

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola Politécnica

**Influência da arborização no microclima local: um  
estudo de caso em Copacabana**

Maria Alice Farias Silva Rocha

2018



Universidade Federal  
do Rio de Janeiro  

---

Escola Politécnica

# **Influência da arborização no microclima local: um estudo de caso em Copacabana**

Maria Alice Farias Silva Rocha

Projeto de monografia apresentado ao curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheira.

Orientado por:

Gisele Silva Barbosa, D.Sc.

Rio de Janeiro

Março de 2018

# Influência da arborização no microclima local: um estudo de caso em Copacabana

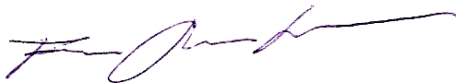
Maria Alice Farias Silva Rocha

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO EXIGÊNCIA PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE ENGENHEIRA AMBIENTAL.

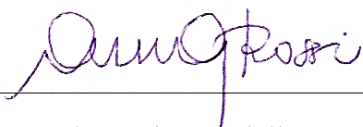
Aprovado por:



Prof.<sup>a</sup> Gisele Silva Barbosa D.Sc.



Prof. Fernando Rodrigues Lima, D. Sc.



Prof.<sup>a</sup> Angela Maria Gabriella Rossi, D. Sc.

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

Março de 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

ROCHA, MARIA ALICE FARIAS SILVA

Influência da arborização no microclima local: um estudo de caso em Copacabana / Maria Alice Farias Silva Rocha – Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2018.

XIII, 82 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Gisele Silva Barbosa

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica

Curso de Engenharia Ambiental, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 59-63.

1. Morfologia Urbana 2. Microclima 3. Arborização  
4. Copacabana 5. ENVI-met

I. Gisele Silva Barbosa II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Ambiental III. Título

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu pai, William Rocha, que sempre acompanhou minha vida escolar e acadêmica – muitas vezes sendo o único pai num oceanos de mães nas reuniões de colégio – e quem me ensinou que o único bem que não podem tirar de você é o conhecimento.

## AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, gostaria de agradecer à minha orientadora Gisele Barbosa por incrível paciência, dedicação e por não desistir de mim. À Professora Patrícia Drach também foi essencial na feitura deste trabalho, nos acompanhando com a estação meteorológica e auxiliando na obtenção dos dados. Não sei o que seria de mim sem essas duas.

Não tenho palavras para exprimir o quanto sou grata à minha mãe, Maria Adelaide, que me apoia incondicionalmente e é a melhor inspiração de força que uma filha pode ter.

Dizem que quem tem amigos tem tudo, então certamente sou a pessoa mais rica do mundo, pois não me faltou auxílio, carinho e amizade nessa jornada tão tortuosa, então segura que a lista é grande. Primeiramente um agradecimento especial às minhas colegas Vivian Faxas (que saiu de Realengo para entrevistar pedestres em Copacabana no sol escaldante do verão carioca), Gabriela Felix e Renata Ruiz (que revisaram minhas versões mais rústicas deste trabalho e não me deixaram desistir mesmo quando eu não via saída).

Aos meus colegas de faculdade Aline Lessa, Carolina Peleteiro, Hugo Azevedo, Lea Piumbim, Patricia Herkenhoff e Rodrigo Takahashi; por me acompanharem nesta trajetória. À Joyce Portugal, sem a qual não sei se estaria aqui hoje. Ao Luan Cassal e Henrique Crespo um agradecimento aos esclarecimentos e orientações, com as quais pude deixar este trabalho com um pouco mais da minha identidade. Também à Caroline de Moraes, Reinaldo Bruno Batista Alves, Aline Boechat, Luciana Torres, Cristiano Brasil, Daniele Ribeiro, Fernanda Robusti e Rafael Oliveira pela amizade e incentivo.

「 継続は力なり。」

(“*Persistência torna-se força.*”)

- Provérbio japonês

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

## **Influência da arborização no microclima local: um estudo de caso em Copacabana**

Maria Alice Farias Silva Rocha

Março de 2018

Orientadora: Gisele Silva Barbosa, D.Sc.

A expansão urbana de forma desordenada resultou em uma estrutura urbana que, junto às fontes de calor antropogênicas, são as principais causas do fenômeno das ilhas de calor, que é um dos maiores desafios urbanos do século XXI. Estratégias de mitigação se fazem necessárias e estudar a morfologia urbana entendendo o impacto dela na qualidade de vida dos habitantes, clima, mobilidade, saúde física e mental, é essencial para a eficácia dessas alterações na urbe. A utilização da arborização é uma solução conhecida para amenização da temperatura e diminuição do desconforto térmico além de ser uma alteração geralmente bem quista pela população.

Neste contexto, o trabalho se propõe a apresentar um estudo de caso em uma área de 250 m<sup>2</sup> em Copacabana que contém trechos das ruas Santa Clara, Anita Garibaldi e Figueiredo de Magalhães, de diferentes níveis de arborização. Foram levantados três tipos de dados de procedências distintas: dados empíricos, com a pesquisa de percepção climática junto aos pedestres; dados diretos, com a medição in loco com a estação climática; e simulação computacional, com os dados obtidos in loco e por estações meteorológicas e gerados e analisados pelo programa ENVI-met. Os parâmetros microclimáticos locais foram obtidos com intuito de comparar as três ruas e inferir a influência da arborização nas variáveis bioclimáticas.

*Palavras-chave:* morfologia urbana; microclima; arborização; ENVI-met; Copacabana.



Abstract of the Undergraduate Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Environmental Engineer.

## **Influence of afforestation on the local microclimate: a case study in Copacabana**

Maria Alice Farias Silva Rocha

March, 2018

Advisor: Gisele Silva Barbosa, D.Sc.

Urban expansion has promoted an urban structure that, together with anthropogenic heat sources are the main causes of the phenomenon called urban heat islands, which is one of the greatest challenges of the 21st century. Mitigation strategies are necessary and the study of urban morphology and its impact on the inhabitants' quality of life, climate, mobility, physical and mental public health, is essential for the effectiveness of these changes in the city. The use of afforestation is a known solution for temperature mitigation and reduction of thermal discomfort and is generally a well-liked change by the population.

In this context, this project proposes a case study of an area of 250 m<sup>2</sup> in Copacabana that contains sections of the streets: Santa Clara, Anita Garibaldi and Figueiredo de Magalhães, in which there are different levels of afforestation. Three types of data of different origins were collected: empirical data, with the research of climatic perception by pedestrians; direct data, with on-site measurement with a mobile weather station; and a computer simulation, fed with the data obtained in *locus* and by automatic meteorological stations that then were analyzed by the software ENVI-met. The local microclimatic parameters were obtained in order to compare the three streets and to infer the influence of the afforestation on the bioclimatic variables.

*Keywords:* urban morphology; microclimate; afforestation; ENVI-met; Copacabana.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	XI
LISTA DE TABELAS .....	XII
LISTA DE GRÁFICOS.....	XII
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS .....	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Justificativa e Apresentação do tema.....	1
1.2. Hipótese e Objetivos .....	2
1.3. Metodologia.....	2
1.4. Estrutura do trabalho.....	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	4
2.1. Sustentabilidade Urbana .....	4
2.2. Forma e Morfologia Urbana .....	5
2.3. Planejamento Urbano e Zoneamento .....	6
2.4. O microclima e as ilhas de calor .....	8
2.4.1. Fator de visão do céu.....	10
2.5. Arborização urbana.....	10
2.6. Conforto Ambiental e Térmico e Diagrama Bioclimático.....	12
2.7. Microclima, Morfologia e suas correlações.....	19
3. ESTUDO DE CASO.....	21
3.1. Histórico de Copacabana .....	21
3.2. Legislação .....	24
3.3. Diagnóstico .....	26
3.4. Metodologia do estudo de caso.....	27
3.4.1. Pesquisa de Percepção Climática .....	30
3.4.2. Medições meteorológicas <i>in situ</i> .....	33
3.4.3. ENVI-met.....	43
4. RESULTADOS.....	47
4.1. Pesquisa de percepção climática.....	47
4.2. Medições <i>in situ</i> .....	56
4.3. ENVI-met.....	60
4.4. Discussões.....	65
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67

5.1. Recomendações para Estudos Futuros.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
APÊNDICE I – MODELO DO QUESTIONÁRIO .....	73
APÊNDICE II – COMPILAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS DE PERCEPÇÃO CLIMÁTICA .....	74

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área urbana com diferenças climáticas entre diversas regiões.....	9
Figura 2 - Diagrama Bioclimático .....	15
Figura 3 - Diagrama Bioclimático. ....	16
Figura 4 - Carta Bioclimática com as estratégias indicadas para o Rio de Janeiro. ....	17
Figura 5 - Copacabana (delimitada em vermelho) e seus bairros vizinhos .....	21
Figura 6 - Planta de Zoneamento de 1946.....	23
Figura 7 - Mapa da TSC máxima para o período entre 1984-2010 na cidade do Rio....	27
Figura 8 - Área do Estudo de Caso.....	28
Figura 9 - Rua Santa Clara (visão da Rua Barata Ribeiro).....	29
Figura 10 - Rua Santa Clara (visão da Rua Tonelero).....	29
Figura 11 - Rua Anita Garibaldi (visão da Rua Barata Ribeiro) .....	29
Figura 12 - Rua Anita Garibaldi (visão da Rua Tonelero) .....	29
Figura 13 - Rua Figueiredo de Magalhães (visão da Rua Barata Ribeiro).....	30
Figura 14 - Rua Figueiredo de Magalhães (visão da Rua Tonelero).....	30
Figura 15 - Estação climática DAVIS pro 2.....	33
Figura 16 - Pontos de medição da estação meteorológica móvel.....	34
Figura 17 – Visão do céu no ponto de medição da Rua Santa Clara.....	35
Figura 18 - Trajetória Solar no ponto de medição da Rua Santa Clara .....	35
Figura 19 - Mapa de Copacabana com destaque para a Rua Santa Clara .....	36
Figura 20 - Santa Clara: Imagem 3D do Google Earth Pro.....	36
Figura 21 - Visão do céu no ponto de medição da Rua Anita Garibaldi.....	37
Figura 22 - Trajetória Solar no ponto de medição da Rua Anita Garibaldi.....	37
Figura 23 - Mapa de Copacabana com destaque para a Rua Anita Garibaldi. ....	38
Figura 24 - Anita Garibaldi: Imagem 3D do Google Earth Pro .....	38
Figura 25 - Visão do céu no ponto de medição da Rua Figueiredo de Magalhães .....	39
Figura 26 - Trajetória Solar no ponto de medição da Rua Figueiredo de Magalhães ....	39
Figura 27 - Mapa de Copacabana com destaque para a Rua Figueiredo de Magalhães. ....	40
Figura 28 - Figueiredo de Magalhães: Imagem 3D do Google Earth Pro.....	40
Figura 29 - Imagem de Satélite utilizada no ENVI-met.....	43
Figura 30 - Dados do domínio do modelo da área de interesse.....	44
Figura 31 - Feição inicial do Programa com a área escolhida.....	45
Figura 32 - Dados de configuração do Programa .....	46
Figura 33 - Isolamento térmico estimado em clo. ....	49
Figura 34 - Temperatura Potencial do Ar.....	60
Figura 35 - Velocidade do vento .....	61
Figura 36 - Umidade relativa.....	62
Figura 37 - Fator de visão do céu (edificações + vegetação) .....	63
Figura 38 - Fator de visão do céu (somente edificações) .....	64
Figura 39 - Radiação solar direta.....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Influência positiva das áreas verdes na dinâmica ambiental urbana.....	11
Tabela 2 - Indicativos de ação bioclimática .....	14
Tabela 3 - Demais instrumentos legais.....	25
Tabela 4 - Fluxo de Pedestres.....	32
Tabela 5 - Descrição, dados e imagens da Rua Santa Clara.....	35
Tabela 6 - Descrição, dados e imagens da Rua Anita Garibaldi .....	37
Tabela 7 - Descrição, dados e imagens da Rua Figueiredo de Magalhães.....	39
Tabela 8 – Correspondência horária com os dados do Forte.....	41
Tabela 9 - Cálculos de Equivalência para os dados da Rua Anita Garibaldi .....	57
Tabela 10 - Cálculos de Equivalência para os dados da Rua Santa Clara.....	58
Tabela 11 - Cálculos de Equivalência para os dados da Rua Figueiredo de Magalhães	59
Tabela 12 - Dados da medição Equalizados (com os maiores valores em destaque)....	59
Tabela 13 - Respostas compiladas: Perfil dos Entrevistados .....	74
Tabela 14 - Respostas compiladas: Perguntas 1 a 4.....	76
Tabela 15 - Respostas compiladas: Pergunta 5 .....	80
Tabela 16 - Respostas compiladas: Pergunta 6 .....	83

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição dos Questionários Válidos Aplicados. ....	32
Gráfico 2 - Perfil dos Entrevistados: Faixa Etária.....	47
Gráfico 3 - Perfil dos Entrevistados: Gênero .....	48
Gráfico 4 - Perfil dos Entrevistados: Estatura .....	48
Gráfico 5 - Perfil dos Entrevistados: Peso.....	48
Gráfico 6 - Perfil dos Entrevistados: Vestimenta (Clo.).....	49
Gráfico 7 - Pergunta 1: Reside em Copacabana? .....	50
Gráfico 8 - Pergunta 2: Há quanto tempo você está na rua? .....	50
Gráfico 9 - Pergunta 3: De onde você veio?.....	51
Gráfico 10 - Pergunta 4: O ambiente de onde você veio estava climatizado/com ar condicionado?.....	51
Gráfico 11 - Pergunta 5: Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação à umidade? ....	52
Gráfico 12 - Pergunta 6: E como você está se sentindo nesse momento em relação à umidade?.....	52
Gráfico 13 - Pergunta 5: Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação ao sombreamento? .....	53
Gráfico 14 - Pergunta 6: E como você está se sentindo nesse momento em relação ao sombreamento?.....	53
Gráfico 15 - Pergunta 5: Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação à temperatura? 53	

Gráfico 16 - Pergunta 6: E como você está se sentindo nesse momento em relação à temperatura? .....	53
Gráfico 17 - Pergunta 5: Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação à ventilação?..	54
Gráfico 18 - Pergunta 6: E como você está se sentindo nesse momento em relação à ventilação? .....	54
Gráfico 19 - Comparação da percepção da umidade do dia da entrevista (Pergunta 6) com o que normalmente é percebido no local na mesma época do ano (Pergunta 5). .....	54
Gráfico 20 - Comparação da percepção do sombreamento do dia da entrevista (Pergunta 6) com o que normalmente é percebido no local na mesma época do ano (Pergunta 5).	55
Gráfico 21 - Comparação da percepção da temperatura do dia da entrevista (Pergunta 6) com o que normalmente é percebido no local na mesma época do ano (Pergunta 5). ...	55
Gráfico 22 - Comparação da percepção da ventilação do dia da entrevista (Pergunta 6) com o que normalmente é percebido no local na mesma época do ano (Pergunta 5). ...	55

### **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

FVC – fator de visão do céu

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICU – ilha de calor urbana

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia

IPP – Instituto Pereira Passos

LOM – Lei Orgânica do Município (do Rio de Janeiro)

PDAU – Plano de Arborização Urbana da Cidade do Rio de Janeiro

PDDUS – Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Rio de Janeiro

RMRJ – Região Metropolitana do Rio de Janeiro

TSC – Temperatura da Superfície Continental

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Justificativa e Apresentação do tema**

A formação de ilha de calor urbana (ICU) é um problema constante do século XXI gerado pela urbanização e industrialização intensa (RIZWAN *et al.*, 2008). A expansão urbana de forma desordenada, principalmente em países em desenvolvimento, resultou em uma estrutura urbana que - ao absorver e irradiar a radiação solar – gera uma enorme quantidade de calor e junto a fontes de calor antropogênicas são as principais causas da ICU.

A intensificação desse fenômeno nos espaços construídos atenta para a necessidade de uma intervenção estratégica nas cidades, visando não só mitigar ou ao menos minimizar as consequências bioclimáticas da urbanização mas também aumentar o conforto térmico da população, em prol da melhora na qualidade de vida e da redução do consumo de energia elétrica através de equipamentos de climatização artificial.

Estudar a morfologia urbana e entender o impacto dela na qualidade de vida dos habitantes, clima, mobilidade, saúde física e mental, é essencial para a eficácia dessas alterações na urbe. O conforto ambiental e térmico é essencial para que aparelhos urbanos sejam utilizados pela população conforme planejado. A solução dos problemas urbanos deve se dar através de intervenções eficazes, porém de mínimo impacto, uma vez que as opções são limitadas, principalmente nas metrópoles já densamente ocupadas. Através de diagnósticos e estudos é possível obter um panorama do microclima local e planejar táticas eficazes a fim de diminuir o sobreaquecimento das áreas urbanas.

A utilização da arborização é uma solução conhecida para amenização da temperatura e diminuição do desconforto térmico além de ser uma alteração geralmente benquista pela população.

## 1.2. Hipótese e Objetivos

Partindo do pressuposto de que a forma urbana influencia o microclima e a presença da arborização o ameniza, o objetivo geral deste trabalho é avaliar este pressuposto através de dados diretos e indiretos e analisar a influência do verde urbano no conforto de pedestres. Os objetivos específicos deste estudo são:

- Apresentar e conceituar morfologia urbana, microclima e suas inter-relações
- Apresentar estudo de caso de três ruas vizinhas com diferentes níveis de arborização
- Comparar três tipos de dados de procedências distintas:
  - Dados empíricos, com a pesquisa de percepção climática junto aos pedestres;
  - Dados diretos, com a medição in loco com a estação climática; e
  - Modelagem computacional, com os dados obtidos in loco e por estações meteorológicas e gerados e analisados pelo programa ENVI-met.
- Validar dados obtidos pelo ENVI-met visto que ele parte das mesmas hipóteses deste trabalho: utiliza a arborização como fator de atenuação do clima.

## 1.3. Metodologia

A metodologia deste trabalho se deu através de levantamento bibliográfico em livros, teses de doutorado, periódicos, dissertações de mestrado e artigos relacionados ao tema, assim como levantamento do histórico do bairro de Copacabana e da legislação existente relacionada ao assunto. Para o estudo de caso foram feitas medições in loco e gerado dados específicos, além da obtenção de dados meteorológicos de estações climáticas através do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). Ainda, para a realização de uma pesquisa de percepção climática no local foi desenvolvido um questionário e aplicado nas três ruas selecionadas também para as medições. Por fim, foi utilizado o programa ENVI-met para modelagem computacional e simulação do microclima da área.



## **1.4. Estrutura do trabalho**

A organização deste trabalho foi realizada da seguinte maneira:

Neste primeiro capítulo introdutório foi feita uma apresentação breve do tema e de sua relevância no contexto atual. Ainda no primeiro capítulo foram expostos o pressuposto motivador, objetivos, justificativa e metodologia para o desenvolvimento deste estudo.

No segundo capítulo são apresentados os conceitos de sustentabilidade urbana, forma e morfologia urbana, planejamento urbano e zoneamento, ilha de calor, conforto ambiental e térmico, arborização urbana e como eles se correlacionam entre si e com o microclima.

O terceiro capítulo dedica-se ao estudo de caso em Copacabana, descrevendo o histórico e legislação local, apresentando a metodologia do estudo e detalhando as metodologias dos três tipos de coletas de dados feitas neste trabalho: a pesquisa de percepção climática, as medições através de uma estação meteorológica móvel e a modelagem computacional e simulação feitas através do programa ENVI-met.

No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados do estudo de caso, a partir das três formas de análise citadas acima.

Por fim, o quinto capítulo dedica-se às considerações do trabalho, contextualizando os resultados obtidos do estudo de caso com a bibliografia estudada.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir serão apresentados os principais conceitos pertinentes ao tema, visando melhor entendimento da base teórica que fundamenta as análises e conclusões deste trabalho.

### 2.1. Sustentabilidade Urbana

O conceito de sustentabilidade, embora amplamente utilizado e discutido em diversos temas atuais, não possui definição única. Uma das acepções mais conhecidas de sustentabilidade é: decisões, atitudes e ideias que supram necessidades da sociedade atual sem comprometer gerações futuras. Este conceito mostra-se muito vago, sendo muitas vezes citado em discursos contraditórios e empregado de acordo com interesses político-econômicos particulares de setores da população. As necessidades da sociedades atual e/ou futuras são parâmetros intangíveis e incertos, porém na busca por cidades sustentáveis “algumas ações já são comumente aceitas como sustentáveis, como a substituição da matriz energética para fontes de energias renováveis, o incentivo ao transporte público e o adensamento controlado do território” (BARBOSA, 2014).

