitisse compreender a partir da análise de desempenho térmico do ambiente urbano da UFSC e o processo de formação da ilha de calor na área de estudo.

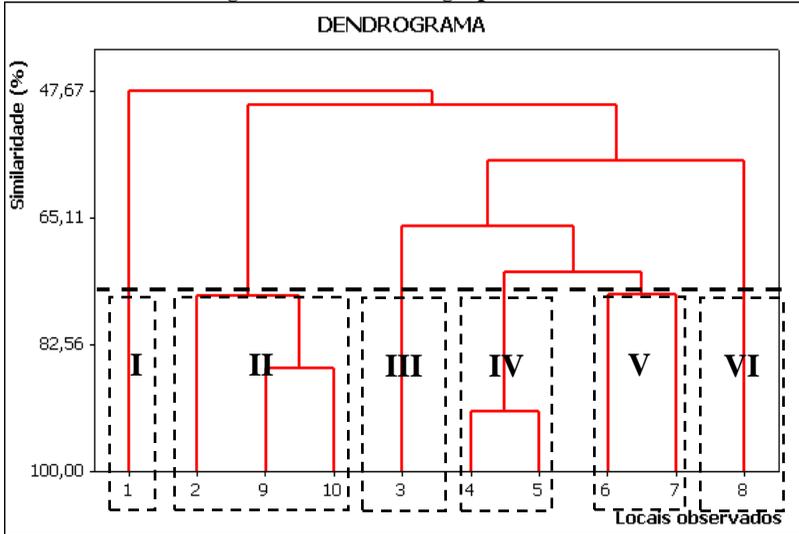
Inicialmente, foram realizadas análises de regressão linear múltipla tanto para a temperatura média ($T_{ar,m}$) quanto para a umidade relativa média do ar (UR_m) para os 10 pontos monitorados. Ao inserirmos os dados no software Statgraphics observou-se que embora os resultados indicassem uma correlação moderada, ou seja, uma tendência do comportamento da temperatura e umidade relativa em função da ocupação urbana, estas somente apresentavam um correlação forte ($r=0,8$) após a exclusão de algumas variáveis, indicadas pelo software, como variáveis pouco significativas, ou seja, $p < 95\%$.

Na análise das características individuais de cada ponto, constatou-se que seria muito difícil encontrar uma única equação que explicasse, ao mesmo tempo, o fenômeno para as diferentes áreas monitoradas, visto que, estes locais possuíam características que os distinguiam dos demais, resultando assim, em um comportamento térmico diferenciado.

Assim, a alternativa encontrada foi realizar o agrupamento dos pontos em função de suas similitudes e posteriormente realizar as análises de regressão para cada conjunto formado. Para tanto, foi utilizado o método estatístico de agrupamento que consiste no

agrupamento dos pontos através da semelhança das variáveis de ocupação urbana (GRÁFICO 4).

GRÁFICO 4: Dendrograma – Análise de agrupamento

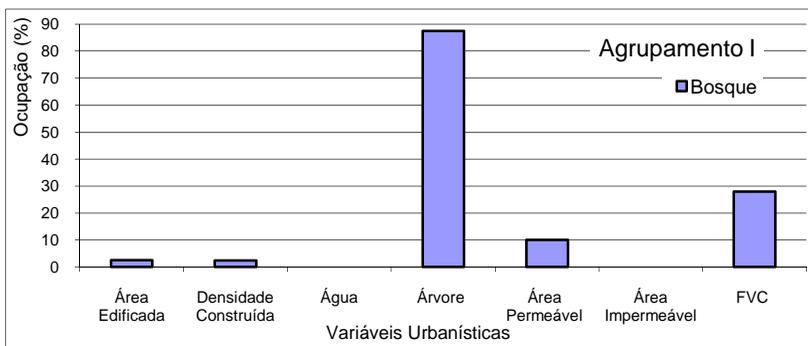


Para desenvolver os procedimentos necessários para a realização da análise de agrupamento e obter o dendrograma foi inserido no software Minitab versão 14 os índices de ocupação do solo levantados em cada área amostral e apresentados anteriormente no quadro 5, o que permitiu realizar o agrupamento dos 10 pontos analisados.

A interpretação do dendrograma permitiu dividir as amostras em seis grupos, sendo eles: Grupo I (ponto 1 – Bosque do planetário), Grupo II (pontos 2, 9 e 10 – CFH, CTC-O e CTC-N), Grupo III (ponto 3 – CCE), Grupo IV (pontos 4 e 5 – CCJ e RU), Grupo V (pontos 6 e 7 – Praça da Cidadania e BU) e Grupo VI (ponto 8 – Educação Física).

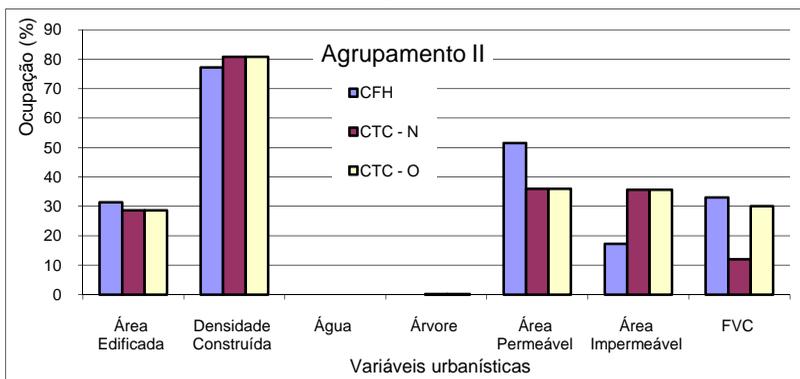
No agrupamento I, Bosque do planetário, ponto 1, o principal parâmetro de influência é o alto índice de área arborizada e os baixos índices de área gramada, área edificada e densidade construída (GRÁFICO 5).

GRÁFICO 5: Ocupação do solo – Agrupamento 1



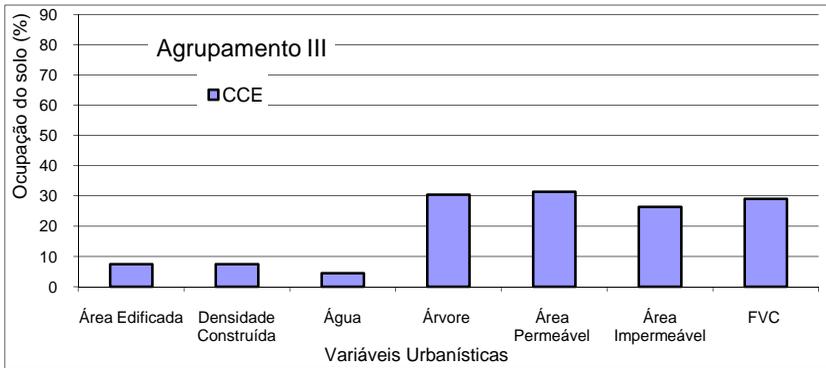
No agrupamento II, formado pelo CFH e o CTC, pontos 2, 9 e 10, reúne os pontos cuja principal característica é a elevada taxa de impermeabilização do solo, representado pela área edificada, impermeabilização do solo e da densidade construída além do baixo índice de área permeável (GRÁFICO 6).

GRÁFICO 6: Ocupação do solo – Agrupamento 2



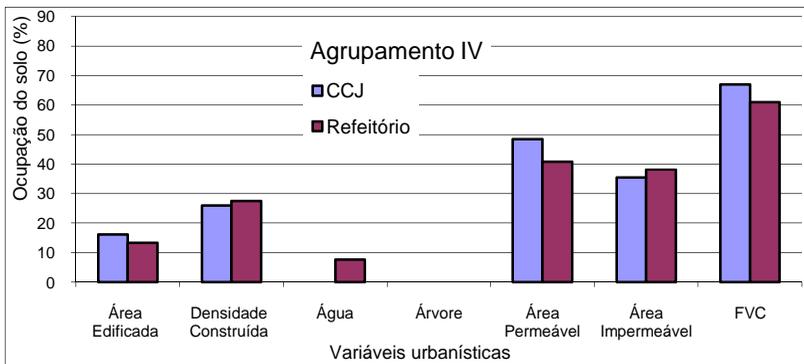
Representado pelo ponto 3, Centro de Comunicação e Expressão, o agrupamento III é caracterizado por edificações de 1 pavimento e pequena área edificada, resultando em uma baixa densidade construída. Entretanto, esta área possui uma grande área permeável, além de uma arborização ao longo da via pavimentada com blocos de concreto sextavados, área impermeável (GRÁFICO 7).

GRÁFICO 7: Ocupação do solo – Agrupamento 3



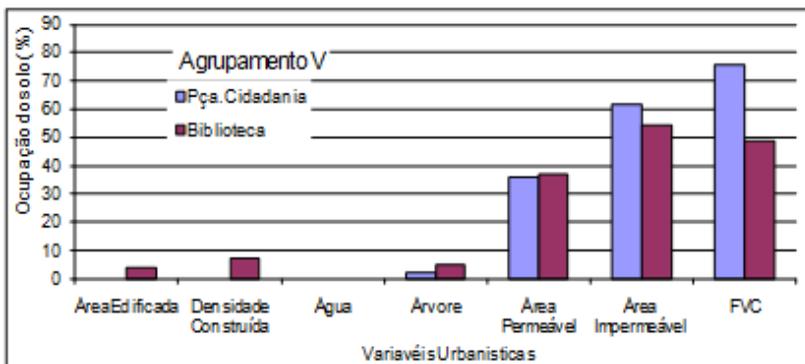
O agrupamento IV é formado pelos pontos 4 e 5, CCJ e o restaurante universitário, respectivamente. Neste conjunto, as principais variáveis urbanísticas que influenciam no comportamento térmico destas áreas são as elevadas áreas permeáveis, impermeáveis e o FVC, além do baixo índice de área edificada, densidade construída e água (GRÁFICO 8).

GRÁFICO 8: Ocupação do solo – Agrupamento 4



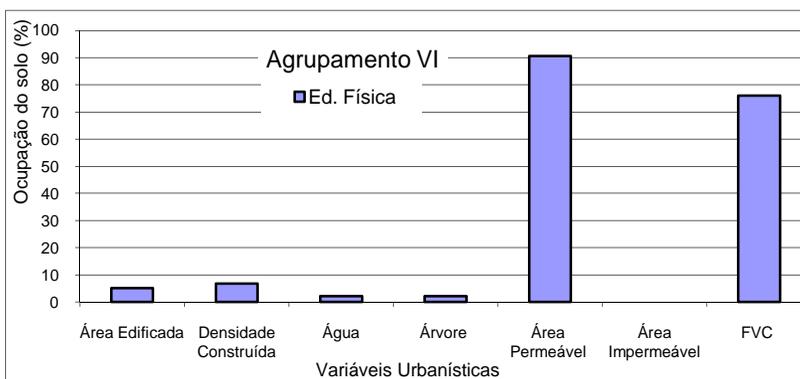
No agrupamento V, composto pela praça da cidadania e a biblioteca universitária, tem como principal parâmetro de influência as áreas impermeável e permeável além do FVC. As demais variáveis que compõem o conjunto, área edificada, densidade construída e árvore, possuem índices muito baixos.

GRÁFICO 9: Ocupação do solo – Agrupamento 5



No agrupamento VI, educação física, ponto 9, caracteriza-se pela elevada área permeável e FVC e pouca incidência de arborização, área construída e água.

GRÁFICO 10: Ocupação do solo – Agrupamento 6



Identificados os agrupamentos formados, foram realizadas as análises de regressão linear múltipla para cada conjunto formado, correlacionando os parâmetros de ocupação do solo com os dados de temperatura e umidade relativa do ar obtido nos monitoramentos. As equações geradas pelo software Statgraphics para cada agrupamento são apresentados no apêndice como exemplificados nos quadros 8.

QUADRO 8: Equações de regressão linear múltipla para o período de verão.

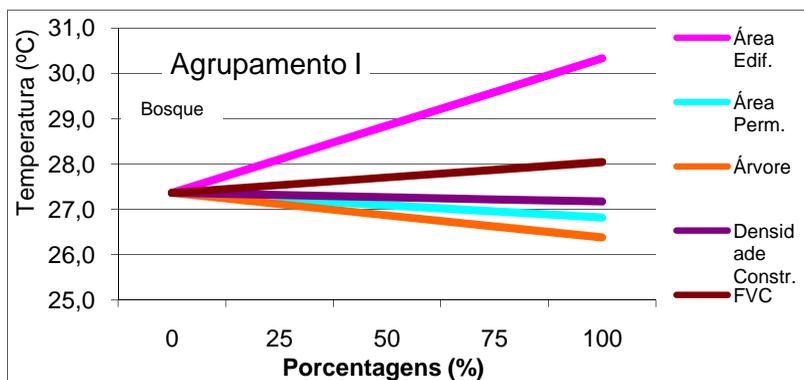
Agrup		Variável Climática	ESTAÇÃO		
			Verão	r ²	Eq
I	BOSQUE	Temp.	$27,3622 + 0,029677 * \text{Área Edif.} - 0,00541607 * \text{Área Perm.} - 0,00984828 * \text{Árvore} - 0,00190322 * \text{Densid. Constr.} + 0,00681745 * \text{FVC}$	0,66	1
		Umid.	$66,3919 - 0,169907 * \text{Área Edif.} + 0,058757 * \text{Área Perm.} + 0,0404861 * \text{Árvore} + 0,0139802 * \text{Densid. Constr.} - 0,043191 * \text{FVC}$	0,59	2
II	CFH / CTC	Temp.	$26,3548 + 0,0471898 * \text{Área Edif.} + 0,0119534 * \text{Área Imperm.} - 0,0060665 * \text{Área Perm.} - 0,0054558 * \text{Densid. Constr.} + 0,0049045 * \text{FVC}$	0,69	3
		Umid.	$70,3093 - 0,21388 * \text{Área Edif.} - 0,0347318 * \text{Área Imperm.} + 0,0222805 * \text{Área Perm.} + 0,0140589 * \text{Densid. Constr.} - 0,0480378 * \text{FVC}$	0,57	4
III	CCE	Temp.	$19,7401 + 0,139767 * \text{Área Edif.} + 0,0795247 * \text{Área Imperm.} - 0,0738681 * \text{Área Perm.} - 0,0666988 * \text{Árvore} - 0,0160225 * \text{Densid. Constr.} + 0,00375638 * \text{FVC}$	0,79	5
		Umid.	$42,1556 - 0,180151 * \text{Área Edif.} - 0,252868 * \text{Área Imperm.} + 0,31086 * \text{Área Perm.} + 0,283886 * \text{Árvore} - 0,0309157 * \text{Densid. Constr.} - 0,0529244 * \text{FVC}$	0,65	6
IV	CCJ / RU	Temp.	$26,4052 - 0,0676291 * \text{Água} + 0,0716056 * \text{Área Edif.} + 0,0127042 * \text{Área Imperm.} - 0,00702196 * \text{Área Perm.} - 0,0153354 * \text{Densid. Constr.} + 0,00405139 * \text{FVC}$	0,79	7
		Umid.	$70,5282 + 0,293983 * \text{Água} - 0,107745 * \text{Área Edif.} - 0,0314679 * \text{Área Imperm.} + 0,0264338 * \text{Área Perm.} + 0,0288874 * \text{Densid. Constr.} - 0,0517461 * \text{FVC}$	0,65	8

Determinadas as equações de correlação das variáveis climáticas, temperatura e umidade relativa do ar, em função das variáveis urbanas foi possível determinar quais elementos mais influenciaram na variação da temperatura e umidade relativa do ar.