A sustentabilidade das cidades não se limita a questões ecológicas, da mesma forma ela se refere à qualidade de vida e interações sociais. As questões ambientais são muitas vezes de mais fácil mensuração e identificação na busca por cidades sustentáveis do que condicionantes sociais, econômicos, culturais e políticos. (BARBOSA,2014)

O conceito de metabolismo urbano também ajuda a ter uma noção mais prática da sustentabilidade. Nesta definição a cidade é compreendida como um ecossistema, à medida que engloba um conjunto de organismos que interagem em um mesmo *habitat* (FARR, 2008). A sustentabilidade se traduziria numa visão holística dos componentes urbanos, buscando processos com ciclo metabólico “fechado” no qual praticamente tudo fosse reutilizado e reciclado, reduzindo a extração de recursos naturais e conseqüentemente de resíduos urbanos. Estes ciclos urbanos “fechados” formariam um sistema urbano sustentável ideal, por visarem mínimo impacto, considerarem as

diferentes escalas (locais e globais) e os limites dos recursos e da resiliência do meio ambiente.

A busca pela sustentabilidade urbana pode contribuir para inovações tecnológicas, no entanto, o conceito de sustentabilidade é mais amplo e engloba questões econômicas, sociais e ambientais.

Para Rogers (2000), uma cidade sustentável é uma cidade justa, que inclui os cidadãos no processo participativo de sua construção em igualdade de direitos, sendo os mesmos participantes ativos da administração pública; é uma cidade bela, criativa e verde, pois contempla e promove sempre o equilíbrio em relação à sua paisagem natural e suas infraestruturas fazem uso dos recursos naturais de forma segura e eficiente; tem como premissa a minimização dos impactos ecológicos e a valorização da arte e da arquitetura; é uma cidade fácil, pois promove a interação social e meios de transporte alternativos; é uma cidade compacta e policêntrica, que protege e valoriza a área rural, a proximidade das comunidades e concentração em bairros; é uma cidade diversa, que valoriza o espaço urbano como um meio de trocas e inter-relações, promove a vida em comunidade e a diversidade de usos, para que seja sempre dinâmica e viva (ROGERS, 2000).

## **2.2. Forma e Morfologia Urbana**

Morfologia urbana é a disciplina responsável pelo estudo e análise da forma urbana. Essa disciplina se concentra nos métodos de análise e percepção do desenho e estruturação do meio urbano e da correlação de seus elementos. Elementos estes que - em conjunto - constituem o que é chamado de forma urbana, e possuem “tipologias e características diferenciadas, em um processo incessante de evolução e transformação ocasionado por intervenções de habitantes, de empreendedores e do governo.” (XIMENES, 2016).

A morfologia urbana abrange todo o território que sofreu ou sofrerá interferências antropomórficas, e analisa “componentes físico-espaciais (lotes, ruas, tipologias edilícias e áreas livres) e socioculturais (usos, apropriação e ocupação) da forma urbana e como eles variam em função do tempo” (BUTINA, 1998 *apud* NOBRE, 2003).

Desta maneira, o estudo da forma urbana é essencial para que as intervenções no meio urbano sejam apropriadas e eficazes. Ainda é importante salientar que a forma urbana define grande parte das interações da sociedade com a cidade. Isto é, a forma como um cidadão usufrui do meio urbano está diretamente correlacionada com o desenho da cidade. A dimensão de um quarteirão, por exemplo, pode interferir na escolha de um usuário de passar ou não por aquela via, pois quarteirões muito extensos causam desconforto e insegurança no pedestre. A hierarquia das vias, definida principalmente pelas suas dimensões (principalmente a largura), define, por exemplo, o fluxo de pessoas que passarão por aquela via e em qual tempo.

A forma urbana pode ser definida por autovias que podem contribuir para reduzir distâncias com o uso de automóveis ou priorizar ruas para pedestres e ciclovias. O posicionamento das vias, a dimensão dos quarteirões, a presença ou não de arborização, a dimensão das calçadas, entre diversas outras características influenciam diretamente na funcionalidade e eficiência urbana. Cidades dispersas e esparsas por exemplo, corroboram para um maior uso do automóvel individual e um conseqüente consumo excessivo de energia e liberação de CO<sub>2</sub>. No entanto, cidades muito compactas e densas podem trazer malefícios ao microclima local e também contribuir para uma piora da qualidade de vida local devido ao uso excessivo de ar condicionado e elevadores, a concentração de poluentes e a perda de tempo em congestionamentos. De acordo com MASCARÓ (2001) uma cidade com densidade menor do que 100 hab/ha torna os serviços e infraestrutura inexecutável; já uma densidade maior do que 1500 hab/ha pode trazer problemas econômicos, sociais e ambientais. Desta forma, a morfologia urbana recebe grande importância, pois é através do estudo da forma que se torna possível uma análise sobre qual é o nível de densificação que se espera de uma determinada região para que essa se torne eficiente.

### **2.3. Planejamento Urbano e Zoneamento**

O crescimento acelerado da grande maioria das cidades brasileiras no último século e a falta de qualidade das mesmas evidencia a falta de planejamento e o descaso principalmente com as infraestruturas básicas. Rogers (2000) considera que “a capacidade das cidades está sendo solicitada até o limite, sua expansão se dá em tal índice

que os padrões tradicionais de acomodação do crescimento urbano tornaram-se obsoletos”. Desta forma, a importância do planejamento urbano é notória no desenvolvimento das cidades e a falta dele traz consequências muitas vezes irreparáveis ou no mínimo muito mais caras de remediar.

O papel do Planejamento Urbano é, principalmente, prever possíveis problemas e dimensioná-los antes de surgirem. É preciso que o planejamento seja constante e interdisciplinar. A interação entre governo, sociedade e empresas corrobora para um planejamento mais eficiente e colaborativo. O planejamento urbano interfere diretamente na qualidade da cidade, na equidade social, sustentabilidade ecológica, eficiência econômica, acessibilidade cultural e equilíbrio na distribuição espacial dos serviços, atividades e assentamentos humanos (Sachs, 1993).

Através do Poder Público diversas ações podem ser feitas visando o planejamento de uma cidade. Apesar de muito recente, o Estatuto das Cidades é um instrumento que colocou “em pauta” as questões urbanas. É uma Lei Federal que “estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental” (Estatuto das Cidades, 2001). A criação do Ministério das Cidades e a promulgação do Estatuto das Cidades fomentou a importância do planejamento urbano. O principal instrumento estabelecido foi a exigência do Plano Diretor Municipal para municípios com mais de 20 mil habitantes, ou municípios em áreas de interesse turístico ou ambiental. Apesar de ainda não ser implantado em todos os municípios onde é obrigatório, a necessidade de um Plano Diretor obrigou cidades a realizar um mínimo diagnóstico urbano onde as potencialidades e necessidades urbanas são expostas. A partir daí, espera-se que haja a definição de critérios básicos de ocupação do solo pautados pela busca da qualidade de vida e equidade social. Apesar de inúmeras vezes isso parecer utópico, ainda é uma das principais funções do Planejamento Urbano. O Zoneamento Urbano, por exemplo, é definido pelo Plano Diretor Municipal e delibera padrões de ocupação como afastamentos e gabaritos para cada área da cidade. Apesar de ainda ínfimo frente a um planejamento urbano eficiente, o zoneamento urbano já é uma benfeitoria visto a falta de planejamento das cidades brasileiras.

A definição de zonas urbanas também corrobora para a definição da forma urbana. No urbanismo moderno as cidades eram propostas com zonas com usos bem definidos e

isso, muitas vezes, criou cidades segregadas e com um gasto energético excessivo devido à necessidade constante de deslocamentos. Nas últimas décadas, a busca por cidades sustentáveis e que atendam a escala humana, tem levado os planejadores a propor zoneamentos menos rígidos e com usos mistos. A importância do Planejamento Urbano está justamente no fato de se prever cenários futuros e limitar o crescimento urbano acelerado e sem a infraestrutura necessária.

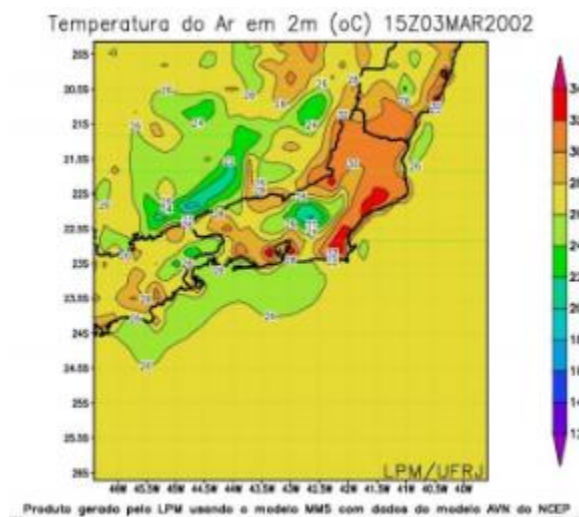
## **2.4. O microclima e as ilhas de calor**

Microclima é a denominação que se dá a um conjunto específico de condições atmosféricas locais que se difere das condições de onde esta área é localizada. Esta divergência pode ocorrer pela presença de aspectos morfológicos peculiares, sendo naturais ou antropogênicos.

Os principais elementos que definem o microclima local são a temperatura, a umidade, a ventilação e a radiação solar. A formação urbana pode influenciar diretamente na alteração de tais elementos e muitas vezes criar ilhas de calor.

Ilhas de calor é um fenômeno climático que ocorre principalmente em cidades com maior urbanização do solo. As temperaturas urbanas são mais altas do que as temperaturas nas áreas rurais do entorno da urbe (**Figura 1**). São definidas como os locais de maior desconforto térmico em uma determinada área. Dentro das próprias áreas urbanas é possível uma variação térmica devido a formação física local e a presença de materiais mais absorventes de radiação solar, como asfalto, cimento, etc.

As intervenções humanas como impermeabilização do solo, depleção da vegetação, poluição atmosférica e presença de edificações modificam o quadro climático local, modificando a precipitação, direção e velocidade dos ventos e a temperatura.



**Figura 1 - Área urbana com diferenças climáticas entre diversas regiões**

Fonte: JUSTI, 2015<sup>1</sup>

Vários estudos sobre climatologia urbana, tanto para as áreas temperadas quanto para as tropicais, provam que os atributos urbanos geram uma atmosfera local com características climáticas próprias na meso e micro escalas, ou seja, temperatura e umidade relativas do ar únicas, diferentes das verificadas nas áreas circunvizinhas. (VASCONCELLOS, 2011)

Nas áreas rurais grande parte da radiação incidente é utilizada na evapotranspiração. Já nas áreas urbanas a radiação solar é em grande parte absorvida pelos materiais e liberada como calor. Durante o dia a temperatura das cidades tende a aumentar, pois há menos resfriamento por evapotranspiração. Além disso, ainda há o aumento da emissão de calor por automóveis e fontes antrópicas. Durante a noite a grande quantidade de calor armazenada no período diurno é liberada vagarosamente.

Devido às características urbanas em alguma área determinada as temperaturas podem ficar mais altas e a ventilação pode ser bloqueada ou parcialmente bloqueada o que corrobora para o desconforto térmico. A observação e definição de áreas menos confortáveis termicamente pode contribuir para alterações da forma urbana no intuito de

---

<sup>1</sup> Apresentação de aula da Professora Maria Gertrudes Justi (UFRJ).

amenizar esse desconforto com aberturas, alteração de materiais, presença de arborização, etc.

### **2.4.1. Fator de visão do céu**

O fator de visão do céu (FVC) é um parâmetro que visa relacionar a forma urbana com as trocas de energia relativas ao clima. Segundo SOUZA *et al* (2010) ele indica uma relação geométrica entre a Terra e o céu e representa uma estimativa da área visível de céu. O céu, por apresentar normalmente sua temperatura inferior à da superfície terrestre, é elemento essencial no balanço de energia. (SOUZA *et al*, 2010)

Em termos práticos definido como a razão entre a porção de céu visível visto de um determinado ponto e o céu potencialmente disponível a partir deste ponto (CHAPMAN, 2007 *apud* MINELLA *et al*, 2009). E geralmente calculado utilizando fotografias de câmera olho de peixe e analisando as imagens obtidas.

O valor do FVC varia de 0, visão do céu totalmente obstruída, até 1, sem qualquer obstáculo entre o ponto de referência e o céu.

Apesar de existir um consenso de que o FVC é um fator importante no balanço energético e nas temperaturas da cidade, nem todos os estudos conseguem provar isso (SOUZA *et al*, 2010).

## **2.5. Arborização urbana**

A importância da arborização urbana para o incremento da qualidade de vida dos cidadãos é extensamente demonstrada através de vários estudos técnico-científicos que comprovam a conexão entre as áreas verdes com a manutenção da saúde física e psicológica do cidadão. (PDAU, 2015)

O verde urbano influencia a dinâmica ambiental urbana de maneira muito positiva, como mostra a **Tabela 1**.



**Tabela 1 - Influência positiva das áreas verdes na dinâmica ambiental urbana**

• INFLUÊNCIA DAS ÁREAS VERDES	EM RELAÇÃO À:
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ação purificadora por:               <ul style="list-style-type: none"> <li>. fixação de poeiras e materiais residuais;</li> <li>. depuração bacteriana e de outros microrganismos</li> <li>. reciclagem de gases através dos mecanismos fotossintéticos;</li> <li>. fixação de gases tóxicos.</li> </ul> </li> </ul>	Composição Atmosférica
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luminosidade e temperatura: a vegetação ao filtrar a radiação solar suaviza as temperaturas extremas;</li> <li>- Umidade: a vegetação contribui para conservar a umidade do solo, atenuando sua temperatura;</li> <li>- Reduz a velocidade do vento;</li> <li>- Mantém as propriedades do solo: permeabilidade e fertilidade</li> <li>- Fornece abrigo à fauna existente;</li> <li>- Influencia no balanço hídrico.</li> </ul>	Equilíbrio solo-clima-vegetação
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amortece os resíduos de fundo sonoro contínuo e descontínuo, de caráter estridente, que ocorrem nas grandes cidades.</li> </ul>	Nível de ruído

Fonte: Adaptado (LOMBARDO,1990 *apud* Malaguti, 2014, p.26)

O Código Florestal define área verde urbana como “espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, [...] indisponíveis para construção de moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais.” (LEI N° 12.651, ART.3º, XX, 2012).

Como aponta LEITÃO (2016), a função social, econômica e ambiental se faz clara neste instrumento legal, definindo que o verde urbano *precisa* ser funcional.

Em grande parte do Brasil, como ocorre no Estado do Rio de Janeiro, a grande maioria das árvores ficam frondosas o ano inteiro o que auxiliaria como reguladora microclimática o ano todo. No inverno, onde há menos umidade no ar, a arborização poderia contribuir com a manutenção a umidade, principalmente na altura do pedestre.

Os materiais das estruturas urbanas absorvem muita radiação solar, emanando essa energia em forma de calor e aumentando a temperatura. As árvores não só atuam como sombreamento, bloqueando a chegada dos raios em vias de pedestres e asfalto como

não tem potencial de radiação tão grande quanto outros materiais utilizados nas construções urbanas, colaborando para o equilíbrio térmico do meio urbano. O conforto térmico é essencial para que a população utilize os equipamentos urbanos, como praças. A arborização proporciona sombreamento e ameniza o desconforto e precisa ter papel essencial no planejamento dos espaços públicos.

## **2.6. Conforto Ambiental e Térmico e Diagrama Bioclimático**

Pode-se dizer que uma pessoa está confortável com relação ao ambiente quando pode percebê-lo sem incômodo, com uma sensação neutra em relação a ele. O conforto ambiental tem como objetivo adequar os princípios físicos envolvidos e as necessidades de caráter ambiental nos projetos (higrotérmicas, acústicas, visuais e olfativas). Ele é dependente diretamente das características de invólucro ou envelope da construção como uma membrana reguladora (permeável e controlada). Conhecer as propriedades dos materiais e as condicionantes climáticas e ambientais é essencial para desenvolver um projeto bioclimático eficiente.

A dependência cultural e as tecnologias importadas, além da despreocupação energética e com o impacto ambiental, levaram a difundir a ideia de que qualquer projeto poderia desprezar as características locais. Isso resultou em uma arquitetura desprovida de conteúdo, que ignora o conforto e torna-se dependente de energia e iluminação artificial. Com a crise do petróleo em 1973 a arquitetura também se voltou, em parte, a movimentos que prezavam pelo conforto com interação com o clima local.

O conforto ambiental depende do conforto hidrotérmico, do conforto lumínico e do conforto acústico. Neste trabalho será tratado apenas o conforto hidrotérmico que é um dos condicionantes ao conforto. Este, é alterado pela temperatura, umidade, velocidade do ar, radiação solar incidente e temperatura radiante média das superfícies. Para uma pessoa estar em conforto térmico a temperatura aproximada da pele deve estar em torno de 35°C. Quanto menos o indivíduo necessita pôr em ação seu sistema termorregulador para regular a temperatura, menor o esforço para manter o equilíbrio térmico e em maior conforto o indivíduo se encontrará neste ambiente (CORBELLA, 2003).

O projeto bioclimático integra o programa arquitetônico ou urbanístico ao local (como clima, terreno e vegetação), considerando os fenômenos climáticos e as necessidades energéticas e ambientais regionais. Ao agregar esses valores ao projeto, sem perder a inovação tecnológica, a forma e a estética, contribui-se para poupar energia, evitar o desperdício de recursos, prevenir a poluição e melhorar a qualidade de vida. A arquitetura e o urbanismo bioclimáticos consideram desde o início do processo de projeto, ainda na concepção, as condições climáticas locais para a tomada de decisão com relação ao conforto térmico.

Uma região tropical como o Brasil necessita que os ambientes sejam ventilados e frescos, preferencialmente com temperaturas mais baixas que o exterior. Desta forma, são priorizados materiais de baixa condução quando o vento diurno é regulador – para evitar aumento de temperatura durante o dia – ou material de alta condução quando os ventos noturnos são reguladores – para promover a dissipação do calor durante a noite. As aberturas devem ser suficientes para a entrada da ventilação, as fachadas de vidro devem ser evitadas (para evitar o efeito estufa), principalmente para as fachadas de maior incidência solar. As cores claras são menos absorventes, porém podem piorar o conforto do entorno por serem muito reflexivas. O uso de vegetação também torna-se importante como regulador térmico do ambiente interno ou externo, como os telhados verdes, as paredes verdes e as áreas verdes do entorno.

São muitas as opções de projeto que juntam inovação e tradição que podem contribuir para o conforto térmico. O principal objetivo de qualquer projeto deve ser adequar as concepções de projeto e necessidades às realidades climáticas da região de implantação: posicionar a edificação corretamente no terreno, calcular as aberturas, os fluxos de ventilações, considerar as atividades que serão executadas naquele lugar e propriedades dos materiais. É importante também que se pense no entorno da edificação, pois opções de projeto podem valorizar o conforto interno e prejudicar o externo, como aconteceu em Londres onde uma fachada espelhada de uma edificação curva tornou-se um grande espelho côncavo que concentrava a radiação em certo ponto da calçada onde a temperatura chegava a 92°C (G1, 2013).

Analisando o ambiente externo, o conforto térmico para o pedestre depende não só das diversas formas de edificação do entorno como dos materiais presentes nelas e nas calçadas. O desafio do planejador urbano em uma metrópole, que possui grande área

construída, é promover este conforto com alterações que não prejudiquem o uso e que sejam economicamente viáveis. A arborização urbana é uma maneira eficiente de amenizar o desconforto térmico visto que em países tropicais o sombreamento promovido pelas edificações tem pouca influência na diminuição da temperatura (BARBOSA, 2014).

Os principais elementos a serem controlados para obter o conforto térmico são a temperatura, a umidade, radiação solar, ventos e chuvas e para Romero (2009) tais elementos podem ser controlados de acordo com o clima local a partir de estratégias descritas na **Tabela 2**.

**Tabela 2 - Indicativos de ação bioclimática**

<i>Elementos a controlar</i>	<i>Estações quente-secas</i>	<i>Estações quente-úmidas</i>	<i>Clima ameno dos planaltos</i>
<b>Temperatura</b>	Reduzir a produção de calor devido a condução e convecção dos impactos externos.	Reduzir a produção de calor (diminuir temperatura) Procurar perda de calor pela evaporação e pela convecção.	Reduzir a produção de calor na época seca diurna.
<b>Ventos</b>	Nas regiões sem inverno: diminuir o movimento do ar durante o dia e ventilar à noite. Nas regiões com inverno: diminuir o movimento do ar.	Incrementar o movimento do ar.	Incrementar o movimento do ar no período úmido e no período seco sem pó.
<b>Umidade</b>	Aumentar a umidade com a introdução de superfícies de água.	Evitar a absorção de umidade e diminuir a pressão de vapor. Promover a evaporação.	Aumentar a umidade na época seca diurna e noturna.
<b>Radiação</b>	Nas regiões sem inverno: reduzir a absorção de radiação e promover sua perda. Nas regiões com inverno: reduzir as perdas de calor por radiação à noite.	Reduzir a absorção de radiação.	Reduzir a absorção de radiação no urbano, permitindo a radiação nos edifícios principalmente no período seco.
<b>Chuvas</b>	Mínima proteção nos espaços públicos.	Máxima proteção nos espaços públicos.	

Fonte: ROMERO, 2009.

Uma das formas de definir prioridades para o projeto com enfoque no conforto ambiental é utilizar a Carta Bioclimática da região no intuito de verificar quais são os períodos de maior desconforto e como é possível amenizá-lo.

Olgay (1963) elaborou um Diagrama Bioclimático onde propunha estratégias de projeto para adequar a arquitetura ao clima local. Apesar do enfoque não ser o ambiente

urbano, muitas das indicações também contribuem para a qualidade do conforto externo (Figura 2).

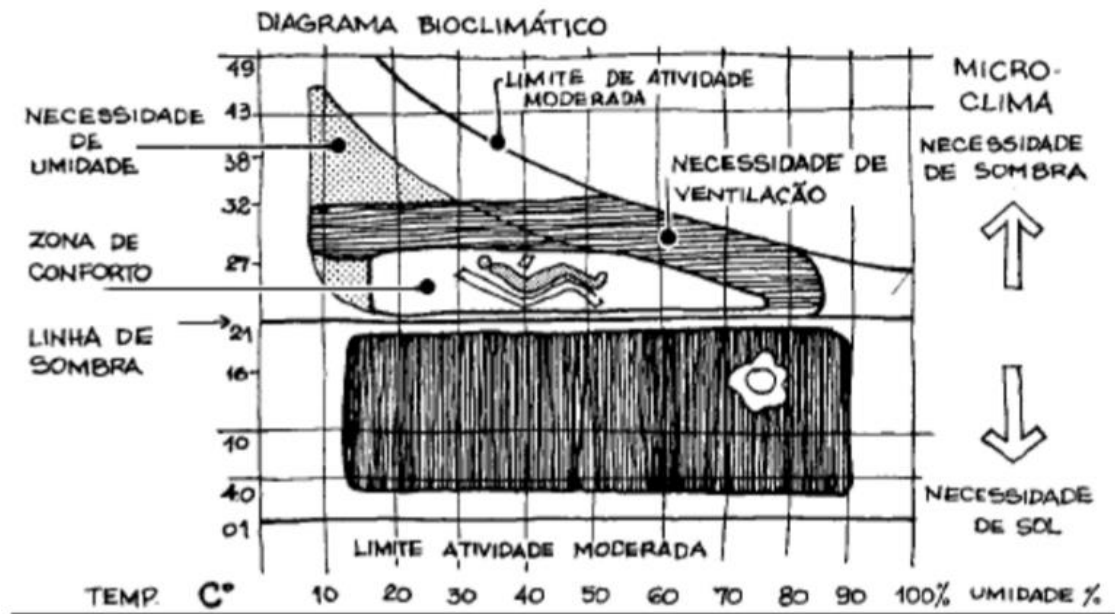
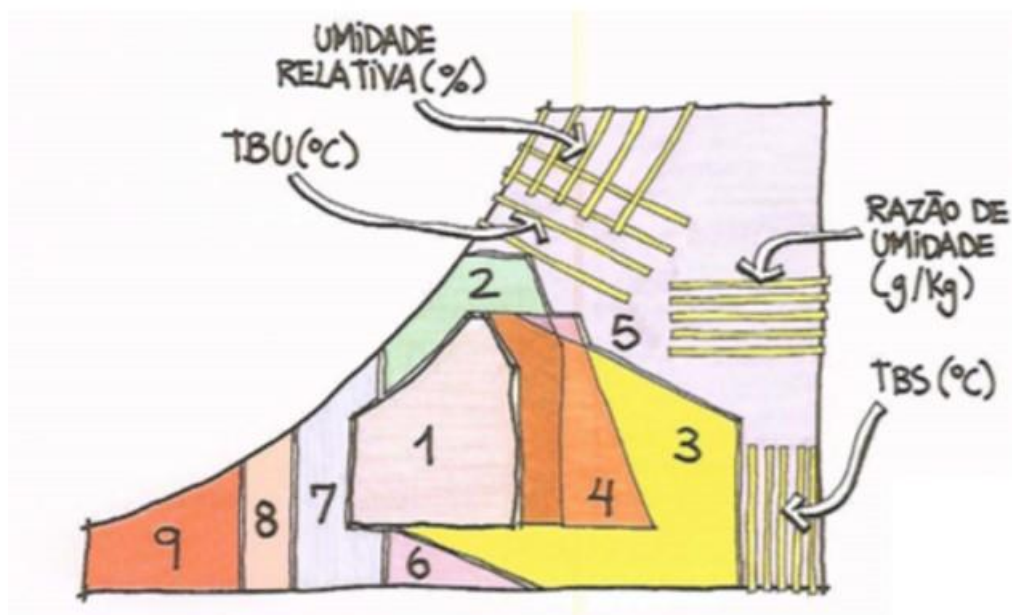


Figura 2 - Diagrama Bioclimático

Fonte: ROMERO, 2009.

Givoni (1976) desenvolve uma carta bioclimática baseada nas temperaturas internas dos edifícios baseada no diagrama bioclimático.



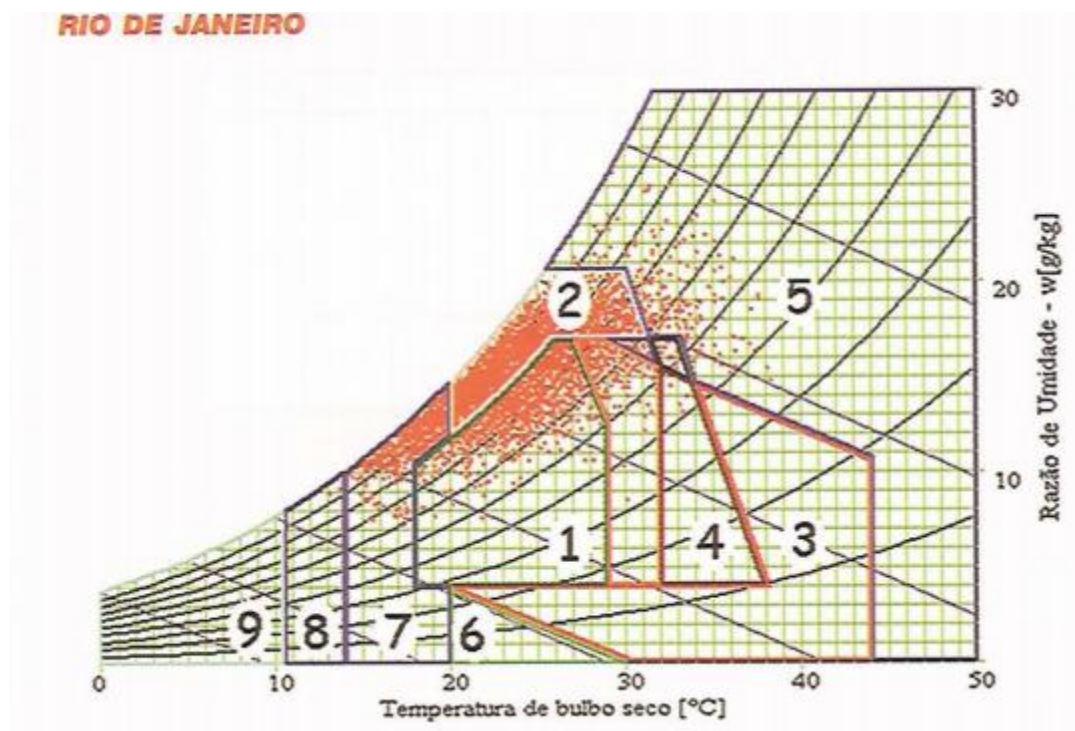
#### LEGENDA

- |  |   |
|--|---|
| 1. Zona de conforto                        | 6. Zona de umidificação                   |
| 2. Zona de ventilação                      | 7. Zona de massa térmica para aquecimento |
| 3. Zona de resfriamento evaporativo        | 8. Zona de aquecimento solar passivo      |
| 4. Zona de massa térmica para resfriamento | 9. Zona de aquecimento artificial         |
| 5. Zona de ar-condicionado                 |   |

**Figura 3 - Diagrama Bioclimático.**

Fonte: LAMBERTS *et al.*, 2014.

A partir do Diagrama Bioclimático é possível elaborar Cartas Bioclimáticas para cada cidade e verificar as estratégias indicadas para cada região. Para o Rio de Janeiro, por exemplo, como visto na **Figura 4**, é possível verificar que os pontos marcados de acordo com as normais térmicas indicam que 20,3% dos dias estariam em conforto térmico e 79,6% em desconforto térmico, sendo 15,1% em desconforto devido ao frio e 64,5% em desconforto em relação ao calor.



**Figura 4 - Carta Bioclimática com as estratégias indicadas para o Rio de Janeiro.**

Fonte: LAMBERTS *et al.*, 2014.

Para o Rio de Janeiro, a carta bioclimática indica que as principais estratégias devem ser tomadas a partir da análise das zonas 1 (Zona de Conforto), Zona 2 (Zona de Ventilação), Zona 4 (Massa térmica de resfriamento), Zona 5 (Ar Condicionado) e Zona 7 (Massa térmica com aquecimento solar). As estratégias são:

“Zona de conforto: Zona com grande probabilidade de sensação de conforto térmico no interior do ambiente. 20% a 80% de umidade relativa 18°C a 29°C de temperatura.

Zona de Ventilação: Controlar a ventilação durante o dia e incrementar a ventilação noturna. Ventilação da cobertura, ventilação cruzada, ventilação sob a casa, e o uso de captadores de vento.

Massa térmica para resfriamento: Uso de inércia térmica de uma edificação. Diminuiu a amplitude térmica entre exterior e interior. Demora para aquecer durante o dia, e esfriar durante a noite.

Ar Condicionado: Regiões com clima muito severo que inviabilizam uso de estratégias passivas. Pode ser coadjuvante nas zonas já apresentadas.

Massa térmica com aquecimento solar com ganho térmico: Armazena o calor do sol que fica retido nas paredes da edificação.

Com isolamento térmico: evita-se perda de calor pro meio externo, podendo aproveitar de produção interna de calor (fogão, banho)” (LAMBERTS *et al*, 2014)

Todas as estratégias de projeto para conforto térmico devem ser pensadas não somente para o ambiente interno como também para o externo.

Para o clima do Rio de Janeiro (Tropical Atlântico / quente-úmido) algumas estratégias de projeto podem ser tomadas como por exemplo:

Na Arquitetura:

- Construção leve com alta isolamento térmica
- Desenho dos edifícios que possibilitem boa ventilação interna e entre eles
- Aberturas grandes protegidas da radiação solar
- Estanqueidade à chuva
- Sombreamento eficaz e adequada orientação
- Superfícies externas refletoras (DRACH, 2015<sup>2</sup>)

No Urbanismo:

- Vias mais largas
- Tecido urbano deve ser disperso, solto, aberto e extenso (moderadamente)
- Sombreamento por vegetação (principalmente ao lado poente)
- Sombreamento por edificações ou elementos (*brises*, *marquises*)
- Espaçamento entre as edificações
- Vias com direcionamento variado
- Gabaritos variados (nas áreas mais densas)
- Alinhamento das edificações não rígido
- Lotes maiores para permitir a circulação de ar
- Parques urbanos abertos
- Áreas públicas abertas, porém sombreadas (dimensão reduzida, porém em maior número pela cidade)
- Priorizar o vento dominante nas escolhas de locação e implantação
- Uso misto para facilitar as proximidades para que o pedestre se desloque pouco

---

<sup>2</sup> Notas de Aula expositiva da Professora Patrícia Drach em 2015 na FAU/UERJ



- Favorecimento de áreas de drenagem. (BARBOSA, 2017<sup>3</sup>)

É importante sempre salientar que qualquer escolha projetual deve levar em consideração todas as características e necessidades locais e atender da melhor forma possível tais requisitos através de decisões racionais e eficientes pautadas por estudos anteriores.

## **2.7. Microclima, Morfologia e suas correlações**

A forma urbana pode influenciar diretamente a ocupação da cidade pelos seus cidadãos. Cidades dispersas necessitam de mais automóveis individuais, cidades densas podem contribuir para a concentração de poluentes caso não sejam bem planejadas e com uma limitação da densidade de acordo com as características locais. O desenho urbano apresenta a complexidade urbana que depende não somente da forma, mas de diversos fatores sociais, econômicos e ambientais.

No que se refere ao microclima, é possível afirmar que as alterações morfológicas também influem nas características microclimáticas locais. O posicionamento das vias e edificações podem auxiliar na fluidez do vento ou criar obstáculos ou corredores para o mesmo. A volumetria das edificações podem bloquear a entrada da ventilação quando as mesmas possuem gabaritos e afastamentos frontais muito semelhantes. Já as alterações de gabaritos e a volumetria variada através de afastamentos diferentes contribuem para a melhor permeabilidade dos ventos.

A tipologia das edificações e os materiais de acabamento também influem no microclima. Edifícios com pilotis, por exemplo, permitem a fluidez da ventilação, o que corrobora com a diminuição da umidade do ar e contribui para a diminuição da temperatura em caso de países tropicais. No entanto, em países frios o excesso de ventilação pode trazer desconforto. A presença de muxarabis, cobogós, varandas e anteparos também influem na fluidez da ventilação e conseqüentemente na temperatura local. O uso de materiais de construção com propriedades absorventes também pode

---

<sup>3</sup> Notas de Aula expositiva da Professora Gisele Barbosa em 2017 na POLI/UFRJ

interferir no microclima local. A radiação absorvida durante o dia é liberada para o exterior durante a noite e quanto mais devagar esse calor é liberado, mais aquecido é o entorno. Os materiais do solo também tem bastante participação na consequente temperatura local. Áreas gramadas, por exemplo, absorvem menos radiação solar, são menos reflexivas e liberam o calor absorvido mais rapidamente que áreas asfaltadas. A cor dos materiais influenciam diretamente nas suas propriedades de absorção e muitas vezes um material excessivamente reflexivo por contribuir para o aumento da temperatura do entorno.

A largura e direção das vias definem as direções e velocidade dos ventos. Vias muito estreitas podem bloquear a entrada do vento ou podem criar corredores de vento, dependendo da volumetria das edificações e da compacidade dos quarteirões. Em favelas planas e horizontais, por exemplo, a densificação do solo, as vias estreitas e a volumetria constante (entre um ou dois pavimentos), muitas vez corroboram para diminuição da ventilação, pois o vento tem dificuldade de permear a área urbana na altura do pedestre.

A presença de maciços verdes no interior da urbe ou mesmo a arborização urbana contribuem para o resfriamento do ar por evapotranspiração. Além disso, o sombreamento pelas copas das árvores reduzem mais a temperatura do que a sombra de edificações.

### 3. ESTUDO DE CASO

#### 3.1. Histórico de Copacabana

O bairro de Copacabana integra a V Região Administrativa (junto com Leme), que pertence à Área de Planejamento 2 (AP2), de acordo com a Divisão Administrativa Geral do Município do Rio (PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO, 2018). Ele é limitado por Ipanema, Lagoa, Humaitá, Botafogo e Leme, na Zona Sul da cidade do Rio de Janeiro, como mostra a **Figura 5**.



**Figura 5 - Copacabana (delimitada em vermelho) e seus bairros vizinhos**

Fonte: Elaborada pela autora a partir do Google Maps, 2018.

Segundo BARBOSA *et al* (2014), a região sofreu uma urbanização tardia, em comparação com outros bairros, pois se encontrava em uma área de difícil acesso. Tratando-se de uma faixa estreita de terra rodeada por morros, até o fim do século XIX ainda era habitada apenas por pescadores. Somente com a construção de uma malha viária

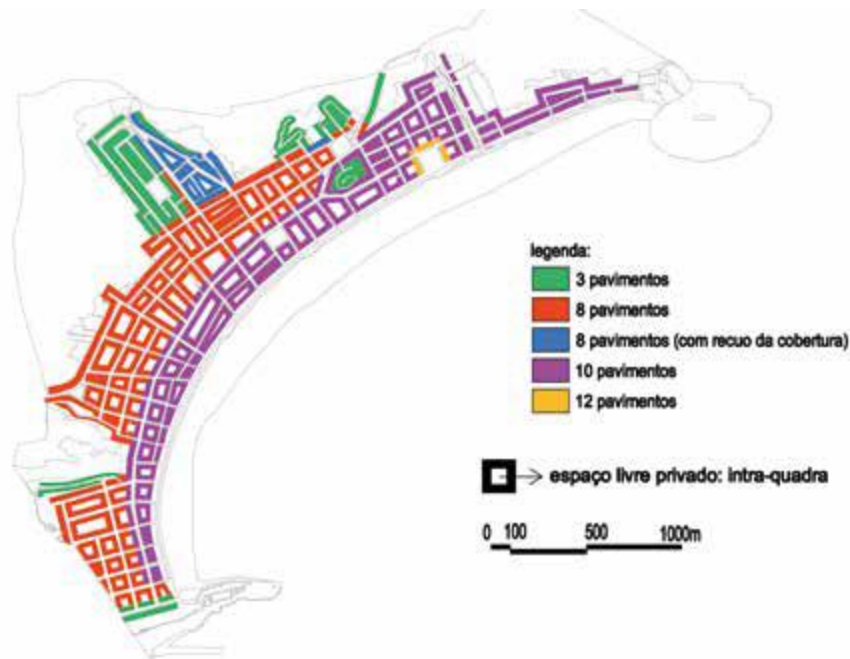
e a abertura do Túnel da Real Grandeza (atual Alvor Prata), o acesso ao bairro foi facilitado e a urbanização foi intensificada. (BARBOSA *et al*, 2014)

Como o bairro antecede as legislações que previam espaços livre entre as quadras, desde a década de 1920 ele já possuía o alinhamento frontal com edifícios rentes uns aos outros e a malha urbana configurada sem um desenho ortogonal e homogêneo – que se manteve pois para redesenhá-la seria necessário reconstruir todas as quadras.

Após as reformas urbanas sanitárias, foi lançado o Plano Agache – o primeiro plano diretor da cidade do Rio de Janeiro – no final da década de 1930. O modelo de planejamento urbano de Agache era apoiado no tripé das funções básicas do corpo humano: respiração, circulação e digestão. Agache dava grande destaque à arborização urbana, principalmente na área central, e enfocava a preservação das árvores já existentes. Carregava a ideia de embelezamento da cidade – antigo Distrito Federal – e controlar o desenvolvimento da forma urbana carioca. Porém, concentrava atenção em bairros da zona sul e o centro da cidade, desconsiderando todo o resto. (LEITÃO, 2016)

Nos anos 1940, alguns bairros como Copacabana, Flamengo e Catete, os novos edifícios eram construídos com dez pavimentos sem afastamentos laterais, ou seja, colados às divisas, formando, assim, um cinturão edificado no perímetro das quadras. Nessa época não existiam parâmetros como densidades máximas para as novas edificações, e as projeções horizontais podiam se estender por todo o lote, somente deixando prismas de ventilação para as partes internas das unidades, o que permitia que as edificações ficassem próximas umas das outras. (CADERMAN, 2011)

Com base na proposta de Plano Agache para criação de quadras com áreas internas na área central da cidade, foi criada a Planta de Zoneamento de 1946 (**Figura 6**), como forma de assegurar algum tipo de qualidade ambiental ao conjunto de edifícios dessas quadras. No caso de Copacabana, essa planta determinava um limite de profundidade para as novas edificações e variava de 23 a 30 metros, dependendo da largura da quadra. Com isso, à medida que foram sendo construídas novas edificações, respeitando esse novo alinhamento interno no miolo das quadras, foram sendo criados espaços livres que garantiram condições aceitáveis de iluminação e aeração (REIS, 2008 *apud* CADERMAN, 2011).