Durante o período de medição, no verão, as menores temperaturas mensuradas foram registradas no ponto 1, Bosque do Planetário, área ocupada em sua quase totalidade por árvores, enquanto que as mais elevadas foram obtidas nos pontos 2, 9 e 10, setores com maior densidade de edificações e pouca vegetação, no caso, o CFH, CTC, orientação oeste e norte, principais áreas edificadas da UFSC. Utilizando as equações formuladas tanto para o agrupamento 1 quanto para o 2 é possível observar o comportamento destas áreas.

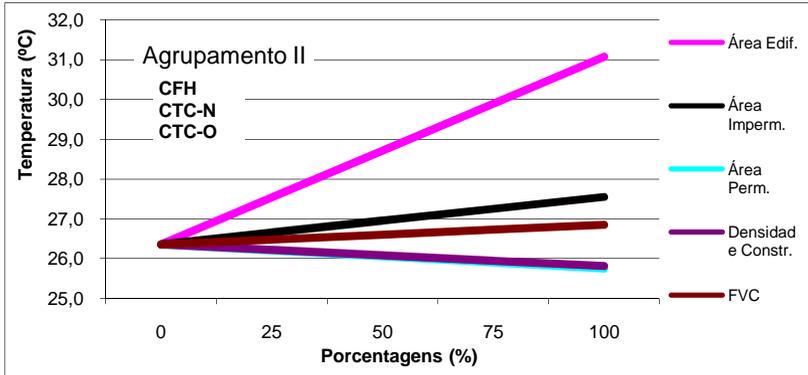
No gráfico 11, referente ao agrupamento I, ao substituir na equação as variáveis urbanísticas por valores de ocupação, observa-se que ocorre uma elevação da temperatura do ar quando há uma substituição da área arborizada pela área edificada, demonstrando assim, concordância com os resultados apresentados em outros trabalhos sobre o clima urbano.

GRÁFICO 11: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento I, no verão.



Seguindo a tendência do cenário desenvolvido anteriormente, o agrupamento II, caracterizado por ser uma área de mais edificadas apresenta uma destacada elevação da temperatura ao promover um aumento da ocupação do solo por edificações. Ainda de acordo com os cenários produzidos é possível verificar que, ao se aumentar a área permeável tem-se uma redução nos valores da temperatura do ar (GRÁFICO 12).

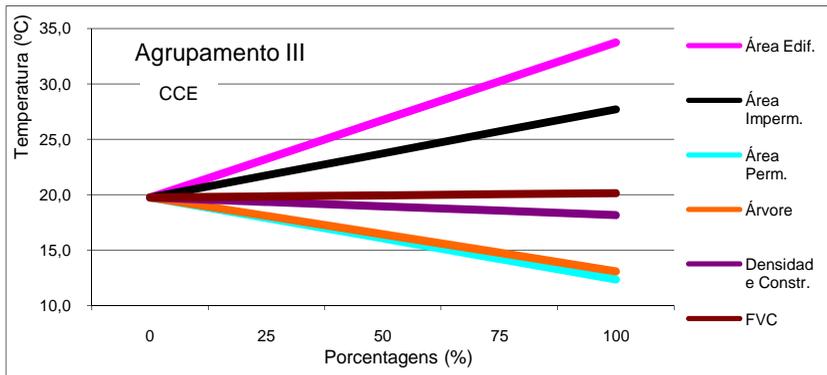
GRÁFICO 12: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento II, no verão.



Por se tratar de uma área densamente construída com destacada elevação da temperatura seria importante aumentar a arborização desta área, a fim de, promover uma redução da temperatura nesta ambiente.

Ao realizar a análise de regressão para o agrupamento III, referente ao CCE, foi utilizado a equação 5 para descrever o comportamento desta área. O gráfico 13 descreve o comportamento da temperatura em função da alteração dos valores de ocupação do solo para cada variável urbana levantada nesta área.

GRÁFICO 13: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento III, no verão.



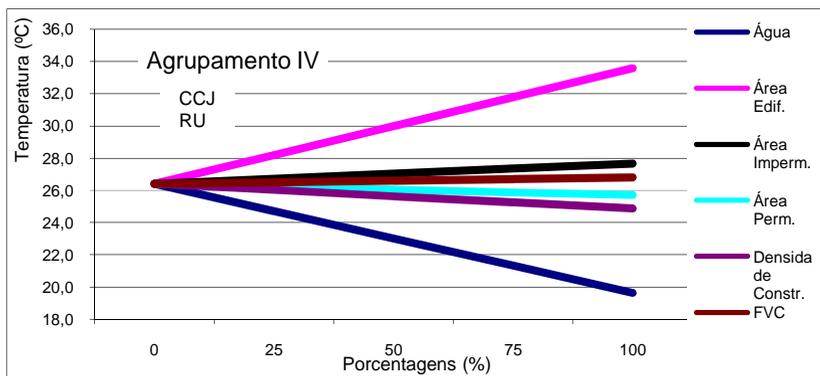
Observa-se que, assim como nas análises anteriores a área edificada é o elemento que apresenta maior influência sobre a variação da temperatura. Embora apresente poucas edificações, esta área de

acordo com o programa de crescimento da UFSC prevê uma maior ocupação deste ambiente, o que acarretará em uma diminuição da área permeável e na arborização e elevação da impermeabilização do solo, dois dos fatores que favorecem a elevação da temperatura (GRÁFICO 13).

Embora o CCJ apresente uma densidade construída menor que o restaurante universitário (GRÁFICO 8), ambos apresentam um elevado FVC, 67% e 61% (TABELA 3), respectivamente. Entretanto, o CCJ apresenta uma pequena diferença de temperatura do ar em relação à área amostral do refeitório.

Ao se alterar uma das variáveis independentes na equação 7 é possível observar a influência desta sobre o comportamento da temperatura. No gráfico 14, tem-se que a área edificada é o elemento que apresenta maior influência sobre a variação da temperatura, enquanto que a área permeável e a árvore apresentam um comportamento inverso, ou seja, uma redução da temperatura.

GRÁFICO 14: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento IV, no verão.



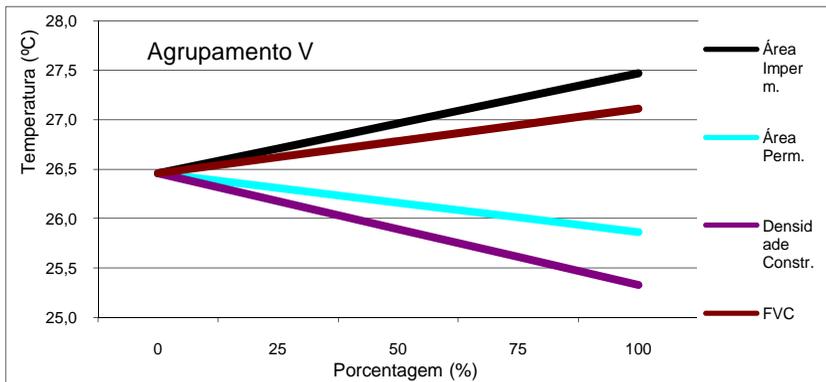
A diferença de temperatura encontrada entre o CCJ e o RU pode ser atribuída à forma com que o RU está implantado, o que permite uma melhor ventilação, resultando consequentemente na redução dos ganhos térmicos solares, uma vez que, ambas as áreas apresentam valores de área impermeabilizada, edificada, densidade construída, permeável e FVC próximas.

A praça da cidadania mesmo sem a presença de edificações apresenta valores elevados de temperatura. De acordo com as principais bibliografias consultadas, que destacam a influência do tipo de recobrimento do solo na elevação da temperatura do ar esse resultado

pode ser explicado devido a grande área impermeabilizada, que somado ao grande FVC (76%) (Tabela 3), permite um maior acesso da radiação solar, que conseqüentemente absorverá uma parte significativa da radiação incidente, promovendo assim um aquecimento do ar deste recinto.

Asaeda *et. al.* (1993), que estudou a influência do tipo de recobrimento do solo demonstrou que, dentre os materiais utilizados para o recobrimento do solo os pavimentos asfálticos absorvem consideravelmente maior quantidades de radiação solar que as superfícies de concreto, promovendo assim, grande influência sobre o comportamento térmico.

GRÁFICO 15: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento V, no verão.



Ao contrário do fato que ocorre na praça da cidadania e biblioteca central onde há uma grande área impermeabilizada, o ponto 8 que representa a educação física, apresenta uma grande área de solo permeável. Em relação à temperatura do ar, Ometto (1981), afirma que a quantidade de água presente no solo condiciona uma maior ou menor absorção da energia radiante, sendo que, ao contrário das superfícies rígidas que absorvem essa energia e a convertem em calor, parte da radiação incidente sobre a grama será utilizada no processo de evapotranspiração, que resultará em liberação de vapor d'água para o ambiente e, contribuindo assim, para o arrefecimento do ar.

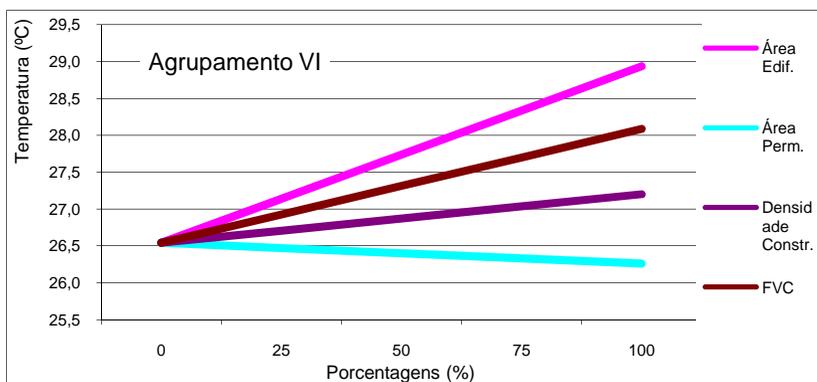
Porém, segundo Mizuno *et. al.* (1991)²³ *apud* Duarte (2000, p.

²³ Mizuno, M; Nakamura, Y; Murakami, H; Yamamoto, S.. **Effects of land use on urban horizontal atmospheric temperature distributions.** *Energy and Buildings*, n.15-16, 1990/91, p.165-176.

41), uma superfície revestida somente com grama, sem o fator sombreamento provocada pelas árvores, não contribui muito para a redução da temperatura do ar, fato observado no gráfico 15, onde a área permeável exerce pouca influência na redução da temperatura.

Embora a biblioteca, mesmo estando localizado próximo à região altamente edificada, acesso ao bairro da trindade, com alta taxa de impermeabilização do solo, apresenta uma pequena diferença de temperatura do ar igual a 0,5 °C, em relação ao bosque. Este local, por se tratar de uma área com solo permeável e presença de arvores, corrobora com a afirmação de Mizuno, onde a associação entre o solo revestido com grama e a presença de arvores auxilia na redução da temperatura, uma vez que, durante o verão, ocorre uma maior incidência de radiação solar direta (FVC = 49%).

GRÁFICO 16: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento VI, no verão.



Além da temperatura, a umidade é outro elemento que apresenta alterações significativas nas áreas urbanas. A impermeabilização do solo através da pavimentação juntamente com o aumento da área edificada promove a redução da capacidade do solo em liberar para o ambiente vapor d'água através da evapotranspiração, conseqüentemente, ocorre uma redução da umidade relativa do ar.

O menor valor registrado para a umidade relativa do ar foi na praça da cidadania, área com grande área impermeabilizada e pouca vegetação. Os valores mensurados demonstram total concordância com os resultados da análises de regressão linear múltipla, sendo que, como foi focado anteriormente, além da praça da cidadania possuir uma extensa área impermeabilizada a mesma apresenta um grande FVC (76%) (TABELA 3), o que favorece uma maior incidência de radiação

solar e conseqüentemente maior absorção da mesma pela estrutura.

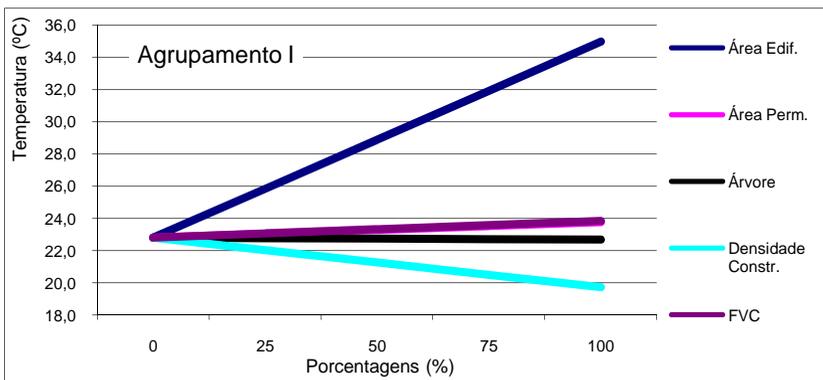
Como salientado anteriormente, o bosque, ponto 1, apresentou o menor valor para a temperatura (29,9 °C). Em estudos desenvolvidos sobre a influência exercida pelas árvores na redução da temperatura, Ca *et. al.* (1998), Shashua-Bar e Hoffman (2000) e Spronken-Smith e Oke, (1998), destacam que o arrefecimento do ar se deve tanto ao sombreamento promovido pelas árvores quanto à absorção de grande parte da radiação solar. De acordo com Ca *et. al.* (1998) a redução da temperatura proporcionada pelas pequenas áreas arborizadas é de 1 a 2 °C.

No monitoramento realizado no bosque a diferença encontrada ente a área arborizada e a área de maior temperatura, no caso, o CFH, variou em média entre 1,5 e 3,3 °C. Porém, a influência desta área mostrou-se muito localizada.

O período de inverno é caracterizado pela redução da amplitude térmica de 11 °C, no verão, para 6 °C, sendo que, no bosque a temperatura máxima registrada foi de 23,3 °C, enquanto que, no CFH foi de 24,7 °C, que equivale a uma diferença de 1,4 °C, enquanto que no verão a diferença máxima obtida foi de 3,3 °C. Assim como no verão, a área mais aquecida foi o CFH.

Observa-se, entretanto, que no inverno a influência da vegetação arbórea na redução da temperatura é reduzida (GRÁFICO 17).

GRÁFICO 17: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento I, no inverno.



De acordo com a análises de regressão linear múltipla desenvolvida para o período de inverno, o fator que mais influencia na redução da temperatura é a densidade construída.

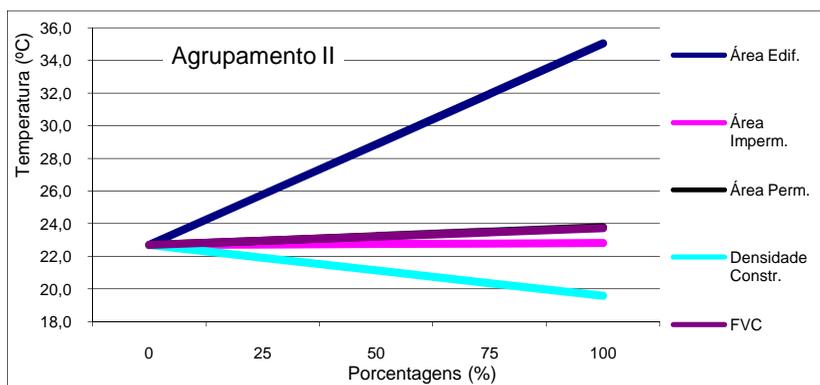
Devido a inclinação mais baixa do sol nesta estação, tem-se uma redução dos ganhos térmicos solares, que associadas a algumas tipologias construtivas promovem o sombreamento do recinto entre os edifícios, acarretando em uma em um menor aquecimento do recinto. O ponto 10, CTC - norte, devido ao menor FVC (12%) apresentou um menor aquecimento (24 °C), ou seja, 1,6 °C mais frio que o ponto mais quente, CFH, ponto 2 (25,6 °C). No verão a diferença encontrada entre estas áreas foi de 0,9 °C.

Oke (1978) demonstrou que, mesmo tendo-se em vista fatores como largura das vias, o grau de arborização e o tipo de pavimentação, em alguns casos, o grau de obstrução do entorno, representado pelo FVC influência no comportamento térmico da ambiente.

Segundo Assis (1990), no inverno, durante o dia, áreas que apresentam pequenos valores de FVC fica menos sujeita à radiação solar, como é o caso do CTC (12% - Norte) (TABELA 3), que apresentou, no verão, maior influência na elevação da temperatura.

A regressão realizada para o agrupamento II, corrobora com as afirmações anteriores, como pode ser visto no gráfico 18, onde o elemento que apresenta maior influência na variação da temperatura é a área construída. Porém, a medida em que há um aumento do gabarito das edificações tem-se uma elevação da densidade contruída e consequentemente um aumento do sombreamento da área entre as edificações, por conseguinte, redução da temperatura do ar.

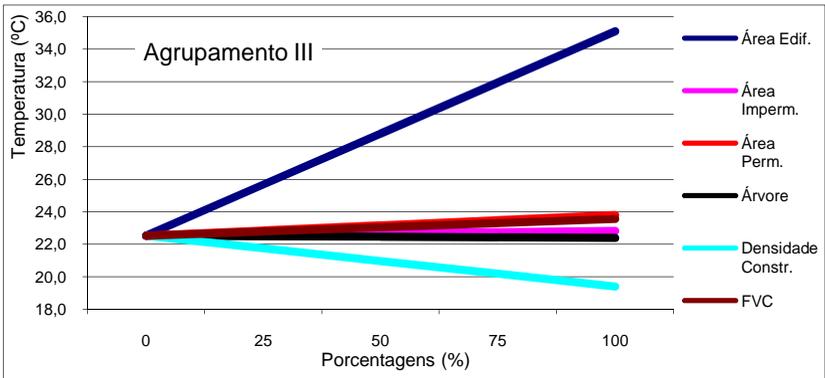
GRÁFICO 18: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento II, no inverno.



Na análises de regressão linear múltipla desenvolvida para o agrupamento III (GRÁFICO 19) no período de inverno, nota-se a área

permeável e a vegetação arbórea deixam de exercer uma maior influência sobre a redução da temperatura, passando a densidade construída a exercer maior destaque na do comportamento térmico deste conjunto.

GRÁFICO 19: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento III, no inverno.

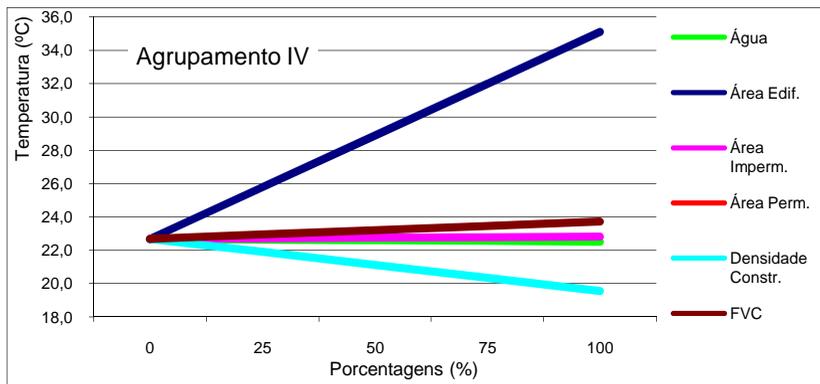


Apesar de ser uma área pouco edificada, foi destacado anteriormente que esta é uma área de expansão prevista no plano diretor do campus da UFSC, pois, como pode ser observado, os elementos mais influentes sobre o comportamento térmico são a área edificada e a densidade construída.

Assim como no verão, o agrupamento IV no inverno apresenta uma maior aglomeração das variáveis independentes, entretanto, nesta estação, igualmente como ocorre nos gráficos anteriores, apresenta uma inversão entre a componente água e a densidade construída, passando esta última a exercer uma maior influencia sobre o campo térmico dos ambientes, CCJ e RU (GRÁFICO 20).

Entretanto, esta redução dos ganhos térmicos, somente ocorreria caso houvesse uma ampliação do gabarito das edificações e consequentemente, redução da área exposta à radiação solar.

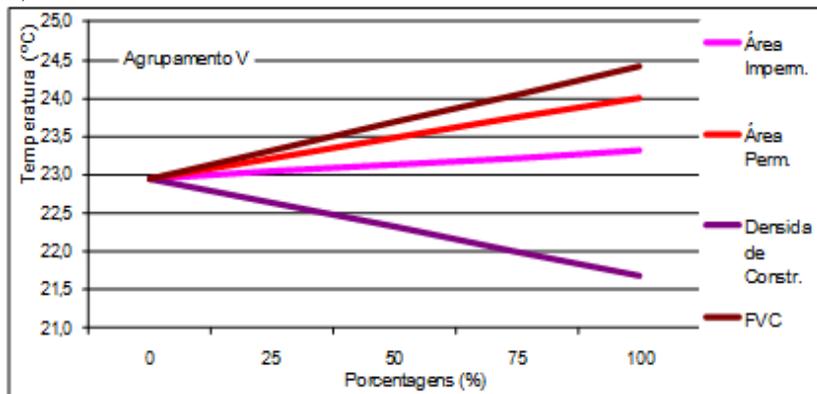
GRÁFICO 10: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento IV, no inverno.



No inverno, de acordo com a equação preditiva de regressão para a praça da cidadania e a biblioteca universitária, Eq. 21 (QUADRO 9), apresenta uma inversão em relação ao comportamento das variáveis, área construída e FVC, onde o último passa a exercer uma maior influência sobre o comportamento térmico da área, bem como a área permeável, que durante o período de verão apresentava uma influência negativa, ou seja, favorecia na redução da temperatura ambiente.

Este comportamento justifica-se devido ao fato que, durante o inverno, devido à inclinação mais baixa do sol, há uma redução na intensidade da radiação solar que incide sobre a superfície. Conseqüentemente, um maior FVC permite que esta área absorva uma maior quantidade de radiação solar durante um maior período de tempo.

GRÁFICO 21: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento V, no inverno.

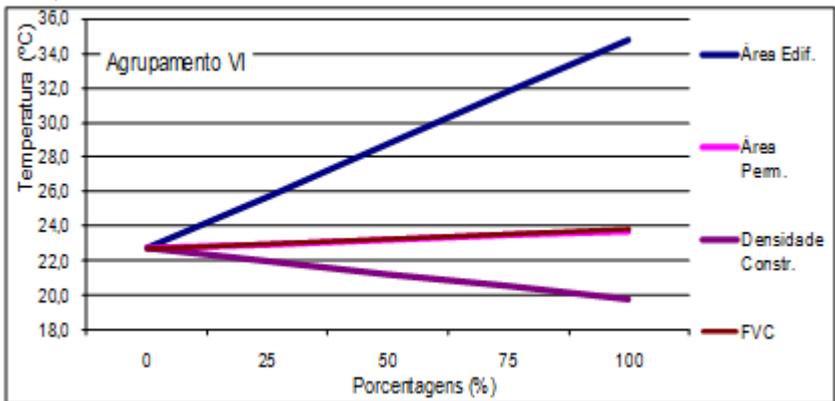


Conforme pode ser visualizado no gráfico 22, referente ao agrupamento VI, verifica-se que a área permeável apresenta um comportamento contrário ao apresentado no período de verão, onde esta variável contribui para a redução da temperatura.

Embora Florianópolis apresente índices elevados de umidade relativa, com uma média anual em torno de 82%, no inverno, são registrados os menores índices pluviométricos, sendo que, a intensidade média mensal residiram entre 0,37 (julho) e 0,48 mm/h (agosto) e para os meses de verao intensidades entre 1,35 (dezembro) e 1,92 mm/h (janeiro) (SILVA et. al, 2005).

Portanto, o comportamento apresentado pela área permeável esta de acordo com o exposto na revisão bibliográfica por Barradas, Tejeda-Martínez, e Jáuregui (1999), quando estes, afirmam que uma área vegetada durante um período de déficit hídrico apresenta uma diminuição na evapotranspiração, acarretando conseqüentemente na redução do efeito refrescante destes ambientes.

GRÁFICO 22: Gráfico preditivo do comportamento da temperatura do agrupamento VI, no inverno



4.7. Considerações finais

As diferentes formas urbanas produzem distinto microclimas ao longo da cidade tornando esta, um universo de difícil análise. Traduzir esta complexidade do ponto de vista do comportamento térmico do ambiente significa diagnosticar estas diferenças.

Através da análise realizada no estudo, observou-se que as variáveis urbanísticas exercem grande influência sobre a variação

térmica do ambiente urbano. Como tal, alguns elementos, tais como, área construída, pavimentada, recoberta de vegetação e área de corpos d'água, desempenham um papel importante na compreensão do fenômeno de aquecimento urbano, o que permite concluir que o comportamento climático dos ambientes urbanos não pode ser explicado isoladamente, sendo mais apropriado a somatória dessas variáveis, de forma que se possa melhor observar a influência do ambiente sobre as variações de temperatura.

Capítulo 5

Conclusão

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho foi avaliar o impacto do ambiente construído sobre a modificação do microclima urbano, principalmente no que se refere ao comportamento das áreas verdes e das áreas construídas. Desta forma, procurou-se compreender como a ocupação do solo influencia na alteração do comportamento da temperatura e da umidade relativa do ar, permitindo assim, obter uma melhor compreensão do fenômeno.

Os resultados desta pesquisa mostraram a importância das características construtivas para o ambiente térmico, nos períodos de verão e inverno. A orientação, a densidade construída, o fator de visão do céu e vegetação são elementos que têm papel significativo na formação e amenização da ilha de calor.

A partir da hipótese de que há uma correlação entre microclimas urbanos e a condição de ocupação do solo, procurou-se estabelecer uma correlação numérica entre a temperatura e a umidade do ar e alguns parâmetros de ocupação do solo, de forma a demonstrar a existência de áreas sobreaquecidas no campus da UFSC.

A metodologia adotada para o estudo permitiu identificar a influência da ocupação do solo na variação de temperatura em diferentes pontos da UFSC. As medições realizadas mostraram que houve um aquecimento médio de $0,6^{\circ}\text{C}$ nas áreas construídas em relação às áreas verdes. Este aquecimento parece pouco significativo quando comparado com resultados obtidos em estudos similares, onde a diferença de temperatura encontrado varia em até 5°C , porém, esta pequena diferença encontrada indica que, a alteração do meio natural através da urbanização e atividades antrópicas, por menor que sejam, favorecem o aumento da temperatura local.

A análise das áreas identificou-se alterações microclimáticas entre os pontos onde foram realizadas as medições das variáveis ambientais. Tais alterações demonstraram relação com a configuração urbana de cada ponto.

Os resultados encontrados apresentaram comportamentos diferentes em relação às estações, verão e inverno. A partir da correlação das variáveis urbanas e as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, foram obtidos coeficientes de correlação mais significativos no verão, $r = 0,89$ para a temperatura do ar e $r = 0,81$, para a umidade relativa, refletindo assim, uma maior influência do espaço construído, o que concorda com a teoria existente.