**Figura 6 - Planta de Zoneamento de 1946**

Fonte: SEL-RJ, 2009 apud CARDEMAN, 2011.

Segundo CADERMAN (2011), a Planta de 1946 também estabeleceu o número de pavimentos permitido para as novas edificações que variavam de 4 a 12 pavimentos, e na maioria das quadras, seria de dez pavimentos, o qual já era adotado antes de essa planta ser aprovada. Esse parâmetro foi alterado em 1958, acrescentando mais dois pavimentos às áreas, passando, assim, a maioria das quadras, a ter gabarito máximo de 12 pavimentos.

Nos anos 1950, o pilotis no pavimento térreo foi introduzido na cidade, aumentando a qualidade ambiental e conforto climático, visto que assim o ar poderia circular pelo nível da rua, além de pelo topo das edificações.

Porém na década de 1970 a forma urbana do Rio foi novamente alterada com a introdução do embasamento garagem (de 1 a 4 pavimentos), que, além de ocupar a totalidade do lote, excluindo o afastamento frontal, poderia avançar para dentro das áreas coletivas, que até então não tinham nenhum tipo de construção permitida. Essa alteração se tornou uma mudança significativa do padrão de espaços livres térreos, criando, dessa forma, bloqueios tanto de visibilidade como de circulação de ar. (CARDEMAN, 2011). Também houve a cobertura dos estacionamentos e áreas coletivas dos edifícios também

alterou o espaço intraquadras uma vez esta nova estrutura impede a circulação do ar e reflete o calor das telhas, feitas de fibrocimento.

Apesar de o bairro apresentar, a princípio ou à primeira vista, uma elevada densidade construtiva, existe uma grande quantidade de espaços livres privados, que são pouco apropriadas por grande parte da população que circula pelos espaços públicos do bairro e não entra em contato com essas áreas. (CARDEMAN, 2011)

### **3.2. Legislação**

Um dos instrumentos legais mais importantes tangente à arborização e morfologia urbana é o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro (Lei Complementar 111/2011), que estabelece que a política urbana do município promova o pleno desenvolvimento das funções sociais da Cidade e da propriedade urbana. No que tange a arborização, prevê a adoção de soluções urbanísticas que incorporem a criação de medidas voltadas para a melhoria das condições climáticas e ambientais, como a criação de espaços livres, implantação de corredores verdes e outros programas de arborização urbana. (PDAU, 2015)

Em seu artigo 183, seção II, o PDDUS estabelece a elaboração do Plano Diretor de Arborização do Rio de Janeiro, publicado em 2015, que foi a primeira consolidação do planejamento da arborização da cidade do Rio de Janeiro e que, com base no diagnóstico presente em seu conteúdo, estabelece as principais diretrizes para sua gestão.

Como mencionado no item **2.5**, o Código Florestal (LEI Nº 12.651/2012) define área verde e em sua Seção III dispõe sobre o regime de proteção às áreas verdes urbanas, destacando-se os seguintes itens do Art. 25

III - o estabelecimento de exigência de áreas verdes nos loteamentos, empreendimentos comerciais e na implantação de infraestrutura; e

IV - aplicação em áreas verdes de recursos oriundos da compensação ambiental.

A Lei Orgânica do Município (LOM), de abril de 1990, rege o Município do Rio de Janeiro, na forma do artigo 29 da Constituição Federal. A LOM institui diversos

princípios protetivos de fauna e flora silvestres e estimula o reflorestamento em áreas degradadas. “A LOM preconiza que na proteção ao meio ambiente serão considerados os elementos naturais e culturais que constituem a paisagem urbana, tendo por objetivo preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental. Segundo esta lei, entende-se por elementos naturais o ar, a água, o solo, o subsolo, a fauna, a flora, os rios, as lagoas, os sistemas lagunares, o mar e suas margens e orlas, os morros e as formações rochosas.” (PDAU, 2015)

De outros instrumentos legais referentes ao tema, destacam-se os presentes na **Tabela 3.**

**Tabela 3 - Demais instrumentos legais**

<b>Esfera</b>	<b>Instrumento Legal</b>	<b>Descrição</b>
Federal	Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.	Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, e dá outras providências.
Federal	Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.
Federal	Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.	Estatuto da Cidade - Regulamenta os art. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana.
Municipal	Lei Complementar nº 111, 1º de fevereiro de 2011.	Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro.
Municipal	Lei nº 1.419, de 11 de julho de 1989.	Institui a Fundação Parques e Jardins do Município do Rio de Janeiro.
Municipal	Decreto nº 322, de 03 de março de 1976.	Aprova o Regulamento de Zoneamento do Município do Rio de Janeiro.
Municipal	Decreto nº 38.590, de 28 de abril de 2014.	Dispõe sobre a estrutura organizacional da COMLURB e cria a Diretoria de Áreas Verdes.
Municipal	Resolução SMAC nº 567, de 22 de agosto de 2014.	Dispõe sobre os procedimentos a serem adotados nos casos de Autorização para remoção de vegetação e dá outras providências.

Municipal	Resolução SMAC nº 585, de 09 de março de 2015.	Estende o benefício da redução de 50% da Medida Compensatória para as atividades que menciona.
Municipal	Lei nº 613, de 11 de setembro de 1984.	Dispõe sobre a obrigatoriedade de plantio de mudas de árvores nas áreas de edificação e loteamento do Município do Rio de Janeiro.

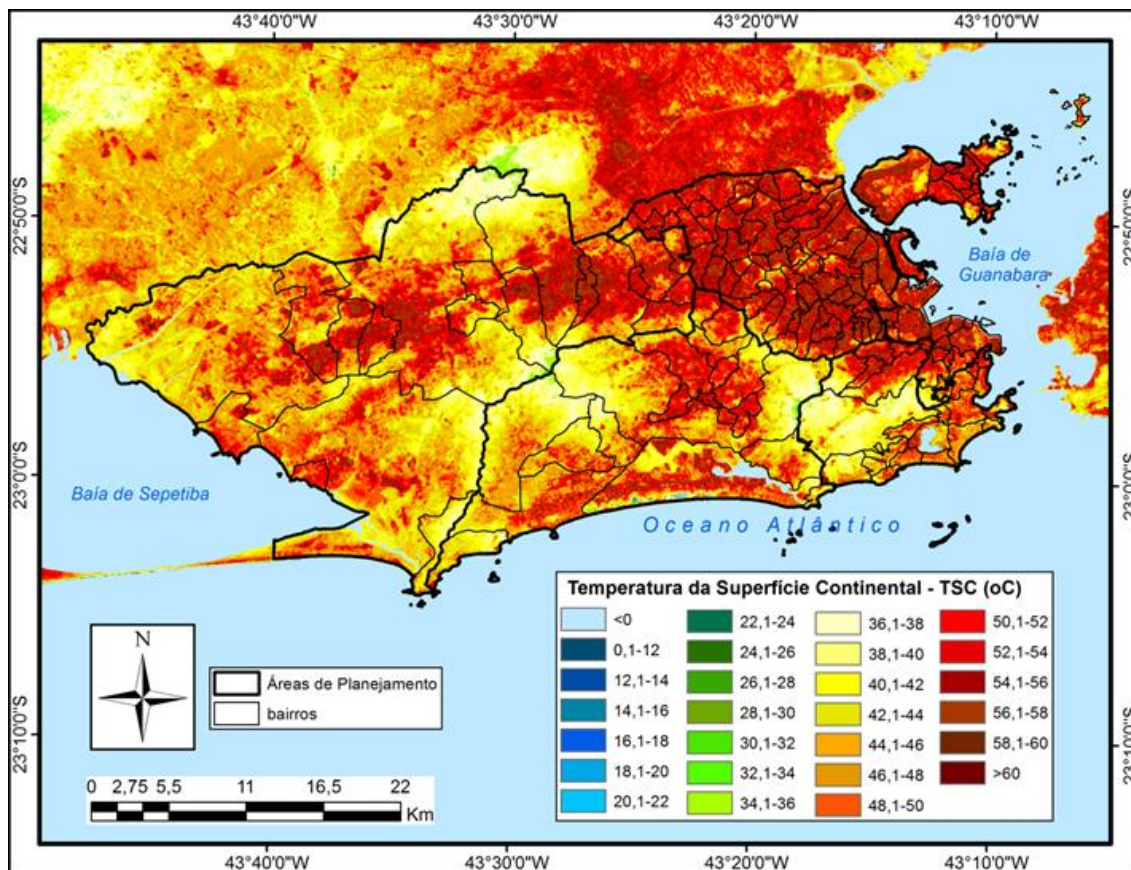
Fonte: Elaborada pela autora a partir do PDAU (2015).

### 3.3. Diagnóstico

Copacabana é um dos bairros mais adensados da zona sul do Rio de Janeiro, com mais de 146 mil habitantes, segundo o Censo 2010 (IBGE, 2010). Sendo uma região contornada por acidentes geográficos, o bairro conta com três aglomerados subnormais: Pavão-Pavãozinho, Cabritos e Ladeira dos Tabajaras. Segundo Instituto Pereira Passos (IPP, 2004), Copacabana registrou IDH de 0,956 no ano 2000; sendo o 11º bairro em ordem decrescente de valor de IDH.

Antes de analisarmos o microclima da área de estudo, observemos a situação de temperatura da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Na distribuição espacial da Temperatura de Superfície Continental (TSC), mostrada na **Figura 7** observa-se que a ilha de calor da RMRJ apresenta um padrão polinucleado, isto é, com vários núcleos de calor espalhados. Esse padrão polinuclear desfaz o conceito teórico da ilha de calor clássica, obtida na literatura europeia e norte-americana de climas temperados, que estabelece a área central da cidade como o reduto do núcleo máximo da ilha de calor. (PDAU, 2015)





**Figura 7 - Mapa da TSC máxima para o período entre 1984-2010 na cidade do Rio**

Fonte: Plano Diretor de Arborização Urbana do Rio de Janeiro (2015).

A zona sul não apresenta as maiores temperaturas do município, porém ainda predominam as temperaturas elevadas, com a nódoa mais quente restrita a Botafogo, Copacabana e ao trecho entre a Lagoa e o Leblon. (PDAU, 2015)

A zona sul também é a região mais arborizada do município, como expresso no histórico (item 3.1)

### 3.4. Metodologia do estudo de caso

Para analisar as hipóteses sobre a influência da morfologia urbana no microclima foi escolhida uma área de 250 x 250 metros no bairro de Copacabana (Rio de Janeiro). A área escolhida abarca três ruas: Rua Santa Clara, Rua Anita Garibaldi e Rua Figueiredo

de Magalhães; no trecho que inclui a Rua Tonelero e Rua Barata Ribeiro, como ilustra a **Figura 8**.



**Figura 8 - Área do Estudo de Caso**

Fonte: Elaborada pela autora a partir do Google Maps, 2018.

Tais ruas foram escolhidas estrategicamente por possuírem distribuição de arborização diversa, sendo o trecho da Rua Anita Garibaldi bastante arborizado, o da Santa Clara também com bastante árvores mas com trechos na parte central da via com pouca arborização e o da Rua Figueiredo de Magalhães pouco arborizado, como ilustram as fotos das **Figura 9** a **Figura 14**. Foram aplicados questionários de percepção climática e feitas medições meteorológicas nas três ruas. Além dos dados in loco, também foi realizado um mapeamento no programa ENVI-met para identificação das ilhas de calor. Com esses três conjuntos de dados será possível averiguar os pressupostos sugeridos por este trabalho.



**Figura 9 - Rua Santa Clara  
(visão da Rua Barata Ribeiro)**



**Figura 10 - Rua Santa Clara  
(visão da Rua Tonelero)**



**Figura 11 - Rua Anita Garibaldi  
(visão da Rua Barata Ribeiro)**



**Figura 12 - Rua Anita Garibaldi  
(visão da Rua Tonelero)**



**Figura 13 - Rua Figueiredo de Magalhães (visão da Rua Barata Ribeiro)**



**Figura 14 - Rua Figueiredo de Magalhães (visão da Rua Tonelero)**

Fonte: Fotografadas pela autora, 2017.

### **3.4.1. Pesquisa de Percepção Climática**

A pesquisa de percepção climática foi feita para averiguar a sensação térmica dos pedestres nas ruas com auxílio de um questionário, cujo modelo encontra-se no apêndice I deste trabalho. Um total de 105 questionários foram aplicados nos dias 16 e 17 de novembro de 2017 nas três ruas no período entre 11:30 e 16:30, o único critério para a seleção de pedestres era possuir mais de 15 anos e as pesquisadoras procuraram distribuir os questionários nas três ruas de forma mais uniforme possível.

O questionário foi estruturado com uma perguntas qualitativas e quantitativas. A primeira parte é sobre o perfil do entrevistado (faixa etária, sexo<sup>4</sup>, altura, peso e vestimenta), que foi preenchida por observação, e a segunda são as respostas fornecidas pelo pedestre.

Para a amostragem ser representativa, foi calculada a quantidade mínima de questionários a serem aplicados com o programa de Cálculo da amostra de Glauber Santos (*apud* SARDELLA, 2017), que é representada pela seguinte fórmula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1 - p)}{Z^2 \times p \times (1 - p) + e^2 \times (N - 1)}$$

Onde:

$n$  ≡ amostra calculada

$N$  ≡ população

$Z$  ≡ variável normal padronizada associada ao nível de confiança

$p$  ≡ verdadeira probabilidade do evento

$e$  ≡ erro amostral

Essa equação foi calculada utilizando a ferramenta online disponibilizada pelo autor, onde foi considerada confiabilidade de 95% e margem de erro de 10%, definidas de acordo com o emprego de maior confiabilidade da pesquisa (OLIVEIRA, 2015 *apud* SARDELLA, 2017) gerando assim uma amostra igual a 96 questionários (SANTOS, site online, acessado em 2017). A população ( $N$ ) utilizada foi a correspondente a do bairro de Copacabana segundo o Censo 2010 do IBGE (IBGE, 2010).

---

<sup>4</sup> No item sexo foi incluída a opção “Não Enquadrado” visando incluir identidades transexuais e não-binárias. Embora faltem estudos para efetuar os cálculos decorrentes da obtenção deste dado, a autora acredita que a inclusão é fator imprescindível para a evolução da ciência em um mundo mais equitativo e que a invisibilidade destas identidades não condiz com este princípio.

O fluxo de pedestres foi calculado observando a quantidade de transeuntes que passavam por uma linha imaginária durante o período de cinco minutos como mostra a **Tabela 4**.

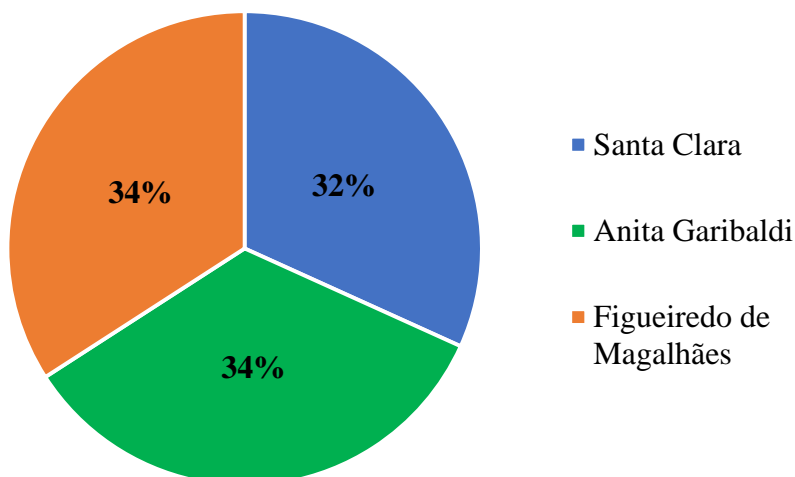
**Tabela 4 - Fluxo de Pedestres**

Rua	Horário	Pedestres por minuto
Santa Clara	11:27	20,2
Anita Garibaldi	11:38	7,8
Figueiredo de Magalhães	11:50	25,8

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Para melhor precisão dos dados foram descartados os questionários de pedestres que saíram há cinco minutos ou menos de um ambiente refrigerado, resultando em 85 questionários válidos. Houveram muitos descartes devido à proximidade da estação de metrô Siqueira Campos, um ambiente refrigerado de onde vários dos entrevistados haviam acabado de sair.

O **Gráfico 1** mostra a distribuição deste 85 questionários entre as três ruas onde foram realizadas a pesquisa.



**Gráfico 1 - Distribuição dos Questionários Válidos Aplicados.**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Os questionários foram compilados em uma planilha do Excel e dela extraídos os resultados em números e gráficos presentes no item **4.1**.

### **3.4.2. Medições meteorológicas *in situ***

Para agregar aos dados da pesquisa e corroborar a modelagem do ENVI-met foram feitas medições meteorológicas nas três ruas com a estação climática DAVIS pro 2 da *Davis Instruments* (**Figura 15**), equipada com sensores de temperatura e umidade, anemômetro de copo com ventoinha (mede velocidade e direção do vento) e piranômetro de silício (mede a radiação solar e a densidade de fluxo da radiação solar).



**Figura 15 - Estação climática DAVIS pro 2**

Fonte: Fotografada pela autora, 2017.

As medições foram feitas nos pontos mostrados pela **Figura 16**.





**Tabela 5 - Descrição, dados e imagens da Rua Santa Clara**

**Rua Santa Clara**

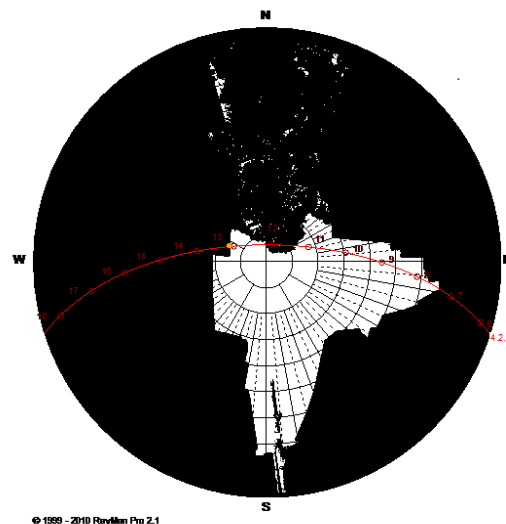
A Rua Santa Clara é a mais longa rua perpendicular à orla do bairro de Copacabana. Possui diferentes características diferentes ao longo de sua extensão, que vai desde à a Rua Henrique Oswald até a Avenida Atlântica.

É também rua de acesso ao bairro por veículos que vem de Botafogo e utilizam o Túnel Alaor Prada (mais conhecido como Túnel Velho).

Por possuir comércio intenso no trecho entorno da Avenida Nossa Senhora de Copacabana, ela também possui tráfego intenso de pedestres. O trecho estudado neste trabalho é uma área de transição desta parte mais comercial para a parte de ocupação mais residencial.



**Figura 17 – Visão do céu no ponto de medição da Rua Santa Clara**



**Figura 18 - Trajetória Solar no ponto de medição da Rua Santa Clara**



**Figura 19 - Mapa de Copacabana com destaque para a Rua Santa Clara**

Fonte: Adaptada de Google Maps, 2018.