As análises comparativas realizadas para cada área de

influência mostraram que nem sempre a relação entre porcentagens de ocupação e variação da temperatura ocorre de forma esperada e direta. De modo geral, concluiu-se que algumas localidades apresentaram relações entre a variação de temperatura e as porcentagens de ocupação inversas ao que seria esperado. Outro ponto a ser evidenciado é o fato de algumas localidades apresentarem porcentagens de áreas permeáveis e impermeabilizadas muito diferentes, entretanto, apresentarem valores de temperatura muito próxima.

Concluiu-se ainda que o poder de amenização da temperatura pela vegetação, no caso de árvores isoladas implantadas ao longo das vias, depende mais da densidade da vegetação do que da quantidade de árvores no local.

Apesar da importância do FVC na capacidade do ambiente em dispersar a radiação térmica acumulada, os estudos realizados até o momento, demonstram que o fator de visão do céu exerce importância, também, no ganho de radiação solar direta, que, por conseguinte, influenciará não apenas a ilha de calor noturna, mas na diurna também, chamada por alguns autores de stress térmico diurno.

Entretanto, nenhum desses estudos levou em consideração a orientação das ruas ao tratar do FVC, de maneira que uma rua orientada no eixo leste-oste poderá ter a mesma capacidade de reirradiação de radiação de onda longa que uma rua orientada perpendicularmente, porém, estará exposta à radiação solar direta por um maior número de horas, podendo ser essa condição significativa para a formação da ilha de calor.

Apesar de ter sido concebida através dos ideais do urbanismo modernista a Universidade Federal de Santa Catarina, com o objetivo de absorver a crescente demanda de espaços para a implantação dos novos cursos utiliza os espaços verdes disponíveis impermeabilizando e edificando estas áreas e conseqüentemente elevando a temperatura local. Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de um planejamento da ocupação dos espaços disponíveis no campus da UFSC de forma a privilegiar não somente os espaços construídos, mas também as áreas verdes existentes.

Os progressos na área do conhecimento referente à climatologia urbana ainda são muito lentos. Porém, mesmo com o desenvolvimento dos estudos a cerca do tema, ainda há pouca utilização dos conhecimentos obtidos na concepção e planejamento das cidades. Desta forma, as pesquisas têm se concentrado no estudo de experiências de planejamentos mal sucedidos de cidades que não levaram em consideração a relação clima-urbanização.

O estudo do lugar do ponto de vista da bioclimatologia urbana torna-se imprescindível, uma vez que a compreensão das características do sítio físico, através da identificação da topografia, do tipo de solo, da presença de cursos d'água, áreas verdes e massa construída, com suas individualidades, além dos fatores culturais e históricos, permitem uma maior apreensão do ambiente a ser trabalhado.

É de fundamental importância o estudo climático urbano, pois permitem uma melhor orientação do planejamento das cidades, e concomitantemente, inserem medidas que minimizem situações de desconforto existentes e previnam outras que possam surgir.

Em relação às limitações da pesquisa realizada, podem ser destacadas as limitações temporais e relacionadas à investigação do fenômeno. A limitação temporal foi o período de coleta de dados, uma vez que a realização da pesquisa estava baseada na obtenção de dados referentes às estações de verão e inverno. A limitação relacionada à investigação do fenômeno é a obtenção de condições atmosféricas estáveis, tais como, céu claro, sem nuvens e ventos fracos. Além destas, pode-se destacar, ainda, a complexidade do processo de medição do clima urbano sob condições reais, sendo impossível “isolar” alguma variável, para que se avalie o efeito apenas desta no clima local.

5.1. Recomendações Finais

A partir dos resultados e considerando as limitações do estudo, são sugeridas algumas recomendações que visam contribuir para o desenvolvimento de futuras pesquisas:

- Analisar e discutir o comportamento térmico de diferentes áreas verdes de acordo com seu porte e disposição no arranjo urbano;
- Analisar a influência das áreas verdes urbanas em outras escalas de abordagem climática;
- Estudar a orientação das ruas ao tratar do FVC, de forma a compreender a importância do FVC na capacidade do ambiente em dispersar a radiação térmica
- Ampliar o universo da pesquisa de modo que se tenha uma amostra mais representativa da cidade como um todo. Neste sentido sugere-se também a avaliação da cidade através do uso das imagens de satélites, na faixa do infravermelho, para o estudo da Ilha de Calor.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKBARI, Hashem; POMERANTZ, M; TAHA, H. **Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas.** Solar Energy. v. 70, p. 295-310, 2001.
2. ALEXANDRI, E; JONES, P.. Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. Building and Environment, v. 43, p. 480-493, 2008.
3. ALI-TOUDERT, F.; MAYER, H. **Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate.** Building and Environment. v.41, p.94-108, 2006.
4. ASAEDA, T.; CA, V. T. **Heat storage of pavement and its effect on the lower atmosphere.** Atmospheric Environment. v. 30, p. 413-427, 1996.
5. ASSIS, Eleonora. S. **Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor urbana: Análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical.** 1990. 164 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.
6. AVISSAR, Roni. **Conceptual aspects of a statistical-dynamical approach to represent landscape subgrid-scale heterogeneities in atmospheric models.** J. Geophys Res. v. 97, p. 2729-2742, 1992
7. AVISSAR, R. **Potential effects of vegetation on the urban thermal environment.** Atmospheric Environment. v. 30, p. 437-448, 1996.
8. BARBOSA, Ricardo V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos: Estudo em microclimas de Maceió (AL).** 2005. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.
9. BARBUGLI, Renata A. **Influência do ambiente construído na distribuição das Temperaturas do ar em Araraquara/SP.** 2004. 170 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

10. BARRADAS, V. L.; TEJEDA-MARTÍNEZ, A; JÁUREGUI, E. **Energy balance measurements in a suburban vegetated area in Mexico City.** Atmospheric Environment. v. 33, p.4109-4113, 1999.
11. CA, Vu T; ASAEDA, Takashi, ABU, Eusuf M. **Reductions in air conditioning energy caused by a nearby park.** Energy and Buildings. v. 29, p. 83-92, 1998.
12. CARTANA, Rafael. **Oportunidades e limitações para bioclimatologia aplicada ao projeto arquitetônico: Estudo de caso em Florianópolis – SC.** Florianópolis, 2005. 142 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo.
13. CARVALHO, Homero J. M.. **Metodologia para a análise das interações entre a forma urbana e o clima:** Aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa latitude. 2006. 221 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
14. CARVALHO, Márcia M.. **Clima urbano e vegetação:** Estudo analítico e prospectivo do parque das dunas em natal: 2001. 288 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001
15. CHANG, Chi-Ru; LI, Ming-Huang; CHANG, Shyh-Dean. **A preliminary study on the local cool island intensity of taipei city parks.** Landscape and Urban Planning. v. 80, p. 386-395, 2007.
16. CHAPMAN, L., THORNES, J.E., BRADLEY, A.V. **Rapid determination of canyon geometry parameters for use in surface radiation budgets.** Theor. Appl. Meteorol., v.69, p.81–89, 2001.
17. CHATZIDIMITRIOU A., CHRISSOMALLIDOU N., YANNAS S. **Ground surface materials and microclimates in urban open spaces.** In: PLEA, 23, 2006, Geneva. Conference proceedings. Geneva: International Conference On Passive And Low Energy Architecture, 2006. p. 485 – 491.
18. CUNHA, D. G. F., VECCHIA, F.. **As abordagens clássicas e dinâmicas de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática.** Ciência e Natura, Santa Maria, v. 29, n. 1, p 137-148, 2007.

19. COLTRI, Priscila P.. **Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo**: Análises de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto. 2006. 166 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.
20. CONTI, J. B.. **Geografia e Climatologia**. GEOUSP, nº 9, São Paulo, Humanitas Publicações, 2001.
21. CRISTO, S. S. V. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA Programa de Pós-Graduação em Geografia. **Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor leste da bacia hidrográfica do Rio Itacorubi, Florianópolis - SC**. Florianópolis, 2002. 195 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia.
22. DIMOUDI, A.; NIKOLOPOULOU, M. **Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits**. Energy and Building. v. 35, p.69-76, 2003.
23. DUARTE, Denise H. S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**: 2000. 263 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
24. DUARTE, Denise H. S. **Estado da arte em clima urbano e planejamento**. In: Seminário Internacional - Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano, NUTAU, São Paulo, 2002. **Anais...** . São Paulo: NUTAU/USP. p. 1002-1111. CD-ROM.
25. DUARTE, D. H. S. **Teorias sobre o clima urbano**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo [2005]. Disponível em: <http://www_usp_br_teorias_clima_urbano.pdf>. Acesso em: 2 nov. 2008.
26. DUARTE, Helio de Q.; MANGE, E. R. de Carvalho. **Plano da Cidade Universitaria de Santa Catarina**. Florianópolis: Fundação Universidade de Santa Catarina, 1957. 105p.
27. DUTRA, S. J.1998. **A Bacia hidrográfica do Córrego Grande, Ilha de Santa Catarina, Brasil**. Cap. 2: 31-46. In: Soriano-Sierra, E. J. & Sierra de Ledo (Eds.). Ecologia e Gerenciamento do Manguezal de Itacorubi. NEMAR, CCB, UFSC, 1998.

28. ELIASSON, I. **The use of climate knowledge in urban planning**. Landscape and Urban Plannig. v.48, p. 31-41, 2000.
29. FERRARI, C.. **Dicionário de Urbanismo**. São Paulo: Disal, 2004. 451 p.
30. FONTES, Maria S. G. C; MATTOS, A. **Análise da correlação entre temperatura do ar e elementos da estrutura urbana, na cidade de São Carlos, SP**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONTRUIDO, 2., Fortaleza, 1999. **Anais...** . Fortaleza, ANTAC. CD-ROM.
31. FREI, Fernando. **Introdução à análise de agrupamento: teoria e prática**. São Paulo: Unesp, 2006.
32. FROTA, Anésia B; SCHIFFER, Sueli R.. **Manual de conforto térmico**. São Paulo: Nobel, 2001. 228p.
33. GAPLAN. **Atlas de Santa Catarina. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral**. Aerofoto Cruzeiro, Rio de Janeiro, 1996.
34. GARCIA, M. C. M.. **Climatologia urbana**. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999. 71p. (Textos docentes, 160).
35. GIRIDHARAN, R; LAU, S. S. Y; GANESAN; S; GIVONI, B. **Impact of on-site variables on the influence of vegetation in lowering outdoor temperature in High-rise high-density environments**. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 23., 2006, Geneva. Proceedings... . Geneva: Plea, 2006. v. 2, p. 827 - 832.
36. GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. London: Applied Science, 1976.
37. _____. **Climate Considerations in Building and Urban Design**. New York: Van Nostrand Reinold, 1998.
38. GOLDEN, J. S; CARLSON, J; KALLOUSH, K. E; PHELAN, P. **A comparative study of the thermal and radiative impacts of photovoltaic canopies on pavement surface temperatures**. Solar Energy, v.81, p.872-883, 2007.
39. GOMES, P. S. **Ocupação do solo e microclimas urbanos: O caso de Montes Claros - MG**. 2008. 213 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

40. GOULART, S. V. G. Universidade Federal de Santa Catarina. **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações em Florianópolis**. 1993. 111f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico.
41. GOULART, Solange V. G., LAMBERTS, R., FIRMINO, S. **Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. Florianópolis, Núcleo em Pesquisa em Construção/UFSC, 1997. Cap. 6: Dados Climáticos de Projeto: Cidade de Florianópolis.
42. GREY, G. W.; DENEKE, F. J. **Urban Forestry**. 2. ed. Malabar: Krieger Publishing Company, 1992. 299 p.
43. GRIMMOND, C. S. B.. **Progress in measuring and observing the urban atmosphere**. Theoretical and Applied Climatology, v.84, p.3–22, 2006.
44. HONJO, T., NARITA K-I, SUGAWARA H., MIKAMI T., KIMURA, K. & KUWATA, N. **Observation of cool island effect in urban park (Shinjuku Gyoen)**. In: Fifth International Conference on Urban climate. Lodz, 2003, Poland.
45. HOUGH, M.: **Naturaleza y ciudad: planificación urbana y procesos ecologicos**. Barcelona: G. Gili, 1998. 315 p.
46. HUANG, Liangmei; LI, Jianlong; ZHAO, Dehua; ZHU, Jiyu. **A fieldwork study on the diurnal changes of urban microclimate in four types of ground cover and urban heat island of Nanjing, China**. Building and Environment, v.43, p. 7-17, 2008.
47. IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Mapa Brasil Climas**. Disponível na Internet < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26/04/2008.
48. IZARD, J. L., GUYOT, A. **Arquitectura Bioclimatica**. Barcelona: Gustavo Gili, 1983. 191p
49. KATZSCHNER, L; FREIRE, T; NERY, J; ANDRADE, T; CARVALHO, L. **Urban climate study of Salvador: Thermal comfort pattern**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONTRUIDO, 2., Fortaleza, 1999. **Anais...** . Fortaleza, ANTAC. CD-ROM.

50. KATZCHNER, L.. **Urban climate studies as tools for urban planning and architecture**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., Salvador, 1997. **Anais...** . Bahia, ANTAC. p.49-58.
51. KATZCHNER, L.. **New developments in applied urban climatology**. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Ouro Preto, 2007. Anais. Minas Gerais, ANTAC. p.1-10.
52. KJELGREN, R., MONTAGUE T. **Urban tree transpiration over turf and asphalt surfaces**. Atmospheric Environment, v.32, p.35-41, 1998.
53. LAMAS, J. M. R. Garcia. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 2^a.ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000. 590p.
54. LANDSBERG, Helmut E.. **The urban climate**. New York: Academic Press, 1981. 275 p.
55. LIMA, J. D. F. **UFSC: sonho e realidade**. 2. ed Florianópolis: UFSC, 2000 229p.
56. LISBOA, A. M.. **Uma cidade numa ilha: relatório sobre os problemas socioambientais da Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis: Insula, 1996. 247p.
57. LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985, 244p.: il.
58. MASCARÓ, Lucia R. **Ambiência Urbana**. 2^a.ed. Porto Alegre: + 4 Editora, 2006. 199p.: il.
59. MASMOUDI, S., MAZOUZ S.. **Relation of geometry, vegetation and thermal confort around buildings in urban settings, the case of hot arid regions**. Energy and Buildings, v. 36, p.710-719, 2004.
60. MENDONÇA, Francisco. Clima e planejamento urbano em londrina: Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termo-higrométrico. In: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. p. 93-120.
61. MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, I M. **Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Oficina de texto, 2007. v. 1. 206 p.
62. MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192 p.

63. MONTEIRO, C. A. F. **Clima e excepcionalismo**: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis, UFSC, 1991.
64. NEA (Núcleo de Estudos da Água) / LABDREN (Laboratório de Drenagem Urbana) / Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis. **Hidrologia da Bacia do Itacorubi**. Disponível na Internet <<http://www.labdren.ufsc.br>>. Acesso em: 28/10/2008.
65. OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: Methuen, 1978.
66. OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observation at urban site**. IOM Report, TD. In press, World Meteorological Organization Geneva, 2004.
67. _____. **Toward better scientific communication in urban climate**. Theoretical and Applied Climatology. v. 84, p. 179-190, 2006
68. OLIVERIA, M.; HERRMANN, M. **Ocupação do solo e riscos ambientais na área conurbada de Florianópolis**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. Cap. 4, p. 147-185.
69. OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronomica ceres, 1981. 425p.
70. PMF (Prefeitura Municipal de Florianópolis). **Perfil de Florianópolis**. Disponível em:<<http://www.pmf.sc.gov.br>>. Acesso em: 26/10/2008.
71. ROMERO, M. A. Bustos. **Arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001, 226 p.: il.
72. ROSENFELD, Arthur, AKBARI, Hashem, BRETZ, Sarah, FISHMAN, B.L.; KURN, D. M.; SAILOR, David, TAHA, Haider. **Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates**. Energy and Buildings, v.22, p.255-265, 1995.
73. SAILOR, D. J. **Simulations of annual degree day impacts of Urban vegetative augmentation**. Atmospheric Environment, v. 32, p. 43-52, 1998.
74. SANTANA, A. M. S. **O desenho urbano e a climatologia em Fortaleza**. São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

75. SHAHIDAN, M. F., SALLEH, E., MUSTAFA, K. M. S.. **Effects of tree canopies radiation filtration in a tropical microclimatic environment.** In: PLEA, 24, 2007, Singapore. Conference proceedings. Singapore: International Conference On Passive And Low Energy Architecture, 2007. p. 669 - 675.
76. SHASHUA-BAR, Milo E.; HOFFMAN, Limor. **Vegetation as a climatic component in the design of an urban street. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees.** Energy and Buildings, v. 31, p. 221-235, 2000.
77. SHASHUA-BAR, Limor, HOFFMAN, Milo E. **Geometry and orientation aspects in passive cooling of canyon streets with trees.** Energy and Buildings, v.35, p.61-68, 2003.
78. SILVA, R.V.; KOBAYAMA, M.; SCHARF, D.D.; GRISON, F.; HAAS, R. **Caracterização preliminar da precipitação na bacia do campus da UFSC, Florianópolis-SC.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (16: 2005: João Pessoa) Porto Alegre : ABRH, anais 2005. CD-ROM. 13p.
79. SOUZA, L. C. Lucas de; PEDROTTI, F. S; LEME, F. T; CORRÊA, J. R. **Consumo de energia urbano:** Influência do perfil do usuário, da geometria urbana e da temperatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2005, Maceió. **Anais...** . Maceió: Antac, 2005. p. 1960 - 1969. CD-ROM.
80. SPRONKEN-SMITH, R.A., OKE, T.R., **The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates.** Int. J. Remote Sens. v.19, p. 2085-2104, 1998.
81. TAHA, H; AKBARI, H; ROSENFELD, A; HUANG, J.. **Residential cooling loads and the urban heat island - the effects of albedo.** Building and Environment, v. 23, 1988, Pages 271-283
82. UNFPA (FUNDO DE POPULAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS). **Relatório sobre a Situação da População Mundial.** Desencadeando o Potencial do Crescimento Urbano. Disponível em: <<http://www.unfpa.org>>. Acesso em: 19 março 2007.
83. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Comissão Permanente de Planejamento Físico. **Plano diretor do Campus da UFSC:** diretrizes e proposições. Florianópolis: UFSC, 2005. 59 p.

84. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Secretaria de Planejamento e Finanças. **A UFSC em números**. Disponível em: <<http://www.ufsc.br>>. Acesso em: 12 novembro 2008.
85. VASCONCELLOS, V. M. N. **O entorno construído e o microclima de praças em cidades de clima tropical quente e úmido**: contribuição metodológica para o projeto bioclimático. 2006. 263 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura E Urbanismo, Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
86. VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R.. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: Impr. Universitaria, UFV, 1991. 449p.
87. YU, C.; HIEN, W. N. **Thermal benefits of city parks**. Energy and Buildings. v. 38, p. 105-120, 2006.

Apêndices

Apêndice

Apêndice A

Tabela A 1: Dados de coleta de temperatura e umidade relativa no dia 02/03/2008

Hora	CTC - Oeste		Refeitório		Bosque		Ed. Física		CCJ		Biblioteca		CFH		CTC - Norte		CCE		Pç. Cidad.	
	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR
6:00	22,9	77	22,1	81	22,5	82	22,1	81	22,9	79	22,5	82	22,5	79	22,1	89	22,5	79	22,5	79
6:12	22,9	78	22,1	82	22,5	82	21,7	82	22,9	79	22,1	82	22,5	79	22,1	89	22,5	79	22,5	81
6:24	22,9	79	22,1	81	22,5	82	22,1	82	22,9	79	22,1	82	22,5	79	22,1	89	22,5	81	22,5	81
6:36	22,9	79	22,1	82	22,5	82	22,1	84	22,9	81	22,1	84	22,5	79	22,1	89	22,1	81	22,5	81
6:48	22,9	79	22,1	82	22,5	84	22,5	85	22,9	81	22,5	84	22,5	79	22,1	92	22,5	81	22,5	82
7:00	22,9	79	22,1	82	22,5	84	22,5	85	22,9	81	22,9	85	22,5	81	22,5	92	22,5	81	22,9	84
7:12	22,9	79	22,5	82	22,9	84	22,9	85	23,2	82	23,2	85	22,5	79	22,9	92	22,5	82	23,2	84
7:24	23,2	81	22,5	84	22,9	84	23,2	85	23,6	84	23,6	87	22,9	81	23,2	90	22,9	84	23,6	84
7:36	23,6	84	23,2	84	23,2	85	23,6	85	24,0	84	24,0	87	22,9	82	23,6	87	23,2	84	24,4	84
7:48	24,0	84	23,2	84	23,2	85	23,6	85	24,8	84	24,8	85	23,6	84	24,0	87	23,2	84	24,8	84
8:00	24,4	85	23,6	84	23,6	85	24,0	85	25,2	84	25,2	85	24,0	84	24,0	85	23,6	84	25,2	82
8:12	25,2	85	24,0	84	24,0	85	24,4	85	25,6	82	25,6	85	24,4	84	24,4	85	24,0	84	25,2	82
8:24	25,6	85	24,4	84	24,0	85	24,8	84	26,3	84	26,0	84	25,2	85	25,2	84	24,0	84	25,6	81
8:36	26,0	84	24,8	84	24,4	85	25,2	84	26,3	80	26,3	82	25,6	84	25,2	81	24,4	84	26,0	79

8:48	26,0	79	24,8	82	24,4	84	25,2	82	26,0	76	26,3	82	25,6	82	25,2	79	24,8	82	26,0	78
9:00	25,6	77	25,2	81	24,8	84	25,2	82	26,0	78	26,0	81	26,0	81	25,2	78	24,8	82	26,0	78
9:12	26,0	78	25,2	82	24,8	84	25,6	82	26,3	78	26,3	80	26,3	80	25,6	77	24,8	81	26,3	78
9:24	26,3	76	25,6	75	24,8	82	25,6	78	26,3	75	26,7	79	26,3	78	26,3	71	25,2	79	26,7	75
9:36	26,7	73	25,6	75	24,8	79	26,0	72	26,7	75	26,7	76	26,3	73	26,7	66	25,2	77	26,7	74
9:48	27,1	72	26,0	72	24,8	79	26,3	72	27,1	70	26,7	73	26,7	72	27,1	63	25,6	74	27,1	70
10:00	27,1	69	26,3	72	25,2	77	26,7	72	27,5	69	27,1	72	27,1	72	27,9	58	26,0	71	27,1	65
10:12	27,5	68	26,7	67	25,6	75	27,1	69	27,5	69	27,5	73	27,5	70	28,3	58	26,3	69	27,9	68
10:24	27,9	64	27,1	66	26,0	74	27,5	70	27,9	65	27,9	73	28,3	68	28,7	55	27,1	66	28,3	62
10:36	27,9	62	27,1	64	26,3	71	27,9	68	27,9	65	28,3	71	28,7	66	28,7	56	27,1	64	28,3	62
10:48	28,3	64	27,5	62	26,7	69	27,9	68	28,3	64	28,3	69	28,7	64	29,1	55	27,5	64	28,3	59
11:00	28,3	60	27,5	61	27,1	68	28,3	66	28,3	64	28,7	69	29,1	63	29,1	53	27,9	61	28,7	59
11:12	28,7	59	27,9	58	27,1	65	28,3	65	28,3	60	28,7	65	29,1	60	29,5	52	27,9	58	28,7	57
11:24	28,7	57	27,9	57	27,5	64	28,3	64	28,3	60	28,7	65	29,5	57	29,5	50	27,9	57	29,1	56
11:36	28,7	58	28,3	57	27,5	61	28,3	61	28,7	61	28,7	64	29,5	58	29,5	50	28,3	57	29,1	55
11:48	29,1	58	28,3	56	27,5	63	28,7	65	28,7	59	28,7	64	29,9	59	29,9	51	28,3	56	29,5	55
12:00	29,1	56	28,7	57	27,9	62	29,1	62	29,1	59	28,7	64	30,3	58	30,3	51	28,7	56	29,5	55
12:12	29,5	54	29,1	55	28,3	63	29,5	61	29,5	59	29,1	65	30,7	57	30,3	49	29,1	58	29,9	53
12:24	29,5	54	29,1	54	28,3	61	29,5	61	29,5	58	29,1	64	30,7	56	30,7	50	29,1	55	29,9	53

12:36	29,9	54	29,1	55	28,7	61	29,9	61	29,9	56	29,1	63	31,1	55	30,7	48	29,5	54	30,3	54
12:48	29,9	54	29,5	53	29,1	60	29,9	59	30,3	57	29,5	63	31,5	55	31,1	48	29,9	55	30,7	53
13:00	30,3	53	29,9	53	29,1	59	30,3	58	30,3	56	29,5	62	31,5	53	31,5	47	29,9	53	30,7	52
13:12	30,7	54	29,9	53	29,1	61	30,3	59	30,7	57	29,5	62	31,9	54	31,5	46	29,9	56	30,7	52
13:24	30,7	54	29,9	52	29,1	59	30,3	58	30,7	57	29,5	63	31,9	52	31,5	48	30,3	55	31,1	52
13:36	31,1	53	30,3	54	29,5	60	30,7	58	31,1	55	29,5	62	31,9	54	31,9	47	30,3	55	31,1	52
13:48	31,1	53	30,3	52	29,5	61	30,7	58	31,1	56	29,9	62	32,3	53	31,9	47	30,7	54	31,5	51
14:00	31,1	53	30,7	51	29,5	59	30,7	57	31,5	56	29,9	62	32,8	52	31,9	49	30,7	54	31,5	51
14:12	31,1	54	30,7	52	29,9	59	31,1	57	31,5	55	30,3	61	32,8	51	31,9	47	30,7	54	31,9	52
14:24	31,1	52	31,1	52	29,9	59	31,1	57	31,5	55	30,3	61	33,2	52	32,3	47	31,1	53	31,9	51
14:36	31,1	54	31,1	50	29,9	59	31,1	54	31,5	55	30,3	62	33,2	51	32,3	48	31,1	53	31,9	50
14:48	31,5	53	31,1	53	29,9	60	31,1	54	31,9	55	30,3	62	33,2	50	32,3	50	31,1	54	32,3	51
15:00	31,1	51	31,1	52	29,9	59	31,1	56	31,5	55	30,3	60	33,2	52	32,3	49	30,7	54	31,9	50
15:12	30,7	50	31,1	51	29,5	59	31,1	54	31,5	53	30,3	59	32,8	51	31,5	48	30,7	54	31,5	50
15:24	30,3	52	31,1	52	29,5	59	30,7	54	31,1	53	30,3	58	32,8	51	31,1	51	30,7	53	31,5	51
15:36	30,3	53	31,1	52	29,5	60	30,7	54	31,1	53	29,9	59	32,8	50	31,5	51	30,7	54	31,5	51
15:48	30,3	52	31,1	51	29,1	60	30,7	55	31,1	54	29,9	58	32,8	49	31,1	51	30,7	53	31,5	50
16:00	30,3	54	31,1	53	29,1	61	30,7	57	31,1	54	29,9	59	32,8	52	30,7	53	30,7	55	31,5	52
16:12	30,3	54	31,1	51	29,5	61	30,7	54	31,1	54	30,3	58	32,8	52	30,7	54	30,7	54	31,1	49