Santa Clara ponto 1

RayMan Pro 2.1 © 1999 - 2010

Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany

Local: Brasil (Rio de Janeiro)

Localização geográfica:

Longitude: -43°16'

Latitude: -22°54'

Time zone: UTC -3.0 h

Sky view factor (RayMan): 0.144



**Figura 20 - Santa Clara: Imagem 3D do Google Earth Pro**

Fonte: Elaborada pela autora, 2018

**Tabela 6 - Descrição, dados e imagens da Rua Anita Garibaldi****Rua Anita Garibaldi**

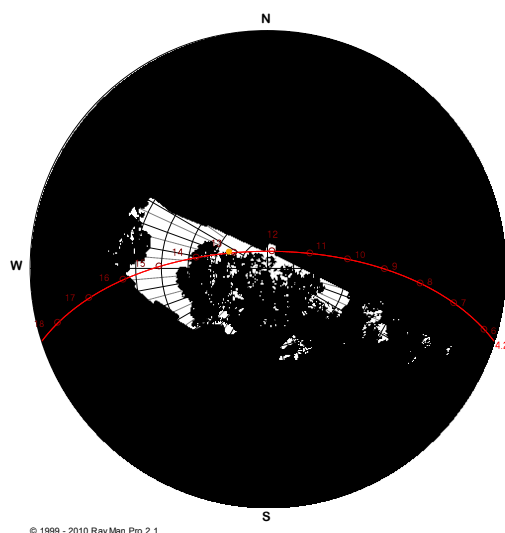
Diferentemente das outras duas ruas deste estudo, a Rua Anita Garibaldi não se estende até a orla.

Ela começa na Rua Barata Ribeiro e termina na Praça Edmundo Bittencourt (mais conhecida como Bairro Peixoto).

A rua é em quase toda residencial e é a que possui menor fluxo de pedestres e carros e tem maior arborização.



**Figura 21 - Visão do céu no ponto de medição da Rua Anita Garibaldi**



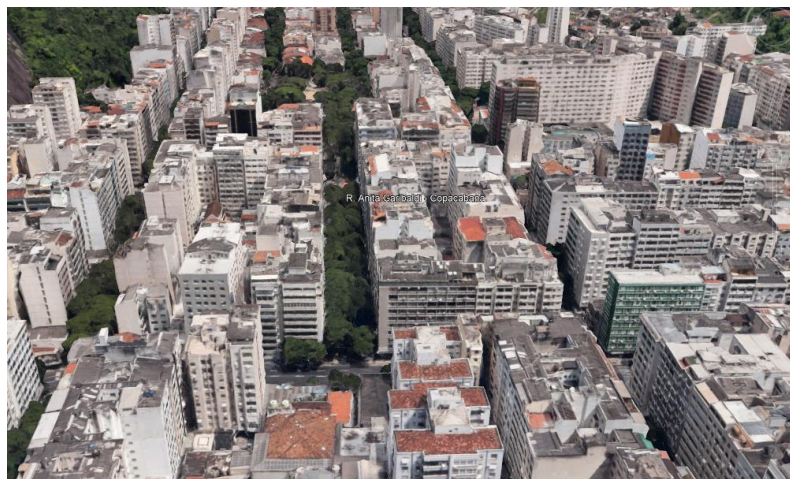
**Figura 22 - Trajetória Solar no ponto de medição da Rua Anita Garibaldi**



**Figura 23 - Mapa de Copacabana com destaque para a Rua Anita Garibaldi.**

Fonte: Google Maps, 2018.

Anita Garibaldi ponto2  
 RayMan Pro 2.1 © 1999 - 2010  
 Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany  
 Local: Brasil (Rio de Janeiro)  
 Localização geográfica:  
 Longitude:  $-43^{\circ}16'$   
 Latitude:  $-22^{\circ}54'$   
 Time zone: UTC -3.0 h  
 Sky view factor (RayMan): 0.043



**Figura 24 - Anita Garibaldi: Imagem 3D do Google Earth Pro**

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

## Tabela 7 - Descrição, dados e imagens da Rua Figueiredo de Magalhães

### Rua Figueiredo de Magalhães

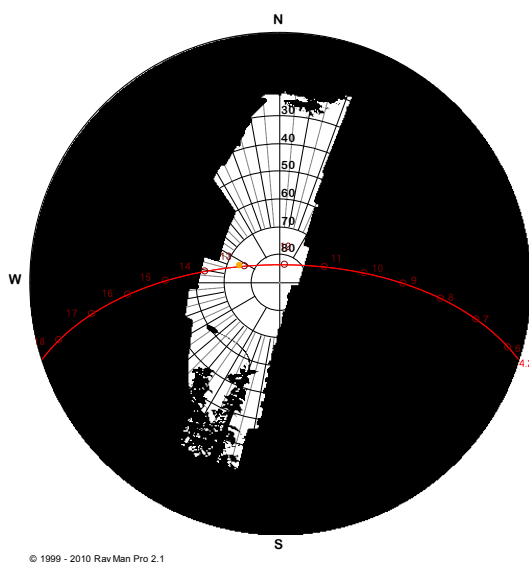
A Rua Figueiredo de Magalhães começa na Avenida Atlântica e termina na Praça Vereador Rocha Leão. Também dá acesso à Botafogo, sendo a outra pista do Túnel Velho, junto com a que segue pela Rua Santa Clara.

Possui intenso comércio em toda sua extensão e grande fluxo de pedestres, principalmente ao redor da saída da Estação Siqueira Campos, localizada na esquina com a Rua Tonelero.

É a menos arborizada das três ruas e com maior fluxo de automóveis e a mais larga.



**Figura 25 - Visão do céu no ponto de medição da Rua Figueiredo de Magalhães**



**Figura 26 - Trajetória Solar no ponto de medição da Rua Figueiredo de Magalhães**



**Figura 27 - Mapa de Copacabana com destaque para a Rua Figueiredo de Magalhães.**

Fonte: Google Maps, 2018.

Figueiredo de Magalhães ponto3

RayMan Pro 2.1 © 1999 - 2010

Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany

Local: Brasil (Rio de Janeiro)

Localização geográfica:

Longitude: -43° 16'

Latitude: -22° 54'

Time zone: UTC -3.0 h

Sky view factor (RayMan): 0.131



**Figura 28 - Figueiredo de Magalhães: Imagem 3D do Google Earth Pro**

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Para que fosse possível a comparação com os dados da pesquisa de percepção climática, precisou ser realizada uma equalização para o dia 16 de novembro – onde foram

efetuadas 70% das entrevistas. Sendo um dos objetivos a comparação entre as três ruas, também foi necessário equalizar para um mesmo horário, como se virtualmente a estação estivesse funcionando nas três ruas simultaneamente. O mesmo horário e dia foram utilizados na simulação do ENVI-met. A seguir serão apresentados os cálculos efetuados.

A estação selecionada para a referência dos cálculos foi a estação automática do Forte de Copacabana (código A652), com dados coletados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), escolha justificada pela proximidade da área de estudo. Esta estação divulga dados horários em UTC, logo o primeiro cálculo foi corrigir para a hora local:

$$\text{Hora local RJ (no horário de verão)} = \text{UTC} - 2$$

A estação DAVIS pro 2 computa dados minuto a minuto, gerando uma extensa planilha de dados. Os dados foram divididos em três planilhas separadas, uma para cada rua. Após essa separação, foram feitas médias dos dados por hora a fim de poder comparar com os dados fornecidos pelo Inmet. Como a troca de rua não foi feita na hora cheia, as médias horárias foram feitas com as divisões explicitadas na **Tabela 8** utilizando como hora cheia de referência para comparação com os dados do forte.

**Tabela 8 – Correspondência horária com os dados do Forte**

<b>Hora de referência</b>	<b>Horário dos Dados</b>	<b>Rua</b>
<b>9</b>	9:57 – 9:59	Anita Garibaldi
<b>10</b>	10:00 – 10:59	Anita Garibaldi
<b>11</b>	11:00 – 11:26	Anita Garibaldi
	11:27 – 11:59	Santa Clara
<b>12</b>	12:00 – 12:59	Santa Clara
<b>13</b>	13:00 – 13:34	Figueiredo de Magalhães
	13:35 – 13:59	Figueiredo de Magalhães
<b>14</b>	14:00 – 14:51	Figueiredo de Magalhães

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Estabelecidas as médias horárias, foram utilizados dados dos dias 3/12 e 16/11 da estação do Forte para formular os cálculos de equivalência dos dados se fossem medidos no dia 16, como mostra a equação:

$$\frac{M_{16}}{F_{16}} = \frac{M_3}{F_3}$$

Sendo:

$M_{16}$   $\equiv$  dado da medição corrigido para o dia 16/11

$F_{16}$   $\equiv$  dado da estação do Forte, dia 16/11

$M_3$   $\equiv$  dado da medição, dia 3/12

$F_3$   $\equiv$  dado da estação do Forte, dia 3/12

Depois foi necessário equalizar as medições para um mesmo horário, como se elas tivessem sido feitas simultaneamente. O horário de medição de uma das ruas foi escolhido como o horário de referência para a equalização, precisando assim que essa segunda parte de cálculos somente para as outras duas ruas, facilitando os cálculos. O horário escolhido foi o da Rua Figueiredo de Magalhães (13:00 até 14:59) pois é o mais compatível com o horário das entrevistas do dia 16 (11:50 até 16:21).

Primeiramente foi feita a média aritmética dos dados corrigidos para o dia 16, depois a média dos dados do Forte para o dia 16 na hora de medição real e a média dos dados do Forte para a hora equalizada. Então foi estabelecida outra fórmula, desta vez para a equivalência de acordo com a hora, como mostra a equação:

Os resultados obtidos serão apresentados no item **4.2** desta monografia.

$$\frac{M'_{heq}}{F'_{heq}} = \frac{M'_{hm}}{F'_{hm}}$$

Sendo:

$M'_{eq}$   $\equiv$  dados com hora e dia equalizados (resultado final)

$F'_{heq}$   $\equiv$  média dos dados da estação do Forte na hora equalizada do dia 16/11

$M'_{hm}$   $\equiv$  média dos dados corrigidos para o dia 16, dentro da hora de medição

$F'_{hm}$   $\equiv$  média dos dados da estação do Forte na hora da medição do dia 16/11



### 3.4.3. ENVI-met

Também foi elaborada uma modelagem da área para a verificação do microclima local com o auxílio do programa ENVI-met, que apresenta a simulação da temperatura, intensidade e velocidade da ventilação, umidade e radiação solar do local. O mapeamento da área de 250 m<sup>2</sup> foi feito em cima de uma imagem de satélite [extraída do Google Maps](#) em Agosto de 2017, com orientação do norte de +35°, reproduzida na **Figura 29**



**Figura 29 - Imagem de Satélite utilizada no ENVI-met.**

Fonte: Adaptada de Google Maps, 2018.

O ENVI-met trabalha com uma modelagem em três dimensões onde a menor unidade é um cubo de dimensões  $dx$ ,  $dy$  e  $dz$ ., denominado *grid cell*; que, lado a lado irão montar o volume em três dimensões da representação simplificada da região. Para começar a representar a área a ser modelada no programa, é necessário informar o *grid* a ser utilizado, isto é, determinar quantos destes cubos tem o volume em extensão de área (que deve ser quadrada ou retangular) e altura e qual o tamanho de cada um deles. O tamanho das células influencia na precisão do dado obtido visto que para modelar a área

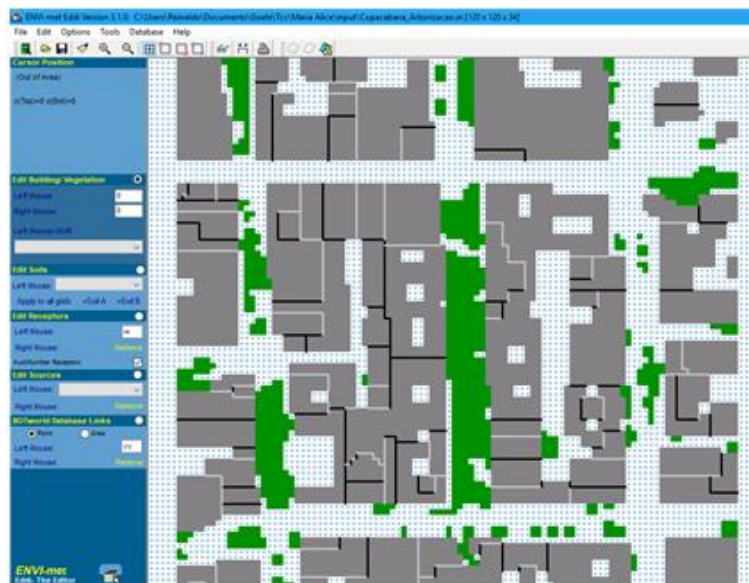
é necessário designar qual parte da morfologia urbana cada *grid cell* pertence. O *grid* utilizado neste estudo de caso é de 100 x 100 x 34, com dimensões dx e dy de 2,5 metros e dz de 2 metros, como mostra a **Figura 30**.

**Figura 30 - Dados do domínio do modelo da área de interesse**

Fonte: Elaborada pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

Sendo assim, o volume da área na modelagem é de 250 m x 250 m x 68 m. A maior edificação possui 60 metros de altura, sendo necessário aplicar o recurso de *grid* telescópico após essa altura para que o programa possa ter espaço para efetuar seus cálculos.

Em seguida é necessário definir os parâmetros das formas urbanas a serem representadas. Para modelagem das árvores foi escolhida do tipo “MO” (árvore com 20 m de altura, densidade média e sem coroa definida), pois é o que mais se encaixa com a vegetação encontrada no bairro. Para modelagem de edificações o *software* solicita apenas sua altura em metros, para estimar as alturas foi feita a contagem de andares de cada uma das edificações dentro da área (contabilizando o térreo) e foi assumido pé-direito de 3 metros. Por exemplo: um prédio com 9 andares e térreo foi considerado com 30 metros de altura. Para a cobertura de solo foram utilizados os modelos de asfalto para os leitos de tráfego de automóveis e cimento para os passeios e demais áreas. A **Figura 31** mostra a imagem da modelagem simplificada a partir da imagem de satélite.

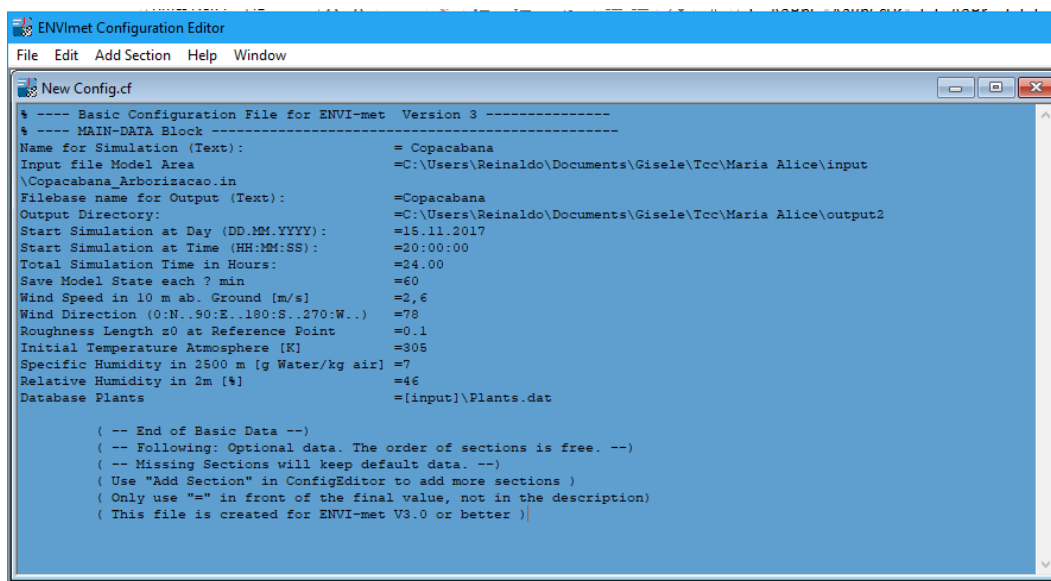


**Figura 31 - Feição inicial do Programa com a área escolhida**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

Para chegar nesta imagem, simplificações tiveram que ser feitas em prol não só da *pixelização* da área mas das limitações do programa. Nas bordas da imagem de satélite haviam erros de paralaxe – uma ilusão visual que mostra as edificações inclinadas devido ao ângulo das lentes – e para modelar essas partes da imagem também foram feitas decisões de simplificação visando modelar a área da maneira mais acurada possível.

Elaborada a área do modelo, o programa demanda configurar as condições de contorno para que ele possa fazer as modelagens, que seguem na **Figura 32**.



```

ENVI-met Configuration Editor
File Edit Add Section Help Window
New Config.cf
$ ---- Basic Configuration File for ENVI-met Version 3 ----
$ ---- MAIN-DATA Block ----
Name for Simulation (Text): = Copacabana
Input file Model Area =C:\Users\Reinaldo\Documents\Gisele\Tcc\Maria Alice\input
\Copacabana_Arborizacao.in
Filebase name for Output (Text): =Copacabana
Output Directory: =C:\Users\Reinaldo\Documents\Gisele\Tcc\Maria Alice\output2
Start Simulation at Day (DD.MM.YYYY): =15.11.2017
Start Simulation at Time (HH:MM:SS): =20:00:00
Total Simulation Time in Hours: =24.00
Save Model State each ? min =60
Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s] =2,6
Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..) =78
Roughness Length z0 at Reference Point =0.1
Initial Temperature Atmosphere [K] =305
Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air] =7
Relative Humidity in 2m [%] =46
Database Plants =[input]\Plants.dat

( -- End of Basic Data --)
( -- Following: Optional data. The order of sections is free. --)
( -- Missing Sections will keep default data. --)
( Use "Add Section" in ConfigEditor to add more sections )
( Only use "=" in front of the final value, not in the description)
( This file is created for ENVI-met V3.0 or better )

```

**Figura 32 - Dados de configuração do Programa**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

Para a simulação do ENVI-met foram usados dados do forte de Copacabana de 14h-15h do dia 16 de novembro pois foi a hora escolhida para a equalização dos demais dados do estudo de caso. A hora inicial da simulação foi às 20h do dia 15 de novembro de 2017, pois o programa necessita das primeiras horas de simulação para equalização dos dados. Os resultados obtidos foram os referentes às 13h do dia 16 de novembro de 2017.

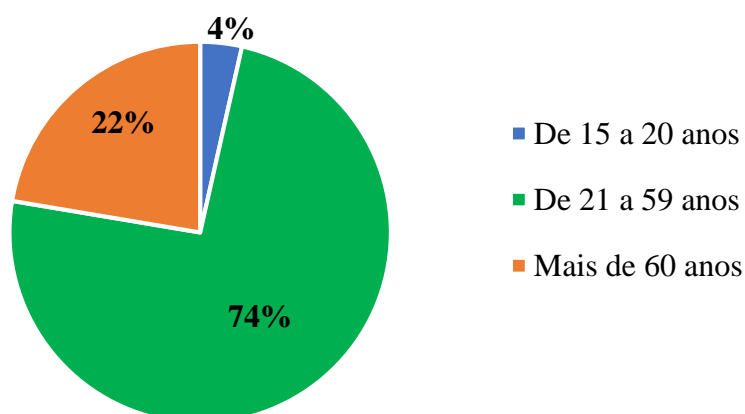
## 4. RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados os resultados das três formas de obtenção de dados utilizadas no estudo de caso, de forma separada, seguidos de breves comentários.

### 4.1. Pesquisa de percepção climática

Após a compilação dos questionários em uma planilha do Excel, fórmulas de contagem foram utilizadas para extrair informações cruzadas dos questionários válidos aplicados.