16:24	30,3	54	31,1	52	29,5	62	30,3	57	31,1	55	30,3	59	32,8	52	30,3	57	30,7	56	30,7	54
16:36	29,5	55	30,3	52	29,1	60	29,5	57	30,7	54	29,5	59	31,9	50	29,5	59	30,3	55	29,9	54
16:48	29,1	53	29,5	51	28,3	59	28,3	58	29,5	54	28,7	58	31,1	50	28,7	58	29,1	54	29,1	54
17:00	28,3	54	28,7	52	27,9	60	27,5	59	28,7	55	28,3	59	30,3	51	28,3	59	28,7	56	28,3	56
17:12	27,5	54	28,3	53	27,1	61	26,7	60	28,3	55	27,5	60	29,5	52	27,5	59	27,9	57	27,5	57
17:24	26,7	60	27,5	58	26,7	66	26,3	65	27,5	60	26,7	65	28,7	57	26,3	70	27,1	62	26,7	63
17:36	26,3	62	26,7	58	26,0	66	25,2	66	26,7	61	26,3	66	27,9	58	24,8	77	26,3	60	26,0	65
17:48	26,0	63	26,3	60	25,6	67	25,2	67	26,3	60	25,6	67	27,1	58	24,0	79	26,0	62	25,6	66
18:00	25,6	62	26,0	60	25,2	67	24,8	68	26,3	62	25,6	67	26,7	61	24,0	82	25,6	63	25,6	66
18:12	25,6	62	26,0	60	25,2	68	25,2	68	26,0	62	25,2	67	26,3	60	23,6	79	25,6	64	25,6	66
18:24	25,2	63	25,6	63	24,8	69	24,8	67	26,0	63	25,2	67	26,0	61	24,0	78	25,6	64	25,2	67
18:36	25,2	65	25,6	62	24,4	68	24,8	67	25,6	64	25,2	68	26,0	62	24,0	81	25,2	65	25,2	69
18:48	25,2	65	25,2	62	24,4	70	24,8	68	25,6	64	25,2	70	25,6	65	24,0	82	25,2	69	25,2	67
19:00	25,2	67	25,2	63	24,4	70	24,8	70	25,6	64	24,8	70	25,6	64	24,0	82	25,2	66	25,2	70
19:12	25,2	68	25,2	63	24,4	71	24,4	70	25,6	64	24,8	69	25,6	66	24,0	82	25,2	70	25,2	69
19:24	25,2	67	25,2	65	24,4	71	24,4	68	25,6	65	24,8	69	25,6	65	24,0	82	25,2	67	25,2	71
19:36	25,2	67	25,2	67	24,4	72	24,4	69	25,2	65	24,8	70	25,6	66	24,0	81	25,2	68	25,2	70
19:48	24,8	66	24,8	66	24,0	73	24,0	69	25,2	65	24,4	70	25,2	66	24,0	75	24,8	69	24,8	69
20:00	24,8	66	24,4	68	24,0	72	24,0	70	24,8	66	24,4	70	25,2	66	24,0	76	24,4	68	24,8	70

Tabela A 2: Dados de coleta de temperatura e umidade relativa no dia 03/03/2008

Hora	CTC - Oeste		Refeitório		Bosque		Ed. Física		CCJ		Biblioteca		CFH		CTC - Norte		CCE		Pç. Cidad.	
	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR
6:00	22,1	78	21,7	78	21,3	82	21,3	81	22,1	77	21,7	81	21,7	79	21,0	95	21,7	79	21,7	82
6:12	22,1	79	21,7	81	21,3	82	21,3	81	22,1	78	21,7	82	21,7	78	21,0	95	21,7	79	22,1	82
6:24	22,1	79	21,7	79	21,3	82	21,3	81	22,1	78	21,7	81	21,7	79	21,0	95	21,7	81	21,7	81
6:36	22,1	79	21,7	79	21,3	82	21,3	81	22,1	78	21,7	81	21,7	79	21,0	95	21,7	79	21,7	82
6:48	22,1	79	21,7	82	21,3	82	21,3	82	22,1	79	21,7	84	21,7	81	21,0	95	21,7	81	22,1	84
7:00	22,1	79	21,7	82	21,7	82	21,7	84	22,1	79	22,1	85	22,1	82	21,3	95	21,7	81	22,1	84
7:12	22,1	79	21,7	82	21,7	84	21,7	85	22,1	79	22,1	85	22,1	81	21,3	95	22,1	82	22,1	84
7:24	22,1	81	22,1	84	21,7	84	22,1	85	22,5	79	22,1	85	22,1	82	21,7	95	22,1	82	22,5	84
7:36	22,5	82	22,1	82	22,1	84	22,1	84	22,5	81	22,5	85	22,5	82	21,7	92	22,1	84	22,5	85
7:48	22,5	82	22,5	84	22,1	84	22,5	84	22,5	82	22,5	85	22,5	82	22,1	92	22,5	85	22,9	85
8:00	22,9	84	22,5	84	22,5	85	22,5	85	23,2	82	23,2	87	22,9	84	22,5	92	22,9	85	23,2	85
8:12	23,2	84	22,9	84	22,9	85	22,9	85	23,6	82	23,6	87	23,2	84	22,9	89	22,9	84	23,6	84
8:24	23,6	84	23,2	84	22,9	85	23,2	84	24,0	82	24,4	87	24,0	84	23,2	87	23,2	84	23,6	82
8:36	24,0	82	23,6	82	23,2	85	23,6	84	24,4	81	24,8	85	24,4	84	24,0	84	23,6	82	24,4	81
8:48	24,4	82	24,0	81	23,2	84	24,0	84	24,8	81	25,2	85	25,2	82	24,4	82	24,0	82	24,8	81
9:00	24,8	79	24,4	81	23,6	84	24,4	81	25,2	78	25,6	84	25,2	81	24,4	81	24,0	81	24,8	78
9:12	25,2	77	24,4	79	24,0	84	24,4	81	25,2	78	25,6	81	25,6	81	24,8	78	24,4	79	25,2	77

9:24	25,6	77	24,8	77	24,0	84	24,8	81	25,6	77	26,0	81	26,0	79	25,2	76	24,4	78	25,2	76
9:36	25,6	75	25,2	77	24,4	82	25,2	78	25,6	75	26,3	80	26,3	77	25,6	72	24,8	77	25,6	74
9:48	26,0	73	25,2	76	24,4	81	25,6	78	26,0	75	26,3	78	26,7	77	26,0	69	25,2	77	26,0	73
10:00	26,3	73	25,6	74	24,8	78	25,6	77	26,3	72	26,7	77	26,7	72	26,3	67	25,6	75	26,3	72
10:12	26,7	69	25,6	72	24,8	77	26,0	74	26,3	72	26,7	73	27,1	70	26,7	64	26,0	72	26,3	68
10:24	26,7	69	26,0	68	25,2	78	26,3	72	26,7	71	26,7	75	27,5	70	27,5	63	26,0	72	26,7	67
10:36	27,1	69	26,3	68	25,6	78	26,3	72	26,7	72	27,1	73	27,9	69	28,3	61	26,3	71	27,1	68
10:48	27,5	70	26,3	66	25,6	73	26,7	72	27,1	70	27,5	73	27,9	66	28,7	60	26,7	69	27,5	68
11:00	27,9	68	26,7	64	26,0	73	27,1	68	27,5	68	27,9	72	28,3	66	29,1	57	26,7	69	27,9	64
11:12	28,3	64	27,1	66	26,3	72	27,5	71	27,5	68	27,9	72	28,7	65	29,1	56	27,1	68	28,3	65
11:24	28,3	64	27,5	64	26,3	72	27,9	69	27,9	68	27,9	69	29,1	65	29,5	54	27,5	67	28,3	64
11:36	28,3	65	27,5	64	26,7	69	27,9	66	28,3	68	27,9	71	29,1	62	29,9	53	27,5	67	28,7	62
11:48	28,7	62	27,9	63	26,7	71	28,3	66	28,3	64	27,9	69	29,5	61	29,9	52	27,9	64	28,7	63
12:00	28,7	61	28,3	63	27,1	71	28,3	66	28,7	63	28,3	69	29,9	63	30,3	53	27,9	62	29,5	62
12:12	29,1	60	28,3	63	27,1	72	28,7	63	29,1	65	28,3	68	30,3	62	30,3	53	28,3	64	29,5	60
12:24	29,5	62	28,7	63	27,1	71	28,7	61	29,5	62	28,7	66	30,3	61	30,7	50	28,7	66	29,9	58
12:36	29,1	55	28,7	61	27,1	69	28,7	58	29,5	61	28,3	64	30,7	63	30,3	50	28,7	61	29,9	56
12:48	28,7	56	28,7	61	27,1	69	28,7	57	29,5	61	28,3	64	30,7	61	29,9	51	28,7	61	29,9	56
13:00	28,7	55	28,7	58	26,7	69	28,7	59	29,1	59	28,3	62	30,3	62	29,9	48	28,7	63	29,5	51

13:12	28,7	56	28,7	58	26,7	68	28,7	58	29,1	60	28,3	61	30,3	63	29,5	52	28,7	61	29,5	55
13:24	28,7	56	28,7	60	26,7	68	28,7	60	29,5	60	28,3	63	30,3	61	29,5	53	28,7	62	29,5	57
13:36	28,7	56	28,7	59	26,7	69	28,7	59	29,5	59	28,7	63	30,3	62	29,5	55	28,7	62	29,5	54
13:48	28,7	56	28,7	58	26,7	67	28,7	60	29,1	58	28,3	63	30,3	59	29,5	55	28,7	61	29,5	56
14:00	28,7	57	28,7	58	27,1	68	29,1	58	29,1	59	28,7	64	30,3	60	30,3	54	28,7	61	29,5	54
14:12	29,1	55	29,1	58	27,1	68	29,5	59	29,5	58	28,7	61	30,7	58	31,1	49	29,1	62	29,9	52
14:24	29,1	55	29,1	58	27,5	67	29,5	58	29,9	58	28,7	60	30,7	56	30,7	49	29,1	60	29,9	52
14:36	29,1	54	29,5	58	27,5	68	29,5	59	29,9	57	29,1	59	31,1	54	30,7	48	29,5	59	29,9	51
14:48	29,1	55	29,5	57	27,5	65	29,5	58	29,9	57	28,7	57	31,1	55	30,7	49	29,1	58	29,9	52
15:00	29,1	54	29,9	56	27,5	65	29,5	57	29,9	56	28,7	58	31,1	51	30,3	50	29,5	58	29,9	52
15:12	29,1	53	29,9	56	27,5	65	29,9	57	29,9	56	28,7	58	31,1	53	30,7	49	29,5	59	29,9	51
15:24	29,1	54	29,9	55	27,5	64	29,9	56	30,3	55	28,7	59	31,1	53	30,7	49	29,5	58	30,3	52
15:36	29,1	52	29,9	54	27,5	64	29,5	55	30,3	54	29,1	58	31,1	54	30,3	51	29,5	57	30,3	51
15:48	28,7	53	29,5	54	27,5	64	29,5	55	29,9	55	28,7	57	31,1	53	29,9	52	29,5	58	29,9	51
16:00	28,3	51	29,1	51	27,5	64	28,7	54	29,5	52	28,3	56	30,7	51	29,1	50	29,1	55	29,5	50
16:12	27,9	53	28,7	52	27,1	63	28,3	55	28,7	53	27,9	57	29,9	51	29,5	50	28,7	55	28,7	51
16:24	27,9	53	28,7	53	26,7	62	27,9	56	28,7	56	27,9	59	29,1	53	28,7	57	28,3	58	28,7	53
16:36	27,5	54	28,3	53	26,3	63	27,1	56	28,3	55	27,5	59	28,7	54	27,9	57	27,9	57	27,9	53
16:48	27,1	53	27,5	53	26,0	64	26,7	57	27,5	54	27,1	58	28,3	55	27,5	56	27,1	57	27,5	53

17:00	26,7	55	27,5	54	26,0	64	26,3	59	27,5	56	26,7	59	28,3	55	27,1	58	27,1	58	27,5	55
17:12	26,7	57	26,7	56	25,6	65	26,0	62	27,1	58	26,3	62	27,9	57	27,1	63	26,7	59	26,7	59
17:24	26,3	57	26,3	56	25,2	66	25,2	63	26,3	58	26,0	62	27,1	57	26,3	63	26,0	60	26,0	59
17:36	25,6	62	26,0	61	24,8	70	24,8	70	26,0	63	25,6	67	26,7	61	26,0	68	25,6	65	25,6	65
17:48	25,6	64	25,6	62	24,8	70	24,4	70	25,6	64	25,2	68	26,3	61	25,2	73	25,2	66	25,2	67
18:00	25,2	66	25,2	66	24,4	73	24,4	72	25,2	64	25,2	68	26,3	63	24,8	74	25,2	67	25,2	69
18:12	25,2	66	25,2	66	24,4	72	24,4	72	25,2	65	25,2	68	26,0	64	25,2	76	25,2	67	25,2	68
18:24	25,2	66	25,2	67	24,4	73	24,4	71	25,2	67	25,2	69	26,0	66	25,2	76	25,2	67	25,2	70
18:36	25,2	68	25,2	69	24,4	74	24,4	71	25,2	69	25,2	67	26,0	67	24,8	78	25,2	72	25,2	71
18:48	25,2	67	25,2	70	24,4	74	24,4	70	25,2	69	24,8	67	25,6	65	25,2	79	24,8	72	25,2	72
19:00	25,2	67	24,8	70	24,4	74	24,4	70	25,2	67	24,8	68	25,6	65	25,2	79	24,8	70	25,2	72
19:12	25,2	66	24,8	70	24,4	74	24,4	70	25,2	67	24,8	68	25,6	66	25,2	77	24,8	69	25,2	72
19:24	25,2	68	24,8	69	24,0	73	24,0	71	25,2	68	24,8	68	25,2	68	24,4	78	24,8	70	25,2	71
19:36	24,8	70	24,8	67	24,0	73	24,0	73	25,2	66	24,8	69	25,2	69	24,0	82	24,8	70	24,8	71
19:48	24,8	71	24,4	67	24,0	74	24,0	74	25,2	69	24,4	73	25,2	67	24,0	84	24,4	72	24,8	72
20:00	24,8	69	24,4	67	24,0	74	24,0	72	24,8	68	24,4	70	24,8	67	23,6	84	24,4	70	24,4	70

Tabela A 3: Dados de coleta de temperatura e umidade relativa no dia 02/09/2008

Hora	CTC - Oeste		Refeitório		Bosque		Ed. Física		CCJ		Biblioteca		CFH		CTC - Norte		CCE		Pç. Cidad.	
6:00	18,7	77	18,7	79	19,0	77	18,7	79	19,0	76	18,7	77	19,0	78	19,0	76	19,0	78	18,7	81
6:12	18,7	79	18,3	79	18,7	77	18,3	79	19,0	76	18,3	78	19,0	77	19,0	76	18,7	77	18,7	81
6:24	18,7	79	18,3	78	18,7	77	18,3	80	18,7	75	18,3	78	18,7	77	19,0	76	18,7	77	18,7	81
6:36	18,3	79	17,9	78	18,7	77	18,3	80	18,7	76	17,9	78	18,7	77	19,0	76	18,3	77	18,3	81
6:48	18,3	79	17,5	79	18,7	77	17,9	80	18,7	76	17,9	78	18,7	77	19,0	76	18,3	76	18,3	81
7:00	18,3	80	17,5	79	18,3	77	17,9	80	18,7	76	17,9	78	18,3	78	18,7	77	18,3	77	18,3	82
7:12	18,3	79	17,5	80	18,3	78	17,9	80	18,3	77	17,9	80	18,3	79	18,7	77	18,3	78	18,3	81
7:24	18,3	79	17,5	80	18,3	79	17,9	81	18,7	77	17,9	81	18,7	80	18,7	77	18,3	79	18,3	82
7:36	18,3	80	17,9	81	18,7	79	18,3	81	18,7	79	18,3	82	18,7	80	19,0	76	18,7	80	18,7	82
7:48	18,7	80	18,3	81	18,7	80	18,7	82	19,0	78	19,0	82	19,0	81	19,0	77	19,0	80	19,0	81
8:00	19,0	80	18,7	81	19,0	80	19,0	81	19,4	77	19,4	81	19,4	80	19,0	77	19,4	78	19,4	78
8:12	19,4	80	19,0	81	19,4	80	19,4	80	19,4	76	19,8	81	19,8	78	19,0	77	19,8	77	19,8	78
8:24	19,4	77	19,0	80	19,4	78	19,4	78	19,4	75	20,2	78	20,2	77	19,4	77	19,8	76	19,8	76
8:36	19,8	76	19,4	80	19,4	77	19,8	78	19,8	75	20,2	78	20,2	76	19,4	76	20,2	75	19,8	76
8:48	19,8	75	19,8	77	19,8	76	19,8	76	19,8	73	20,6	76	20,6	75	19,8	76	20,2	73	20,2	73
9:00	19,8	74	19,8	76	19,8	76	20,2	75	20,2	72	20,6	75	20,6	74	19,8	75	20,6	72	20,2	72
9:12	20,2	72	20,2	73	20,2	75	20,2	74	20,6	70	21,0	74	21,0	73	19,8	75	21,0	71	20,2	70
9:24	20,2	72	20,6	73	20,2	74	20,6	73	20,6	70	21,0	74	21,3	72	20,2	75	21,0	70	20,6	70
9:36	20,2	72	20,6	72	20,2	75	21,0	72	21,0	70	21,3	74	21,3	71	20,2	74	21,0	69	20,6	71
9:48	20,6	72	21,0	71	20,6	73	21,0	70	21,0	68	21,7	72	21,7	70	20,2	73	21,0	68	20,6	69

10:00	20,6	70	21,0	70	20,6	72	21,3	70	21,3	65	21,7	71	21,7	69	20,6	72	21,0	67	21,0	67
10:12	21,0	69	21,0	68	20,6	72	21,3	70	21,3	66	21,7	69	22,1	67	20,6	71	21,3	67	21,0	67
10:24	21,3	69	21,3	68	21,0	72	21,7	68	21,7	65	21,7	70	22,5	68	21,0	72	21,7	67	21,3	66
10:36	21,7	68	21,7	67	21,3	71	21,7	67	22,1	64	22,1	70	22,9	65	21,0	70	21,7	65	21,7	65
10:48	22,1	66	21,7	66	21,7	70	22,1	67	22,1	62	22,1	68	23,2	64	21,3	70	21,7	64	21,7	65
11:00	22,1	66	22,1	66	21,7	69	22,5	66	22,5	63	22,5	68	23,2	64	21,3	70	22,1	65	22,1	65
11:12	22,5	66	22,5	66	22,1	69	22,9	67	22,9	63	22,5	68	23,6	64	21,7	70	22,5	65	22,5	65
11:24	22,5	65	22,5	66	22,1	68	22,9	65	22,9	61	22,5	68	23,6	63	22,1	69	22,5	64	22,5	64
11:36	22,9	64	22,9	65	22,1	67	23,2	64	23,2	61	22,5	66	24,0	63	22,1	68	22,9	64	22,9	63
11:48	22,9	64	22,9	64	22,1	66	23,2	63	23,2	60	22,9	67	24,0	61	22,1	67	23,2	63	22,9	63
12:00	23,2	64	23,2	64	22,5	66	23,6	64	23,6	61	22,9	67	24,4	62	22,5	68	23,2	63	23,2	63
12:12	23,2	64	23,2	64	22,5	66	23,6	64	23,6	60	22,9	66	24,4	62	22,9	67	23,6	64	23,2	62
12:24	23,2	64	23,6	64	22,9	67	24,0	64	24,0	61	23,2	66	24,8	61	23,2	67	24,0	62	23,6	62
12:36	23,2	64	23,6	64	22,9	65	24,4	64	24,0	59	23,2	66	24,8	60	23,2	67	24,0	61	23,6	62
12:48	23,6	64	24,0	64	22,9	65	24,4	62	24,4	58	23,2	66	24,8	60	23,6	65	24,0	61	24,0	62
13:00	23,6	64	24,0	63	23,2	66	24,4	62	24,4	59	23,6	65	25,2	59	23,6	65	24,4	61	24,0	61
13:12	23,6	62	24,0	62	23,2	65	24,4	61	24,4	58	23,6	65	25,2	60	23,6	64	24,8	60	24,0	60
13:24	24,0	62	24,0	62	23,2	64	24,4	61	24,4	58	23,2	64	25,2	59	24,0	64	24,8	60	24,0	60
13:36	24,0	62	24,0	62	23,2	64	24,4	60	24,8	57	23,6	65	25,2	59	23,6	62	24,8	59	24,0	61
13:48	24,0	62	24,0	62	23,2	64	24,8	61	24,8	58	23,6	65	25,2	59	23,6	63	24,4	59	24,0	61
14:00	24,4	62	24,4	62	23,2	64	24,8	61	24,8	57	23,6	65	25,6	59	23,6	62	24,4	60	24,4	61
14:12	24,4	61	24,4	62	23,2	65	24,8	60	24,8	57	23,6	65	25,6	59	24,0	63	24,4	60	24,4	60
14:24	24,4	62	24,0	62	23,6	65	24,8	60	25,2	58	23,6	65	25,6	58	24,0	63	24,4	60	24,4	60

14:36	24,0	62	24,0	62	23,2	64	24,8	60	25,2	57	23,6	64	25,2	58	24,0	63	24,4	60	24,0	61
14:48	24,0	62	24,0	63	23,2	64	24,8	61	24,8	56	23,2	65	25,2	59	24,0	63	24,0	61	24,0	61
15:00	24,0	62	23,6	63	23,2	65	24,4	61	24,8	57	23,2	65	24,8	60	24,0	62	24,0	61	23,6	62
15:12	23,6	62	23,6	63	22,9	65	24,4	61	24,4	57	23,2	65	24,8	60	23,6	62	24,0	61	23,6	62
15:24	23,6	63	23,6	63	22,9	65	24,4	62	24,4	57	22,9	65	24,4	61	23,6	63	23,6	61	23,6	62
15:36	23,6	63	23,6	63	22,9	65	24,4	62	24,4	57	22,9	66	24,4	60	23,6	63	23,6	61	23,6	62
15:48	23,2	63	23,6	63	22,5	65	24,4	61	24,0	57	22,9	66	24,4	60	23,6	62	23,6	62	23,2	63
16:00	23,2	63	23,2	63	22,5	66	24,0	61	24,0	58	22,5	66	24,4	61	23,2	62	23,6	62	23,2	63
16:12	22,9	64	22,9	64	22,1	66	23,6	62	23,6	58	22,1	66	23,6	61	22,9	62	23,2	62	22,9	63
16:24	22,5	64	22,9	64	22,1	66	23,2	62	23,6	58	22,1	66	23,2	62	22,9	63	22,9	63	22,9	64
16:36	22,5	65	22,5	65	22,1	66	23,2	63	23,2	58	22,1	66	22,9	63	22,5	63	22,9	63	22,5	64
16:48	22,1	64	22,5	64	21,7	67	23,2	63	22,9	59	21,7	67	22,5	63	22,5	63	22,5	63	22,5	64
17:00	22,1	65	22,1	65	21,7	67	22,9	63	22,9	59	21,7	67	22,5	64	22,1	64	22,5	64	22,1	65
17:12	22,1	65	22,1	65	21,3	67	22,5	63	22,5	60	21,3	68	22,1	65	22,1	64	22,1	64	21,7	65
17:24	21,7	66	21,7	66	21,3	68	22,5	63	22,1	60	21,3	68	22,1	66	22,1	64	22,1	65	21,7	66
17:36	21,7	66	21,3	67	21,3	68	22,1	64	22,1	61	21,3	69	21,7	67	21,7	65	21,7	65	21,3	67
17:48	21,3	68	21,3	68	21,0	69	21,7	65	21,7	62	21,0	69	21,7	67	21,7	66	21,7	67	21,3	68
18:00	21,3	68	21,0	69	21,0	69	21,3	66	21,7	63	21,0	70	21,3	68	21,3	66	21,3	68	21,0	69
18:12	21,0	69	21,0	70	20,6	70	21,3	68	21,3	65	20,6	70	21,3	69	21,3	67	21,0	69	21,0	70
18:24	21,0	70	20,6	71	20,6	72	21,0	69	21,0	66	20,6	72	21,0	70	21,0	68	21,0	70	20,6	72
18:36	20,6	71	20,6	72	20,2	72	20,6	70	21,0	66	20,2	73	21,0	72	21,0	69	20,6	71	20,6	73
18:48	20,6	72	20,2	72	20,2	72	20,6	71	21,0	67	20,2	74	20,6	72	21,0	69	20,6	72	20,2	74
19:00	20,6	72	20,2	73	20,2	73	20,6	71	21,0	68	20,2	74	20,6	73	20,6	70	20,6	72	20,2	74

19:12	20,2	72	20,2	74	20,2	73	20,2	72	20,6	68	20,2	75	20,6	74	20,6	70	20,6	72	20,2	75
19:24	20,2	72	20,2	74	20,2	73	20,2	72	20,6	69	20,2	75	20,6	74	20,6	70	20,6	72	20,2	75
19:36	20,2	74	20,2	74	20,2	74	20,2	73	20,6	69	19,8	75	20,6	75	20,6	71	20,6	72	20,2	75
19:48	20,2	74	20,2	75	20,2	75	20,2	74	20,6	69	19,8	76	20,2	75	20,6	72	20,2	73	20,2	76
20:00	20,2	75	20,2	75	20,2	75	20,2	74	20,6	70	19,8	76	20,2	75	20,6	72	20,2	74	20,2	76

Tabela A 4: Dados de coleta de temperatura e umidade relativa no dia 03/09/2008

Hora	CTC - Oeste		Refeitório		Bosque		Ed. Física		CCJ		Biblioteca		CFH		CTC - Norte		CCE		Pç. Cidad.	
	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR
6:00	17,1	80	17,1	85	17,5	81	17,1	85	17,5	79	16,8	84	17,5	84	17,5	77	17,1	81	17,1	87
6:12	17,5	82	17,5	85	17,9	82	17,5	85	17,1	79	16,8	84	17,5	85	17,9	80	17,1	82	17,5	87
6:24	17,5	82	17,5	84	17,9	81	17,5	85	17,5	81	17,1	85	17,9	82	17,9	79	17,1	82	17,5	87
6:36	17,9	81	17,5	84	17,9	81	17,5	85	17,5	80	17,1	84	17,9	82	17,9	79	17,5	82	17,5	87
6:48	17,9	82	17,5	82	17,9	81	17,5	85	17,5	79	17,1	84	17,5	82	18,3	79	17,5	82	17,5	85
7:00	17,9	82	17,5	82	17,9	81	17,5	85	17,5	79	17,1	84	17,5	84	17,9	79	17,5	82	17,5	85
7:12	17,5	82	17,5	82	17,9	82	17,5	85	17,5	80	17,1	84	17,9	84	17,9	79	17,5	82	17,5	87
7:24	17,5	82	17,5	82	17,9	82	17,5	85	17,5	80	17,1	84	17,9	85	17,9	79	17,5	84	17,5	87
7:36	17,9	84	17,5	84	17,9	82	17,9	85	17,9	81	17,5	85	17,9	85	18,3	80	17,9	84	17,9	87
7:48	17,9	84	17,5	84	18,3	84	17,9	85	18,3	82	17,9	85	18,3	87	18,3	80	17,9	85	17,9	87
8:00	17,9	84	17,9	84	18,3	84	18,3	85	18,7	84	18,3	85	18,7	85	18,3	81	18,3	85	18,3	87
8:12	18,3	84	17,9	85	18,7	84	18,3	85	19,0	84	18,7	87	19,0	87	18,7	81	18,7	85	18,7	87
8:24	18,7	84	18,3	85	19,0	85	18,7	85	19,0	84	19,0	87	19,4	85	18,7	81	19,0	85	19,0	85
8:36	19,0	85	18,7	85	19,0	85	19,0	85	19,4	84	19,4	85	19,8	85	19,0	82	19,4	85	19,4	85
8:48	19,4	84	19,4	87	19,4	85	19,4	87	19,8	84	19,8	85	20,2	85	19,4	82	20,2	84	19,8	85
9:00	19,8	84	19,8	87	19,8	85	20,2	87	20,6	85	20,6	85	21,0	84	19,4	82	20,6	84	20,2	85
9:12	20,2	84	20,6	85	20,2	85	20,6	85	21,3	85	21,0	84	21,3	82	19,8	82	21,3	82	20,6	84
9:24	20,6	82	21,0	85	20,6	84	21,3	85	21,7	82	21,7	84	22,1	82	20,6	82	22,1	82	21,3	82
9:36	21,0	82	21,7	84	21,3	84	21,7	84	22,5	81	22,1	81	22,5	78	21,0	84	22,5	78	21,7	79
9:48	21,3	82	22,1	84	21,7	82	22,1	84	23,2	79	22,5	81	22,9	77	21,3	82	22,9	77	22,1	79