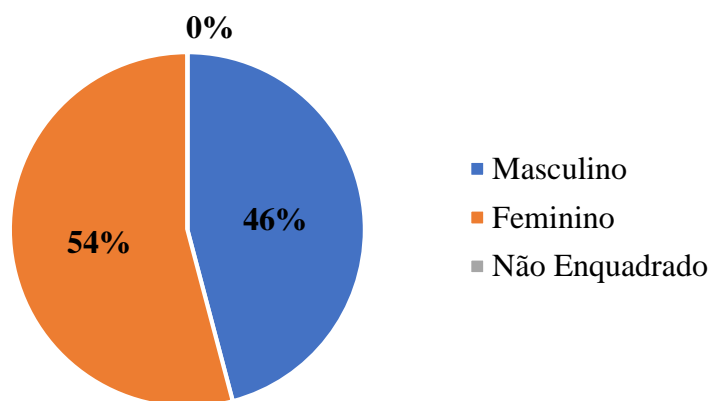
O perfil dos entrevistados foi em sua grande parte constituído de pessoas entre 21 e 59 anos como mostra o **Gráfico 2**:



**Gráfico 2 - Perfil dos Entrevistados: Faixa Etária**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

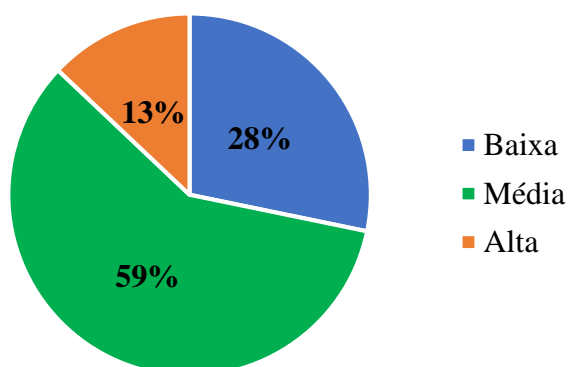
Os entrevistados tiveram homens e mulheres em proporção equilibrada, como mostra o **Gráfico 3**. Não participou nenhum entrevistado que tivesse expressão de gênero fora deste binarismo cisnormativo, seja por percepção ou auto-declaração.



**Gráfico 3 - Perfil dos Entrevistados: Gênero**

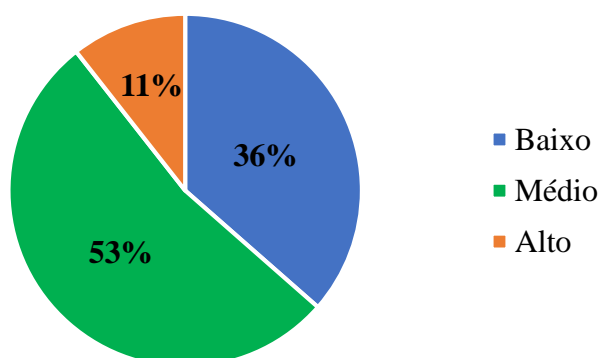
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

A estatura e peso também tiveram a maior parte dos participantes com valores medianos, segundo percepção das entrevistadoras, como mostram o **Gráfico 4** e o **Gráfico 5**.



**Gráfico 4 - Perfil dos Entrevistados: Estatura**

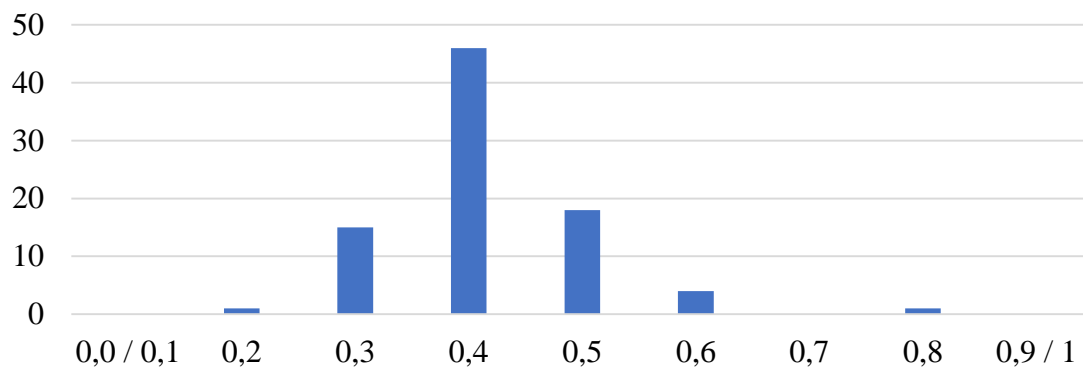
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.



**Gráfico 5 - Perfil dos Entrevistados: Peso**

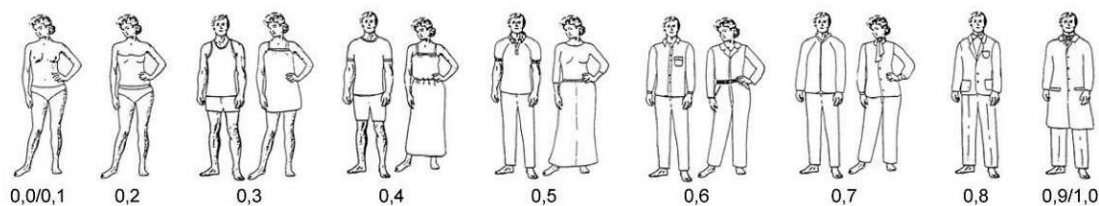
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Para avaliar a influência da vestimenta no isolamento térmico foi usada como referência a **Figura 33**, que mostra a correspondência do índice clo. Mais da metade dos entrevistados se encaixaram na descrição de vestimenta com índice 0,4, como mostra o **Gráfico 6**.



**Gráfico 6 - Perfil dos Entrevistados: Vestimenta (Clo.)**

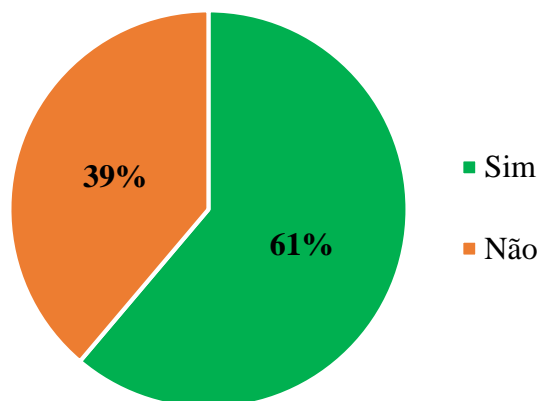
Fonte: Elaborado pela autora, 2018.



**Figura 33 - Isolamento térmico estimado em clo.**

Fonte: MONTEIRO *et. al*, 2012.

As perguntas de 1 a 4 estabeleceram o contexto no qual os entrevistados se inseriam, sendo que as perguntas 2 e 4 também serviram de critério para eliminar os questionários inválidos. Os resultados destas perguntas – contabilizando apenas os questionários válidos – são mostrados nos gráficos **Gráfico 7** a **Gráfico 10** a seguir.

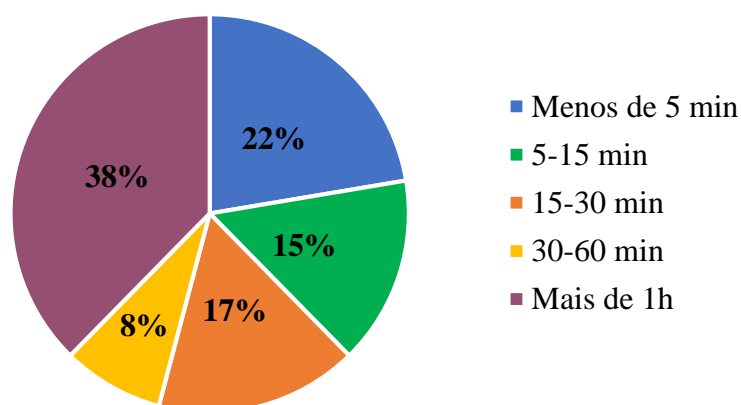


**Gráfico 7 - Pergunta 1: Reside em Copacabana?**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Observa-se no **Gráfico 7** que a maior parte dos entrevistados não são residentes do bairro, o que condiz com a dificuldade de alguns transeuntes a responder a pergunta 6 – sobre a percepção em um dia típico da mesma época do ano.

O **Gráfico 8** mostra que boa parte dos entrevistados estava na rua há mais de 1 hora circulando pelas ruas, porém 37% estava circulando há menos de 15 minutos. Como o critério de tempo na rua e climatização foram utilizados para descartar questionários inválidos, vale notar que a porcentagem de pessoas na rua há menos de cinco minutos era maior no total de questionários.



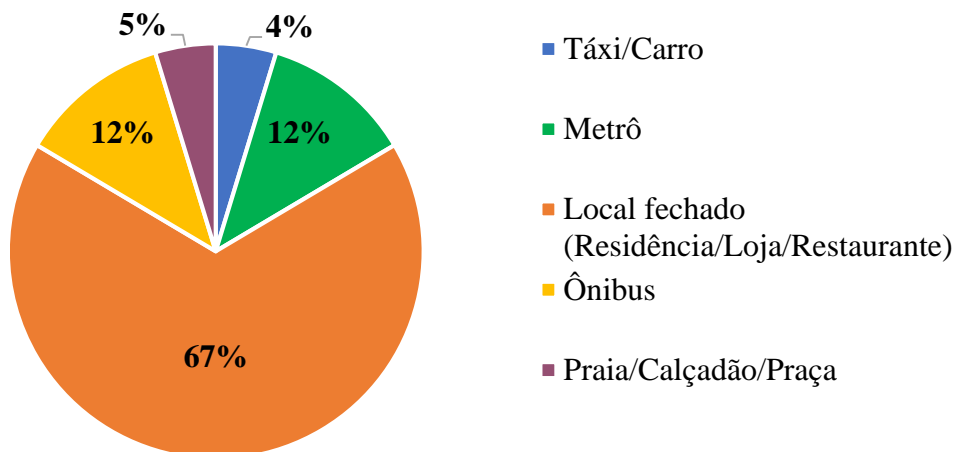
**Gráfico 8 - Pergunta 2: Há quanto tempo você está na rua?**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

A grande maioria dos transeuntes haviam saído de um local fechado como loja ou residência, como se constata pelo **Gráfico 9**. Apenas 12% dos entrevistados disseram ter



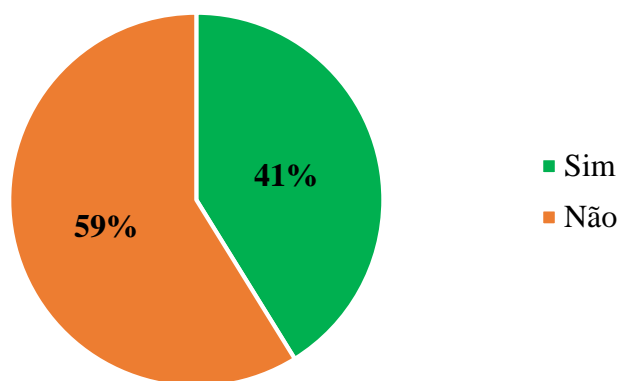
saído do metrô, porém devido à localização de uma das saídas da estação Siqueira Campos ser dentro da área do estudo de caso, vários questionários cujos respondentes haviam saltado do metrô foram descartados pois estavam na rua há menos de 5 minutos e o metrô é climatizado com ar condicionado.



**Gráfico 9 - Pergunta 3: De onde você veio?**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Dos questionários válidos, só 41% dos respondentes haviam saído de um local climatizado, como mostra o **Gráfico 10**. Aqui ocorre o mesmo caso da pergunta anterior, já que estar em um ambiente climatizado era um dos fatores de validação dos questionários.



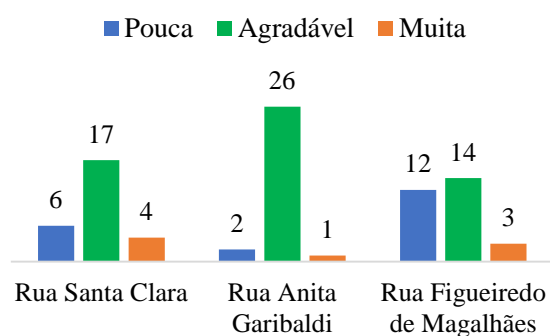
**Gráfico 10 - Pergunta 4: O ambiente de onde você veio estava climatizado/com ar condicionado?**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

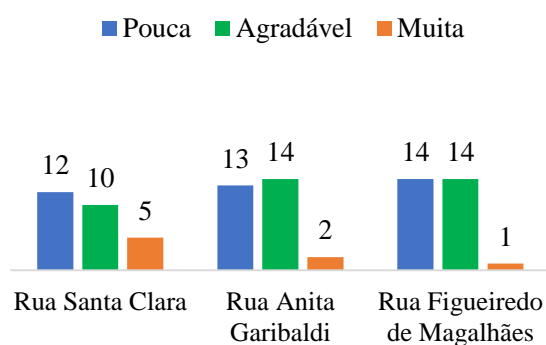
As perguntas 5 e 6 estabelecem a percepção climática dos entrevistados em relação a umidade, sombreamento, temperatura e ventilação no trecho em que os mesmos

foram entrevistados; sendo a 5ª a percepção baseada na memória de um dia típico desta época do ano no local e a 6ª a percepção do dia da entrevista. Os resultados são divididos por rua para que se possa compará-las. Para melhor análise, os resultados desta parte serão separados por tema (umidade, sombreamento, temperatura e ventilação).

a) UMIDADE



**Gráfico 11 - Pergunta 5: Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação à umidade?**

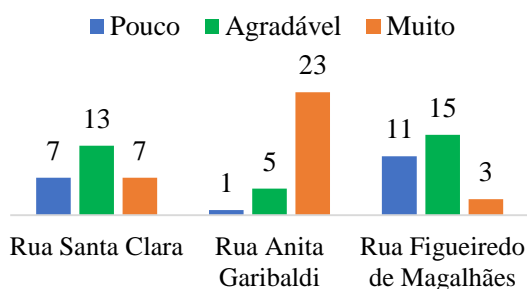


**Gráfico 12 - Pergunta 6: E como você está se sentindo nesse momento em relação à umidade?**

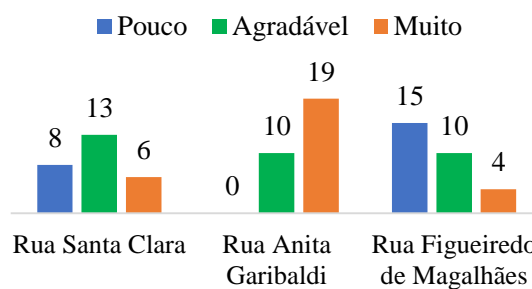
Fonte: Elaborados pela autora, 2018.

A umidade foi um levantamento complicado devido à dificuldade de sua percepção e até concepção por leigos. Observa-se no **Gráfico 12** que nas três ruas os entrevistados se dividiram entre seco e agradável para descrever a umidade no dia da entrevista, embora nesta época do ano nas ruas Santa Clara e Anita Garibaldi predominantemente descrevessem a umidade como agradável (**Gráfico 11**).

## b) SOMBREAMENTO



**Gráfico 13 - Pergunta 5: Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação ao sombreamento?**

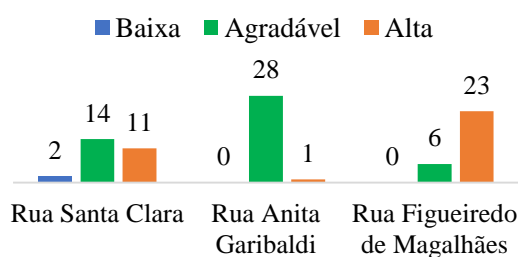


**Gráfico 14 - Pergunta 6: E como você está se sentindo nesse momento em relação ao sombreamento?**

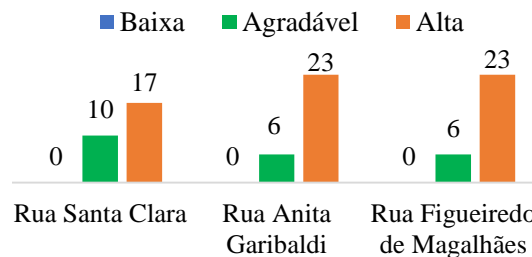
Fonte: Elaborados pela autora, 2018.

Tanto no **Gráfico 13** como no **Gráfico 14** verifica-se que a Rua Anita Garibaldi possui sombreamento abundante, a Rua Santa Clara possui sombreamento agradável e a Rua Figueiredo de Magalhães é deficiente neste quesito. As três ruas possuem edificações altas, sendo as mais altas encontradas na Figueiredo de Magalhães, que, por outro lado é a menos arborizada, retratando a importância da arborização no sombreamento.

## c) TEMPERATURA



**Gráfico 15 - Pergunta 5: Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação à temperatura?**



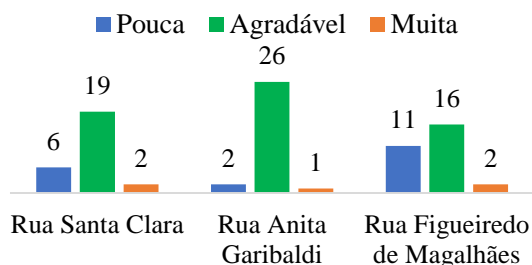
**Gráfico 16 - Pergunta 6: E como você está se sentindo nesse momento em relação à temperatura?**

Fonte: Elaborados pela autora, 2018.

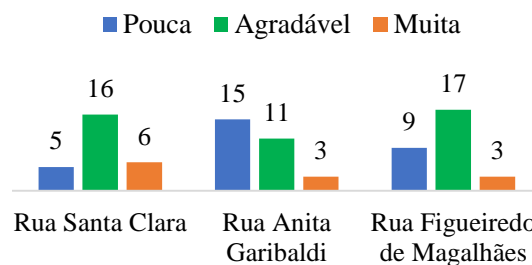
Adequadamente com um dia de verão carioca, o **Gráfico 16** mostra que a percepção era de que a temperatura estava elevada no dia das entrevistas. Porém no **Gráfico 15** podemos perceber a diferente percepção entre as ruas no que se refere à

memória de percepção da temperatura, sendo as ruas Santa Clara e Anita Garibaldi descritas como agradáveis.

#### d) VENTILAÇÃO



**Gráfico 17 - Pergunta 5: Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação à ventilação?**

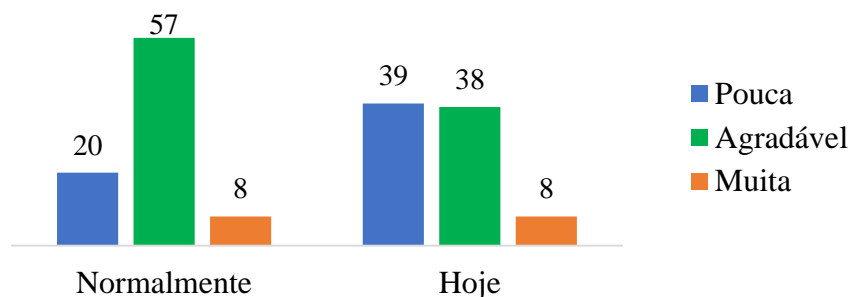


**Gráfico 18 - Pergunta 6: E como você está se sentindo nesse momento em relação à ventilação?**

Fonte: Elaborados pela autora, 2018.

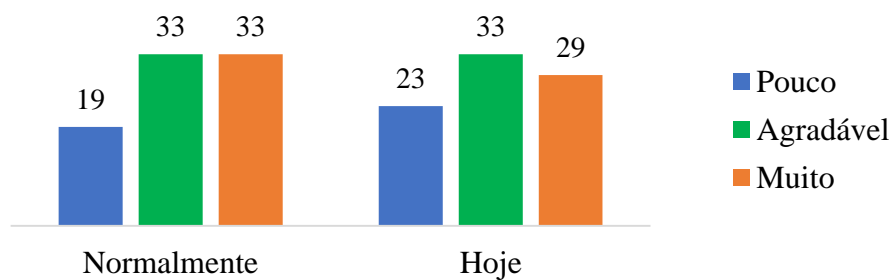
A percepção da ventilação foi tida como agradável de uma maneira geral, como exibem o **Gráfico 17** e o **Gráfico 18**.

Também foram comparados os totais das perguntas 5 e 6 para que se possa auferir que o dia da entrevista não foi percebido como um dia atípico, como mostram os gráficos **Gráfico 19** a **Gráfico 22**.



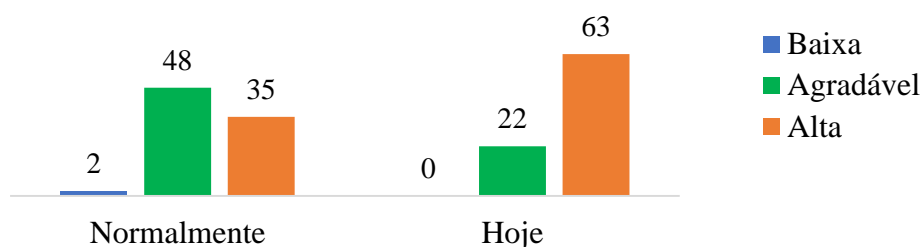
**Gráfico 19 - Comparação da percepção da umidade do dia da entrevista (Pergunta 6) com o que normalmente é percebido no local na mesma época do ano (Pergunta 5).**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.



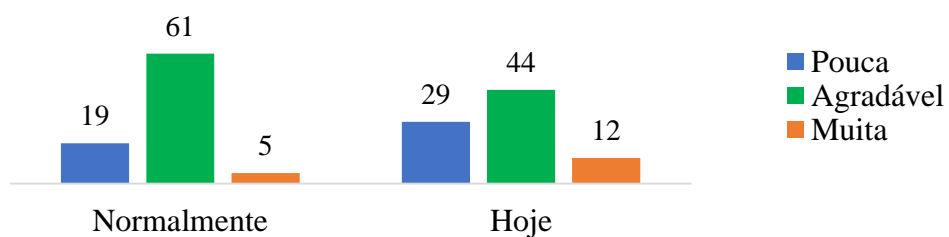
**Gráfico 20 - Comparação da percepção do sombreamento do dia da entrevista (Pergunta 6) com o que normalmente é percebido no local na mesma época do ano (Pergunta 5).**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.



**Gráfico 21 - Comparação da percepção da temperatura do dia da entrevista (Pergunta 6) com o que normalmente é percebido no local na mesma época do ano (Pergunta 5).**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.



**Gráfico 22 - Comparação da percepção da ventilação do dia da entrevista (Pergunta 6) com o que normalmente é percebido no local na mesma época do ano (Pergunta 5).**

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

De modo geral, a pesquisa de percepção climática retornou que as ruas mais arborizadas – Rua Santa Clara e, notadamente a Rua Anita Garibaldi – proporcionaram maior conforto térmico aos pedestres.

#### **4.2. Medições *in situ***

Como explanado na Metodologia (**item 3.4.2**), foram feitos diversos cálculos a fim de poder comparar as medições realizadas no dia 3 de dezembro com a simulação no programa ENVI-met e os resultados da pesquisa de percepção climática, equalizando-os para o dia 16 de novembro às 13h.

O valores intermediários e finais são mostrados nas tabelas **Tabela 9** a **Tabela 11**, não só pela transparência dos cálculos mas também para exibir as médias horárias obtidas pela medição direta antes da equalização.

Observa-se que os dias 16 de novembro e 3 de dezembro tiveram registros de temperatura, velocidade de vento e umidade muito discrepantes, segundo os valores registrados na estação do Forte de Copacabana. A temperatura chegou a variar de +4 °C a +8 °C, dependendo do horário. Foram registrados vento um pouco mais intensos e a umidade relativa caiu quase pela metade.

Em relação a Rua Anita Garibaldi, a média foi obtida a temperatura de 23 °C nas medições diretas do dia 3/12, média de velocidade de vento entre 0,33 e 0,40 m/s e umidade média em torno de 78%. E após a equalização dos dados foi encontrado um valor maior para a temperatura (28,72 °C) e valores menores para a velocidade do vento (0,59 m/s) e para a umidade 43,64%, conforme exibido na **Tabela 9**.

**Tabela 9 - Cálculos de Equivalência para os dados da Rua Anita Garibaldi**

<b>Rua Anita Garibaldi</b>	<b>Hora</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Vento (m/s)</b>	<b>Umidade (%)</b>
Média dos dados obtidos pela estação meteorológica (Data: 3 de dezembro)	09:00	23,70	0,40	79,33
	10:00	23,69	0,37	77,87
	11:00	23,80	0,33	79,56
Dados da Estação Automática do Forte (Data: 3 de dezembro)	09:00	25,50	1,70	85,00
	10:00	26,00	1,90	82,00
	11:00	26,20	2,40	77,00
Dados da Estação Automática do Forte (Data: 16 de dezembro)	09:00	30,00	2,00	47,00
	10:00	31,70	2,00	38,00
	11:00	32,70	1,80	39,00
Equivalência de dados do dia 3 de dezembro para o dia 16 de novembro	09:00	27,88	0,47	43,87
	10:00	28,88	0,39	36,08
	11:00	29,70	0,25	40,29
Média dos dados obtidos na equivalência dos dias	9:00 às 11:00	28,82	0,37	40,08
Média dos dados do Forte (Hora medida)	9:00 às 11:00	31,47	1,93	41,33
Média dos dados do Forte (Hora escolhida para equalização)	13:00 às 14:00	31,35	3,10	45,00
<b>Resultado Final (Dado equalizado)</b>	<b>13:00 às 14:00</b>	<b>28,72</b>	<b>0,59</b>	<b>43,64</b>

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Já a **Tabela 10** mostra que na Rua Santa Clara, a média de temperatura foi em torno dos 25 °C nas medições diretas do dia 3/12, média de velocidade de vento entre 0,18 e 0,40 m/s e umidade média cerca de 70%. Após a equalização dos dados foi encontrado um valor maior para a temperatura (30,15 °C) e valor ligeiramente maior para a velocidade do vento (0,43 m/s) e uma umidade de 43,94%, condizendo com as variações entre os dias.

**Tabela 10 - Cálculos de Equivalência para os dados da Rua Santa Clara**

<b>Rua Santa Clara</b>	<b>Hora</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Vento (m/s)</b>	<b>Umidade (%)</b>
Média dos dados obtidos pela estação meteorológica (Data: 3 de dezembro)	11:00	24,48	0,21	75,91
	12:00	26,03	0,18	72,45
	13:00	25,92	0,40	67,60
Dados da Estação Automática do Forte (Data: 3 de dezembro)	11:00	26,20	2,40	77,00
	12:00	26,30	1,60	78,00
	13:00	27,00	2,00	67,00
Dados da Estação Automática do Forte (Data: 16 de dezembro)	11:00	32,70	1,80	39,00
	12:00	34,60	1,90	29,00
	13:00	34,70	2,30	31,00
Equivalência de dados do dia 3 de dezembro para o dia 16 de novembro	11:00	30,55	0,16	38,45
	12:00	34,24	0,21	26,94
	13:00	33,32	0,46	31,28
Média dos dados obtidos na equivalência dos dias	11:00 às 13:00	32,70	0,28	32,22
Média dos dados do Forte (Hora medida)	11:00 às 13:00	34,00	2,00	33,00
Média dos dados do Forte (Hora escolhida para equalização)	13:00 às 14:00	31,35	3,10	45,00
<b>Resultado Final (Dado equalizado)</b>	<b>13:00 às 14:00</b>	<b>30,15</b>	<b>0,43</b>	<b>43,94</b>

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Para a Rua Figueiredo de Magalhães não foi necessária fazer a equalização horária, como mostra a **Tabela 11**, já que seus dados foram medidos na hora escolhida para a equalização. As médias de temperatura foi em torno dos 25,5 °C nas medições diretas do dia 03/12, de velocidade de vento em torno de 0,10 m/s e de umidade relativa entre 65% e 68%. Após a equalização dos dados foram obtidos valores significativamente maiores para a temperatura (31,10 °C) e para a velocidade do vento (0,29 m/s) e uma umidade de 39,96%.



**Tabela 11 - Cálculos de Equivalência para os dados da Rua Figueiredo de Magalhães**

Rua Figueiredo de Magalhães	Hora	Temperatura (°C)	Vento (m/s)	Umidade (%)
Média dos dados obtidos pela estação meteorológica (Data: 3 de dezembro)	13:00	25,40	0,14	68,36
	14:00	25,65	0,08	65,48
Dados da Estação Automática do Forte (Data: 3 de dezembro)	13:00	27,00	2,00	67,00
	14:00	24,30	0,80	80,00
Dados da Estação Automática do Forte (Data: 16 de dezembro)	13:00	34,70	2,30	31,00
	14:00	28,00	3,90	59,00
Equivalência de dados do dia 3 de dezembro para o dia 16 de novembro	13:00	32,64	0,17	31,63
	14:00	29,56	0,41	48,29
<b>Resultado Final (Dado equalizado)</b>	<b>13:00 às 14:00</b>	<b>31,10</b>	<b>0,29</b>	<b>39,96</b>

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

A **Tabela 12** mostra os três resultados dos cálculos de equivalência juntos para melhor poderem ser comparados.

**Tabela 12 - Dados da medição Equalizados (com os maiores valores em destaque)**

Ponto	Temperatura (°C)	Vento (m/s)	Umidade (%)
Rua Anita Garibaldi	28,72	<b>0,59</b>	43,64
Rua Santa Clara	30,15	0,43	<b>43,94</b>
Rua Figueiredo de Magalhães	<b>31,10</b>	0,29	39,96

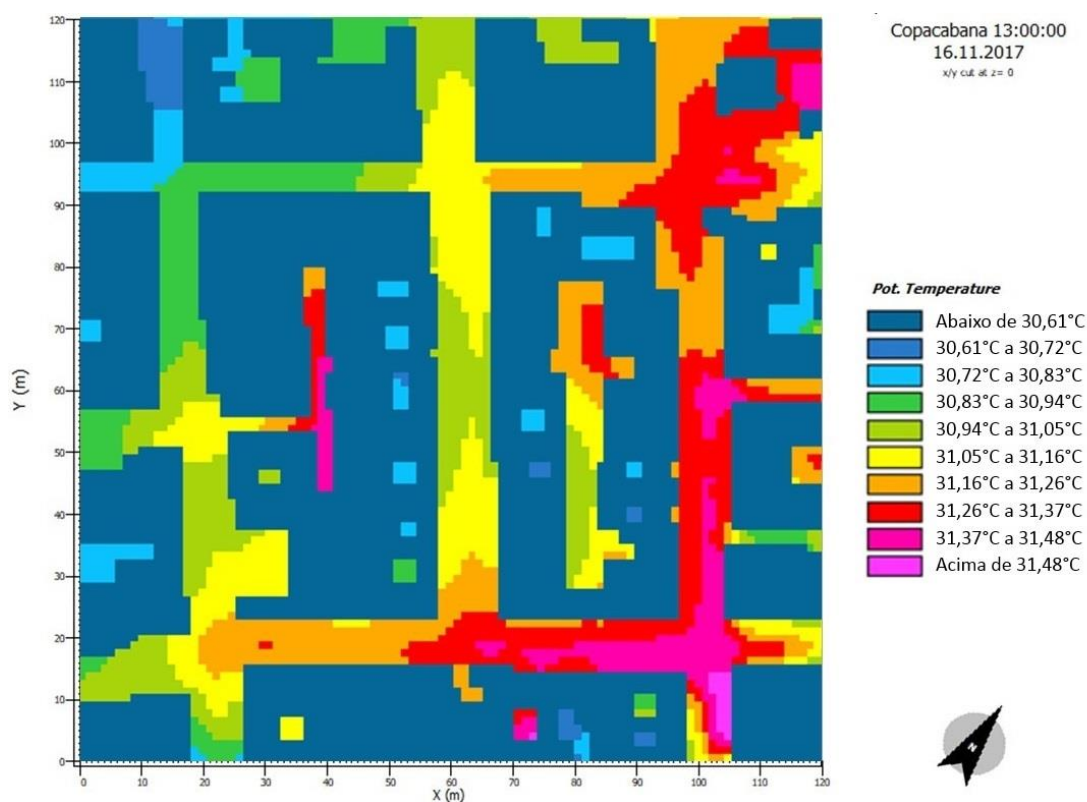
Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Devido à proximidade das ruas, os resultados são similares. Porém podemos observar que a menor temperatura foi obtida na Rua Anita Garibaldi, que é a mais arborizada. A maior média de velocidade de vento foi encontrada na Rua Anita Garibaldi, apesar das outras duas ruas estenderem até a Avenida Atlântica, recebendo diretamente os ventos da orla. Os dados de umidade obtidos na Rua Santa Clara e Rua Anita Garibaldi são bem próximos e superiores à da Rua Figueiredo de Magalhães – que é a menos arborizada. As ruas Santa Clara e Figueiredo de Magalhães recebem a brisa marítima sem muitos obstáculos, que influencia na umidade, porém nota-se pelos resultados que a arborização é fator chave visto que a Rua Anita Garibaldi começa à três quadras da orla.

### 4.3. ENVI-met

Como mencionado no item 3.4.3 da metodologia, a simulação no programa ENVI-met foi referente às 13h do dia 16 de novembro de 2017.

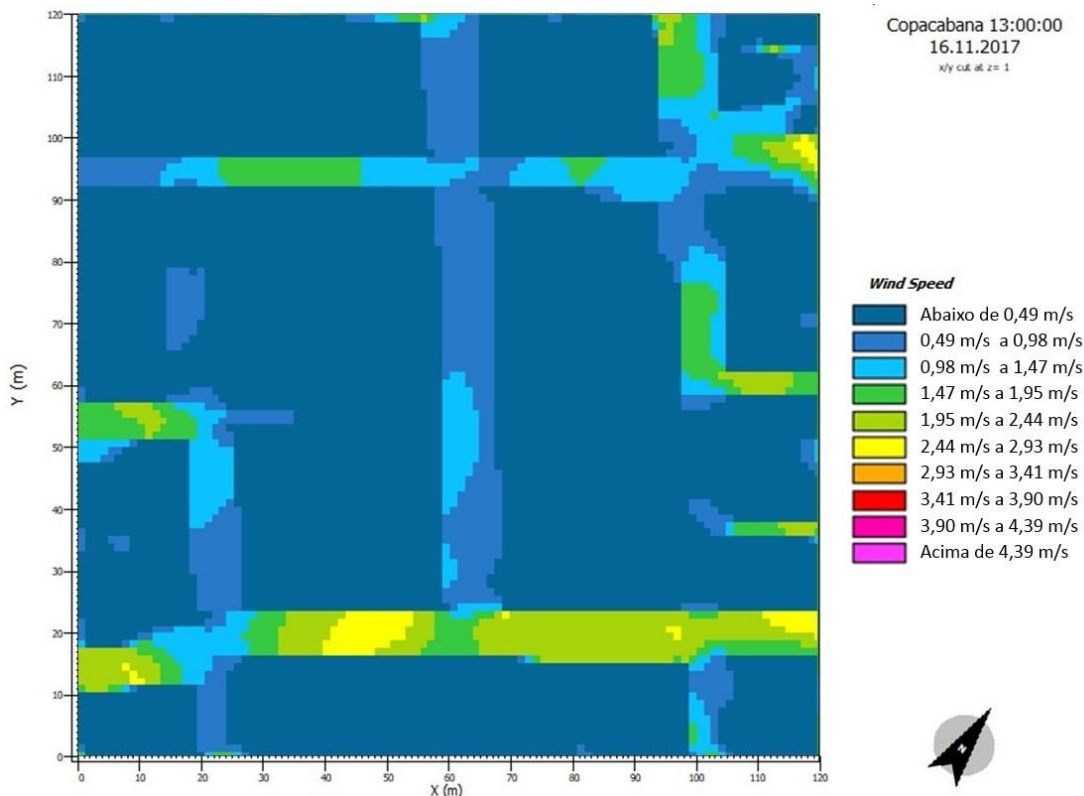
A **Figura 34** mostra a temperatura potencial do ar com cota  $z = 0$ , ou seja, próxima ao chão. Os valores obtidos não variaram muito, estando a faixa de valores entre  $30,6\text{ }^{\circ}\text{C}$  (tons azulados) e  $31,48\text{ }^{\circ}\text{C}$  (tons rosados), conforme esperado devido à escala trabalhada. Os maiores valores se encontram na extensão da Rua Figueiredo de Magalhães, com destaque para a área onde se encontra a estação do metrô Siqueira Campos, na esquina na Rua Tonelero. A Rua Barata Ribeiro apresentou a maior área de elevada temperatura, entre os trechos das ruas Anita Garibaldi e Figueiredo de Magalhães. A região de menor temperatura coincide com a parcela arborizada da Rua Santa Clara.



**Figura 34 - Temperatura Potencial do Ar**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

Os valores de velocidade de vento obtidos foram baixos nas três ruas, em torno de 0,5 m/s até 1,5 m/s para as três ruas. Porém, como mostra a **Figura 35**, a Anita Garibaldi apresentou a maior ventilação das três rua transversais, apesar de não se estender até a orla. A simulação retornou com valores significativamente diferentes na Rua Barata Ribeiro, com valores entre 2 m/s e 3 m/s, mesmo sendo uma rua paralela à praia.

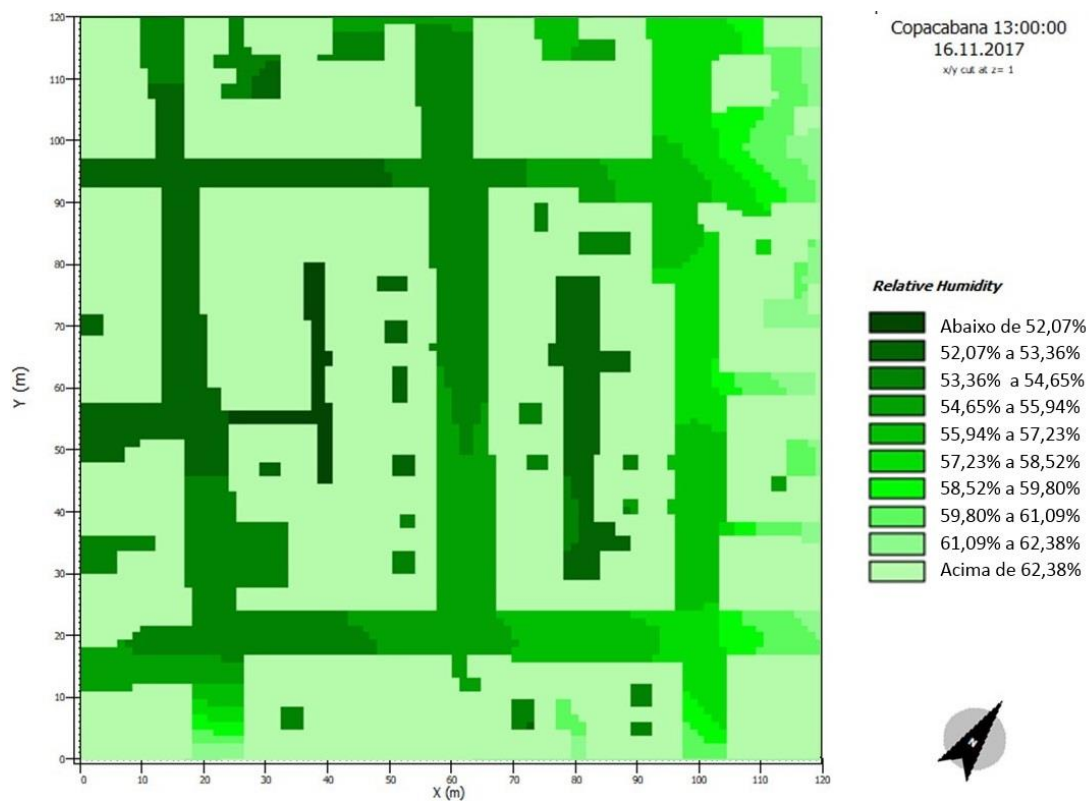


**Figura 35 - Velocidade do vento**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

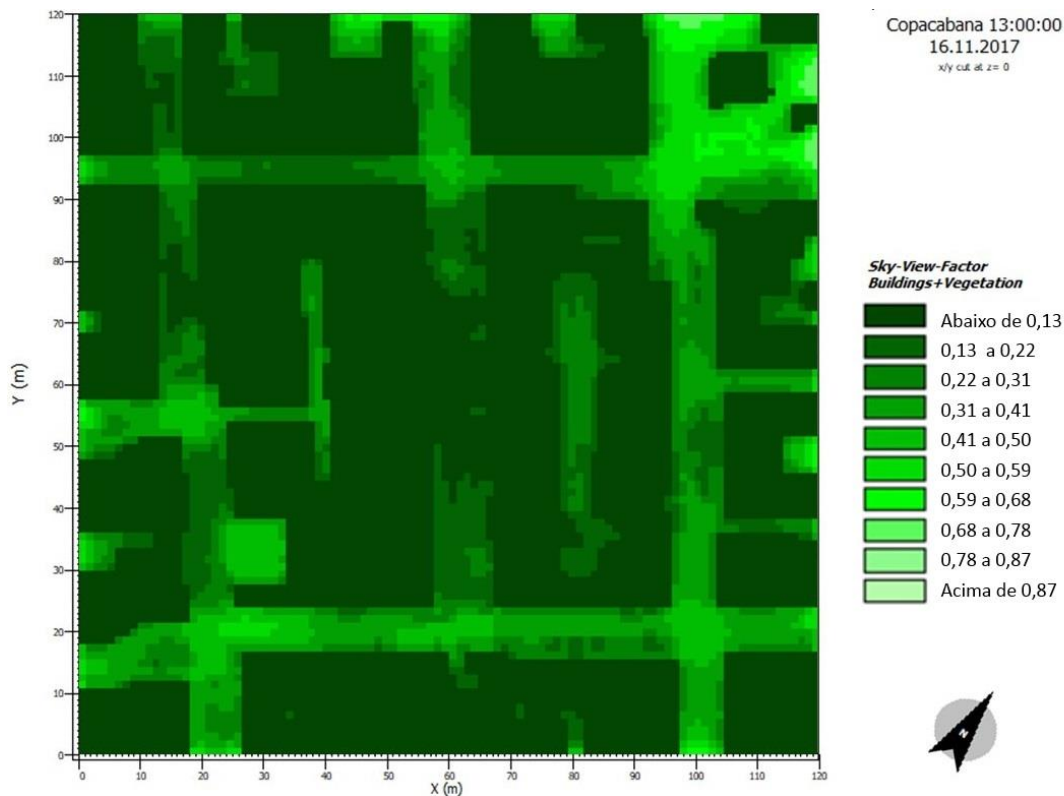
A **Figura 36** mostra o gradiente de umidade relativa que resultado da simulação do ENVI-met. A região de menor umidade relativa é no encontro das ruas Santa Clara e Tonelero, com menos de 52,07% de umidade. A extensão da Rua Figueiredo de

Magalhães foi a área que retornou maiores valores de umidade relativa, variando entre 56% e 60%.