10:00	22,1	81	22,5	82	22,1	82	22,9	84	23,6	77	22,9	78	23,2	74	22,1	81	23,2	75	22,5	76
10:12	22,5	81	23,2	81	22,5	81	23,2	81	24,0	75	22,9	78	23,6	74	22,1	81	23,6	76	22,9	74
10:24	23,2	79	23,6	79	22,9	79	23,6	79	24,4	73	23,2	76	24,4	73	22,5	79	24,0	74	23,2	74
10:36	23,6	78	24,0	78	23,2	78	24,0	78	24,8	69	24,0	76	24,8	71	22,9	79	24,4	72	23,6	71
10:48	24,0	74	24,4	74	23,6	76	24,8	76	25,2	70	24,4	74	25,2	68	23,6	77	24,8	70	24,4	68
11:00	24,4	71	24,8	73	24,0	74	25,2	75	25,6	65	24,8	72	25,6	66	23,6	77	25,2	67	24,8	65
11:12	24,8	69	25,2	68	24,4	71	25,2	69	26,0	65	24,8	70	26,0	61	24,0	73	25,6	65	25,2	63
11:24	25,2	69	25,6	65	24,8	67	25,6	66	26,3	60	24,8	67	26,3	59	24,4	69	25,6	62	25,6	57
11:36	25,6	67	25,6	66	24,8	66	26,0	64	26,3	60	24,8	66	26,3	58	24,4	69	26,0	61	25,6	57
11:48	25,6	62	26,0	63	25,2	65	26,3	65	26,7	58	25,2	66	26,7	57	24,8	70	26,3	59	26,0	57
12:00	25,6	66	26,3	63	25,2	63	26,7	63	27,1	58	25,2	66	27,1	56	25,2	72	26,7	58	26,3	56
12:12	26,0	63	26,7	60	25,6	63	26,7	62	27,1	57	25,6	64	27,5	56	25,6	68	26,7	57	26,3	54
12:24	26,0	61	26,7	59	25,6	62	27,1	59	27,1	54	25,6	62	27,5	52	26,0	67	26,7	57	26,7	53
12:36	26,0	62	27,1	58	26,0	61	27,1	58	27,1	56	25,6	63	27,9	53	26,3	65	27,1	55	27,1	53
12:48	26,3	61	27,1	55	26,3	58	27,5	58	27,1	51	26,0	60	28,3	52	26,3	64	27,5	53	27,5	48
13:00	26,7	57	27,9	52	26,7	53	27,9	53	27,5	49	26,3	58	28,7	48	27,1	59	28,3	52	27,9	46
13:12	27,1	55	28,3	50	27,5	53	28,7	51	28,3	46	26,7	59	29,5	48	27,9	58	29,1	46	28,7	45
13:24	27,9	53	29,1	48	27,9	50	29,5	50	28,7	45	27,5	57	29,9	45	28,3	54	29,5	44	29,5	42
13:36	28,3	50	29,5	45	28,3	50	29,5	46	29,1	42	27,9	54	30,3	45	28,7	51	30,3	42	29,9	38
13:48	28,7	47	29,9	42	29,1	47	29,9	44	29,5	42	28,3	52	30,7	44	29,1	48	30,7	39	30,3	38
14:00	29,1	45	30,3	40	29,5	43	30,3	43	29,9	38	28,3	49	31,1	38	29,1	45	30,7	39	30,7	34
14:12	29,5	45	30,7	40	29,5	43	30,7	41	30,3	40	28,7	47	31,1	39	29,5	45	31,1	38	31,1	35
14:24	29,5	43	31,1	38	29,9	41	31,1	41	30,7	37	29,1	46	31,5	38	29,9	43	31,1	36	31,1	34

14:36	29,9	42	31,1	37	30,3	40	31,1	39	30,7	37	29,5	45	31,9	38	30,3	42	31,1	36	31,5	34
14:48	29,9	42	31,1	37	30,3	40	31,1	39	31,1	35	29,5	44	31,9	37	30,3	41	31,1	37	31,5	34
15:00	29,9	39	31,1	37	30,3	41	31,1	36	31,1	36	29,5	42	31,9	37	30,3	39	31,1	36	31,5	33
15:12	29,5	38	31,1	36	30,3	37	30,7	35	31,1	33	29,1	41	31,9	33	29,9	37	31,1	34	31,1	31
15:24	29,5	37	31,1	35	29,9	38	30,7	34	30,7	33	29,1	39	31,5	34	29,9	36	31,1	35	31,1	31
15:36	29,5	38	30,7	35	29,9	37	30,7	34	30,7	33	29,1	40	31,5	33	29,9	37	30,7	33	31,1	31
15:48	29,5	38	30,7	35	29,9	37	30,7	35	30,7	33	29,1	41	31,1	33	29,9	38	30,7	33	31,1	32
16:00	29,1	39	30,3	34	29,5	37	30,7	37	30,3	32	29,1	41	31,1	34	29,5	39	30,3	34	30,7	32
16:12	29,1	39	30,3	35	29,5	37	30,3	36	30,3	32	28,7	42	30,7	35	29,5	39	30,3	34	30,7	33
16:24	29,1	38	29,9	36	29,1	37	29,9	36	29,9	33	28,3	43	30,3	35	29,1	39	29,9	35	30,3	33
16:36	28,7	39	29,5	36	28,7	38	29,9	36	29,5	33	28,3	42	29,9	36	29,1	40	29,5	35	29,9	34
16:48	28,7	39	29,1	36	28,7	38	29,5	37	29,1	33	27,9	43	29,5	36	28,7	39	29,1	35	29,5	34
17:00	28,3	40	28,7	37	28,3	38	29,1	38	28,7	34	27,9	44	29,1	36	28,7	39	28,7	36	29,1	35
17:12	27,9	40	28,3	38	27,9	39	28,7	38	28,3	35	27,5	45	28,7	37	28,3	40	28,3	37	28,7	36
17:24	27,9	41	27,9	39	27,5	40	28,7	39	28,3	35	27,1	44	28,3	38	28,3	40	28,3	38	28,3	37
17:36	27,5	42	27,9	40	27,5	41	28,3	40	27,9	36	26,7	44	28,3	39	27,9	40	27,9	39	27,9	38
17:48	27,5	43	27,5	41	27,5	41	27,9	40	27,9	38	26,7	45	27,9	40	27,5	41	27,9	40	27,9	39
18:00	27,1	43	27,1	42	27,1	42	27,5	41	27,5	38	26,7	46	27,9	41	27,5	42	27,5	41	27,5	40
18:12	27,1	44	27,1	42	27,1	43	27,1	42	27,5	38	26,3	46	27,9	41	27,1	42	27,5	41	27,5	40
18:24	26,7	44	26,7	43	26,7	43	27,1	42	27,1	38	26,3	46	27,5	41	27,1	42	27,5	41	27,5	40
18:36	26,7	44	26,7	43	27,1	43	26,7	43	27,1	39	26,3	47	27,5	42	27,1	43	27,5	41	27,5	41
18:48	26,7	45	27,1	44	27,1	43	26,3	43	27,1	39	26,0	47	27,5	42	27,1	44	27,5	42	27,5	41
19:00	26,7	45	26,7	44	27,1	44	26,3	45	27,1	39	26,0	47	27,5	42	27,1	44	27,5	42	27,1	42

19:12	26,7	46	26,7	44	27,1	44	26,3	46	27,1	40	26,0	48	27,5	43	27,1	44	27,1	43	27,1	43
19:24	26,3	46	26,3	43	26,7	44	26,3	46	26,7	41	25,6	49	27,1	44	26,7	44	27,1	43	27,1	44
19:36	26,3	46	26,0	46	26,7	44	26,0	47	26,7	41	25,6	49	26,7	44	26,7	45	26,7	44	26,7	44
19:48	26,3	48	25,6	44	26,3	44	26,0	46	26,3	42	25,2	49	26,3	44	26,3	46	26,3	44	26,3	46
20:00	26,0	48	25,2	47	26,0	45	25,6	47	26,3	44	25,2	49	26,3	45	26,3	45	26,3	45	26,3	46

Apêndice B

Quadro B 1: Equações de regressão multivariada para o período de verão.

Agrup.		Variável Climática	ESTAÇÃO		
			Verão	r ²	Eq
I	BOSQUE	Temp.	27,3622 + 0,029677*Área Edif. - 0,00541607*Área Perm. - 0,00984828*Árvore - 0,00190322*Densid. Constr. + 0,00681745*FVC	0,66	1
		Umid.	66,3919 - 0,169907*Área Edif. + 0,058757*Área Perm. + 0,0404861*Árvore + 0,0139802*Densid. Constr. - 0,043191* FVC	0,59	2
II	CFH / CTC	Temp.	26,3548 + 0,0471898*Área Edif. + 0,0119534*Área Imperm. - 0,0060665*Área Perm. - 0,0054558*Densid. Const. + 0,0049045*FVC	0,69	3
		Umid.	70,3093 - 0,21388*Área Edif. - 0,0347318*Área Imperm. + 0,0222805*Área Perm.+ 0,0140589*Densid. Constr. - 0,0480378*FVC	0,57	4
III	CCE	Temp.	19,7401 + 0,139767*Área Edif.+ 0,0795247*Área Imperm.- 0,0738681*Área Perm.- 0,0666988*Árvore - 0,0160225*Densid. Constr.+ 0,00375638*FVC	0,79	5
		Umid.	42,1556 - 0,180151*Área Edif. - 0,252868*Área Imperm.+ 0,31086*Área Perm.+ 0,283886*Árvore - 0,0309157*Densid.Constr.- 0,0529244*FVC	0,65	6
IV	CCI / RU	Temp.	26,4052 - 0,0676291*Água + 0,0716056*Área Edif.+ 0,0127042*Área Imperm.- 0,00702196*Área Perm.- 0,0153354*Densid. Constr.+ 0,00405139*FVC	0,79	7
		Umid.	70,5282 + 0,293983*Água - 0,107745*Área Edif. - 0,0314679*Área Imperm. + 0,0264338*Área Perm. + 0,0288874*Densid. Constr. - 0,0517461*FVC	0,65	8

V	PÇA/BU	Temp.	$26,457 + 0,0101146 * \text{Área Imperm.} - 0,00593527 * \text{Área Perm.} - 0,0112832 * \text{Densid. Constr.} + 0,00653908 * \text{FVC}$	0,65	9
		Umid.	$69,846 - 0,0263981 * \text{Área Imperm.} + 0,0228755 * \text{Área Perm.} + 0,0618079 * \text{Densid. Constr.} - 0,0554464 * \text{FVC}$	0,54	10
VI	ED. FÍSICA	Temp.	$26,5407 + 0,0239428 * \text{Área Edif.} - 0,00283388 * \text{Área Perm.} + 0,00659511 * \text{Densid. Constr.} + 0,0154498 * \text{FVC}$	0,57	11
		Umid.	$69,7691 - 0,146334 * \text{Área Edif.} + 0,0481416 * \text{Área Perm.} - 0,0209563 * \text{Densid. Constr.} - 0,0786784 * \text{FVC}$	0,53	12

Quadro B 2: Equações de regressão multivariada para o período de inverno.

Agrup.		Variável Climática	ESTAÇÃO		
			Inverno	r ²	Eq
I	BOSQUE	Temp.	22,8011 + 0,121875*Área Edif. + 0,00964059*Área Perm. - 0,00117193*Árvore - 0,0307996*Densid. Constr. + 0,0103945*FVC	0,76	13
		Umid.	77,5166 - 0,444979*Área Edif. - 0,0030148*Área Perm. + 0,0180553*Árvore + 0,162238*Densid. Constr. - 0,0603793*FVC	0,60	14
II	CFH / CTC	Temp.	22,6838 + 0,12364*Área Edif. + 0,00125822*Área Imperm. + 0,0108847*Área Perm. - 0,0310569*Densid. Constr. + 0,0103117*FVC	0,76	15
		Umid.	79,3784 - 0,478944*Área Edif. - 0,02287*Área Imperm. - 0,0187482*Área Perm. + 0,169714*Densid. Constr. - 0,0647293*FVC	0,61	16
III	CCE	Temp.	22,5274 + 0,125828*Área Edif. + 0,0028557*Área Imperm. + 0,0124876*Área Perm. - 0,00157685*Árvore - 0,0313067*Densid. Constr. + 0,0102846*FVC	0,76	17
		Umid.	95,1753 - 0,700033*Área Edif. - 0,184241*Área Imperm. - 0,180669*Área Perm. + 0,0159287*Árvore + 0,0194949*Densid. Constr. - 0,0674711*FVC	0,65	18
IV	CCJ / RU	Temp.	22,6851 - 0,00176886*Água + 0,124278*Área Edif. + 0,00127786*Área Imperm. + 0,0109097*Área Perm. - 0,0313153*Densid. Constr. + 0,0102894*FVC	0,76	19
		Umid.	79,2618 + 0,156483*Água - 0,535438*Área Edif. - 0,0246074*Área Imperm. - 0,0209588*Área Perm. + 0,192574*Densid. Constr. - 0,0667032*FVC	0,65	20

V	PÇA/BU	Temp.	$22,9516 + 0,00355933 * \text{Área Imperm.} + 0,0105408 * \text{Área Perm.} - 0,0128003 * \text{Densid. Const.} + 0,0145945 * \text{FVC}$	0,60	21
		Umid.	$78,3409 - 0,0042083 * \text{Área Imperm.} - 0,0174159 * \text{Área Perm.} + 0,000175159 * \text{Densid. Const.} - 0,0481391 * \text{FVC}$	0,27	22
VI	ED. FISICA	Temp.	$22,7034 + 0,121193 * \text{Área Edif.} + 0,00994787 * \text{Área Perm.} - 0,0297884 * \text{Densid. Const.} + 0,0114217 * \text{FVC}$	0,76	23
		Umid.	$79,0227 - 0,434466 * \text{Área Edif.} - 0,00171924 * \text{Área Perm.} + 0,146658 * \text{Densid. Const.} - 0,0445532 * \text{FVC}$	0,57	24