**Figura 36 - Umidade relativa**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

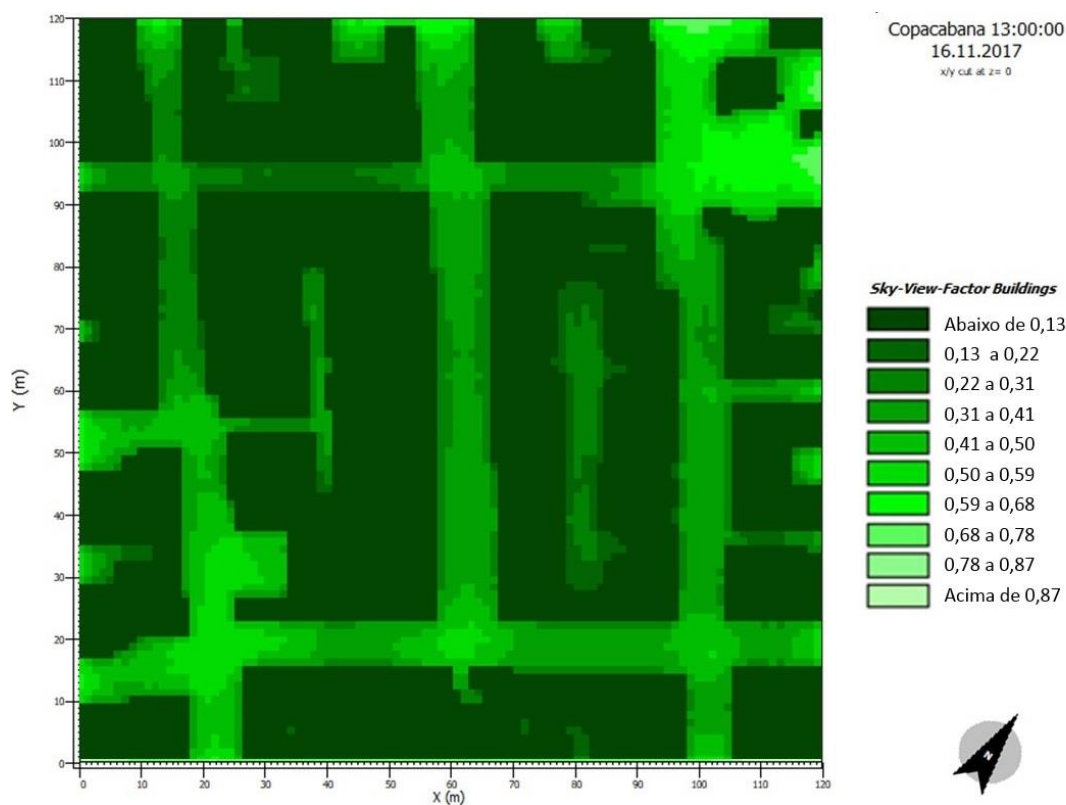


**Figura 37 - Fator de visão do céu (edificações + vegetação)**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

A simulação no ENVI-met do fator de visão do céu na **Figura 37** mostra que a visão da abóbada celeste é obstruída do ponto escolhido na maior parte da área. As áreas em verde claro possuem menor obstrução e tem FVC entre 0,5 e 1,0, com destaque para a esquina da estação do metrô (Rua Tonelero com Figueiredo).

Na **Figura 38**, mesmo desconsiderando as obstruções causadas pela arborização, o FVC continua baixo.

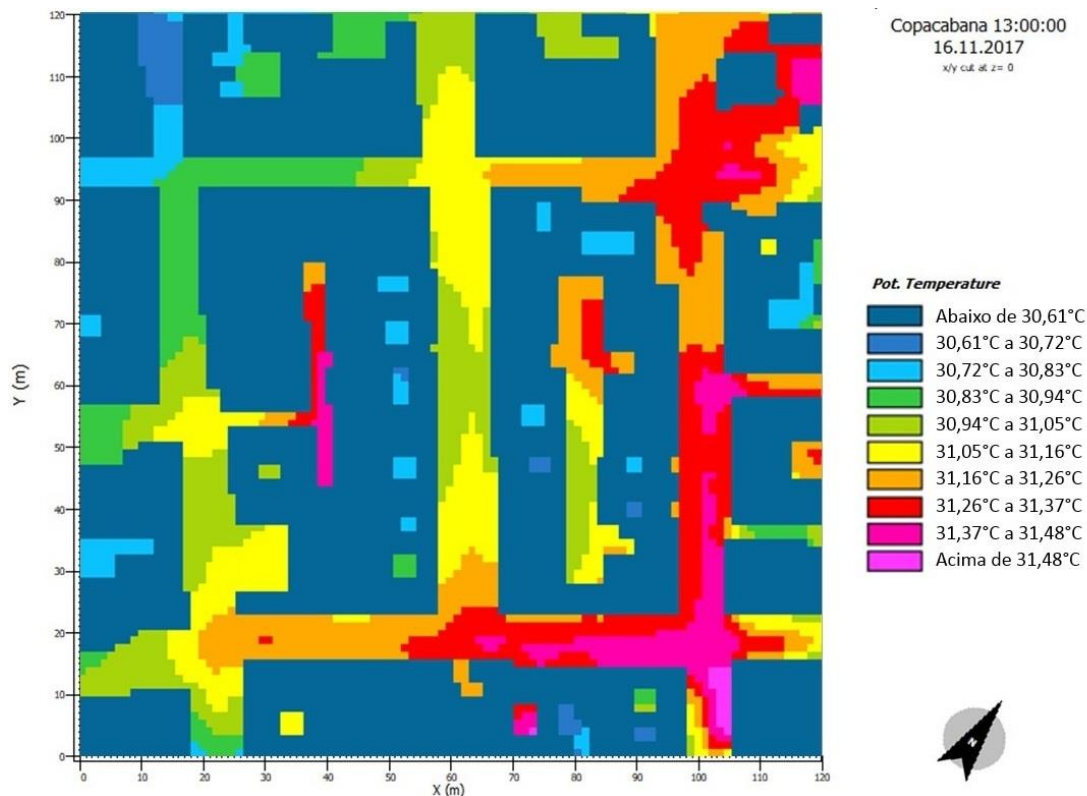


**Figura 38 - Fator de visão do céu (somente edificações)**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

Como esperado, a Rua Anita Garibaldi é a que possui menor radiação solar direta, como mostra a **Figura 39**, tendo na maior parte da sua área na faixa dos 290 a 373,34 W/m<sup>2</sup>. As partes arborizadas da Rua Santa Clara se comportam de maneira semelhante, embora as não-arborizadas tenham intensa radiação solar direta. A Rua Figueiredo de

Magalhães é a que possui maior radiação solar direta em sua extensão, com mais de 840 W/m<sup>2</sup> em sua maioria.



**Figura 39 - Radiação solar direta**

Fonte: Elaborado pela autora a partir do programa ENVI-met, 2018.

#### 4.4. Discussões

O estudo de caso mostrou que a arborização é fator de importante influência no equilíbrio térmico do microclima. A Rua Anita Garibaldi, bastante arborizada no trecho, destacou-se tanto no conforto térmico, exprimido pela pesquisa de percepção climática que mostrou que a rua foi mais vezes classificada como agradável em todos os parâmetros que as duas outras ruas; quanto nos dados diretos, com menor temperatura e maior ventilação.

A Rua Santa Clara tem forma peculiar no trecho, possuindo apenas uma parte destacadamente arborizada. O ponto de medição desta rua localiza-se perto desta área, contribuindo para o perfil intermediário encontrado nos resultados que foram corroborados pela pesquisa de percepção climática.

Segundo o ENVI-met a Rua Santa Clara foi considerada a rua com melhor perfil bioclimático geral, embora tenha-se concluído que é necessário modelar uma área maior do que a área que será analisada para que a simulação possa incluir satisfatoriamente as influências do entorno, ainda mais no caso de um bairro com constituição geográfica tão particular.

Vale ressaltar que mesmo com a Rua Anita Garibaldi apresentando melhores resultados bioclimáticos o fluxo de pedestre era mais intenso nas outras duas ruas devido à presença maciça de comércio. Por não haver uma diferença extrema de conforto, as escolhas de locomoção levam mais em consideração o uso do que parâmetros bioclimáticos. Por observação, pode-se notar que a maioria dos caminhantes da Anita Garibaldi eram pessoas que estavam a passeio, caminhando ou passeando com cachorros.



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação de ilha de calor urbana é um problema gerado pela urbanização desordenada e industrialização intensa. Há a necessidade de se intervir estrategicamente nos espaços construídos visando conforto ambiental e térmico, melhorando a qualidade de vida da população. Através de diagnósticos é possível obter um panorama do microclima local e planejar estratégias que reduzam o sobreaquecimento das áreas urbanas.

É fato corroborado pela comunidade científica que a arborização urbana aumenta a qualidade de vida dos cidadãos. As árvores colaboram para o equilíbrio térmico do meio urbano, pois além de sombrearem a cidade, não possuem grande potencial de radiação.

Tendo em vista que para solucionar os problemas urbanos devem ocorrer ações eficazes e de mínimo impacto, torna-se clara a importância da arborização no equilíbrio térmico do microclima urbano. Com este estudo fica evidente o uso da arborização como fator determinante ao conforto térmico que é um dos aspectos do conforto ambiental.

Ainda se levantou literatura sobre morfologia urbana, microclima e suas inter-relações. Assim, evidenciou-se a relevância em se fazer um adequado planejamento urbano, colaborativo, constante e interdisciplinar para o desenvolvimento de uma cidade com qualidade, equidade social, sustentável ecologicamente, economicamente eficiente e distribuída equilibradamente em seus serviços e atividades.

Neste trabalho, o enfoque foi sobre o conforto térmico, uma das condicionantes do conforto ambiental, que depende também do conforto lumínico e do conforto acústico. Para os objetivos do trabalho, não se fez imprescindível a análise da tríade e, portanto, a mesma não foi realizada.

Foram apontadas neste trabalho, diversas bibliografias relevantes ao tema e que confirmam o pressuposto de que a forma urbana influencia o microclima e a presença da arborização o ameniza.

O estudo de caso selecionado abrangeu três ruas do bairro de Copacabana, no Rio de Janeiro: as ruas Santa Clara, Anita Garibaldi e Figueiredo de Magalhães, nas quadras entre as ruas Barata Ribeiro e Tonelero. Tal escolha se deu pela facilidade de acesso e

pelo fato de possuírem distribuição de arborização diversa, fornecendo maior amplitude de análises. O trecho da Rua Anita Garibaldi é bastante arborizado, a Rua Santa Clara tem morfologia peculiar no trecho, possuindo apenas uma parte destacadamente arborizada, colocando-a como um perfil intermediário, já a Rua Figueiredo de Magalhães possui calha ampla e é muito pouco arborizada.

Foram comparados três tipos de dados de três metodologias distintas para comprovar o pressuposto de que a arborização auxilia o conforto térmico: medição direta com uso de uma estação climática móvel, medição subjetiva com uma pesquisa de percepção climática junto aos pedestres e simulação computacional com modelagem de área estudada no programa ENVI-met.

As medições diretas foram feitas nas três ruas com a estação climática DAVIS pro 2 da *Davis Instruments* equipada com sensores de temperatura e umidade, anemômetro e piranômetro. Para fins de comparação, foi necessário realizar uma equalização dos dados, visto que as medições não puderam ser feitas simultaneamente pois só havia um equipamento disponível e foram realizadas em datas distintas da pesquisa de percepção climática devido à falha técnica no aparelho medidor, o que não foi considerado como impeditivo às análises, e não comprometedor aos resultados do estudo. Os resultados das medições mostraram que a rua mais arborizada, Anita Garibaldi, registrou menor temperatura e maior ventilação; enquanto a rua menos arborizada, Figueiredo de Magalhães, maior temperatura e menores umidade e velocidade do vento.

Na pesquisa de percepção climática foi aplicado um questionário replicado para 105 transeuntes. O questionário envolveu perguntas o perfil dos entrevistados como suas percepções sobre umidade, temperatura, ventilação e sombreamento. A compilação destes resultados evidenciou que de acordo com os pedestres a Rua Anita Garibaldi é a que proporciona maior conforto térmico, sendo na maioria das vezes classificada como agradável, destacando-se das outras duas ruas.

Por fim, foi elaborada uma modelagem da área para a verificação do microclima local com o auxílio do programa ENVI-met, tendo sido utilizados dados do forte de Copacabana. Embora na simulação do ENVI-met alguns resultados retornaram fora do esperado, considerando a Rua Santa Clara com o melhor perfil bioclimático geral, a Rua Figueiredo de Magalhães de novo foi marcada como a de pior perfil bioclimático, congruente com as metodologias anteriores. Pode-se dizer então que os resultados

gerados comprovaram satisfatoriamente o pressuposto, alcançando assim o objetivo geral deste trabalho.

O estudo de caso mostrou que a arborização é fator de importante influência no equilíbrio térmico do microclima, mas a escolha do pedestre em relação a via considera primariamente o uso quando não há uma diferença extrema de conforto. Por observação, pode-se notar que a maioria dos caminhantes da Anita Garibaldi eram pessoas que estavam a passeio, caminhando ou passeando com cachorros e era a rua com menor fluxo de pedestres apesar de ter os melhores parâmetros bioclimáticos.

Por fim, é evidente que este trabalho apenas provém alguns pontos iniciais do estudo sobre conforto ambiental e morfologia urbana. Destaca-se a seguir alguns pontos a serem investigados em futuros estudos sobre o tema aqui abordado.

### **5.1. Recomendações para Estudos Futuros**

Os dados retornados pela simulação do ENVI-met provavelmente foram alterados devido à área de análise estar localizada em um bairro litorâneo de pouca profundidade e morfologia peculiar. As ruas transversais à orla Copacabana são muito influenciadas pela proximidade do mar e muitos dos edifícios do bairro, principalmente os da Avenida Atlântica, foram um verdadeiro costão que altera a ventilação natural da região.

O ENVI-met tomou o vento predominante da região como regra e visto que a área modelada não abrangia os aspectos retratados o resultado não refletiu a realidade, corroborada pelos dois outros métodos de mensuração.

Recomenda-se no futuro, ao utilizar o ENVI-met, colocar uma borda generosa além da área de interesse para que a modelagem compute melhor a influência do entorno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, G. S.; ROSSI, A. M. G.; DRACH, P. R. C. **Análise de Projeto Urbano a partir de parâmetros urbanos sustentáveis: alteração morfológica de Copacabana e algumas de suas consequências climáticas (1930-1950-2010)**. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 6, n. 3, p. 275-287, 2014.

BRASIL. Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001. **Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em março de 2018.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. República Federativa do Brasil**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em março de 2018.

CARDEMAN, R. G. **As Áreas Coletivas de Copacabana: Formação e Apropriação**. Paisagem Ambiente: ensaios - n. 28 - São Paulo - p. 7 - 20 - 2011

CORBELLA, O. D., YANNAS, S. **Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos - Conforto Ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003

FARR, D. **Urbanismo Sustentável: Desenho Urbano com a Natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

G1, 2013. **Prédio reflete luz do sol e jornalista frita ovo na calçada em Londres**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2013/09/predio-reflete-luz-do-sol-e-jornalista-frita-ovo-na-calçada-em-londres.html>> Acesso em fevereiro de 2018.

GIVONI, B. **Man, climate and architecture**. London, Elsevier, 1976.

GOOGLE MAPS. **Imagem de Satélite da área de estudo em Copacabana**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-22.9696456,-43.1885567,508a,35y,325h/data=!3m1!1e3?hl=pt-BR>>. Acesso em Agosto de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico - 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS. **Desenvolvimento Humano e Condições de Vida na Cidade do Rio de Janeiro (Estudo Nº 1347)**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.data.rio/datasets/72b9b673a6e64e398d974a8fa7c6628a>>. Acesso em março de 2018.

JUSTI, M. G. **Notas de aula**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

MALAGUTI, R. **Modelo Conceitual da Visão Sistêmica Aplicado às Cidades e ao Diagnóstico Municipal**. 2014. 131f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

MASCARÓ, J. J., MASCARÓ, L. **Densidades, ambiência e infra-estrutura urbana.** Vitruvius, Campinas, 2001.

MINELLA, F. O.; ROSSI, F. A.; KRÜGER, E. L. **Influência do fator de visão do céu no conforto térmico em duas situações urbanas distintas.** Anais do X Encontro Nacional e VII Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Natal, 2009.

MONTEIRO, L. M., ALUCCI, M. P. **Modelo adaptativo de conforto para avaliação in loco de espaços urbanos abertos.** Ambiente construído v. 12., Porto Alegre, 2012.

OLGYAY, V. **Design with climate.** New Jersey, Princeton University, 1963.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Urbanismo. **Gerências de Planejamento Local.** Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/smu/exibeconteudo?id=4481419>>. Acesso em março de 2018.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal da Casa Civil. **Regiões Administrativas do Rio de Janeiro.** Disponível em: <<http://www.rio.rj.gov.br/web/cvl/ra>>. Acesso em março de 2018.

\_\_\_\_\_. Plano Diretor de Arborização Urbana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

RIZWAN, A. M., DENNIS, Y.C., LEUNG, L. C., et al. “A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island”, Journal of Environmental Sciences, vol. 20 pp. 120–128, 2008.

SOUZA, L. C. L.; TENENTE, C. M.; GIUNTA M. B. et al. Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 155-167, out./dez. 2010.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Ciudades para un pequeño planeta.** Barcelona: Editora Gustavo Gili SA, 2000.

ROMERO, M. A. B. **Princípios Bioclimáticos para o Desenho Urbano.** Editora: CopyMarket, 2000.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3ª edição. Editora: Eletrobras/Procel. 2014.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. **Cálculo amostral: calculadora on-line.** Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em: novembro de 2017.

NOBRE, Eduardo A. C. **Os tipos na arquitetura e no urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAUUSP.** Material didático, 2003. Disponível em: <[http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/e\\_nobre/tipos\\_arq\\_urb.pdf](http://www.fau.usp.br/docentes/deprojeto/e_nobre/tipos_arq_urb.pdf)>. Acesso em: fevereiro de 2018.

RayMan Pro 2.1 ©. Meteorological Institute, University of Freiburg, Germany, 1999 – 2010



**APÊNDICE I – MODELO DO QUESTIONÁRIO**  
**QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO CLIMÁTICA**

**Ponto:**  Rua Santa Clara  Rua Anita Garibaldi  Rua Figueiredo Magalhães

**Data:** \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ **Hora:** \_\_\_:\_\_\_ **UR%:** \_\_\_\_\_ **Vento (m/s):** \_\_\_\_\_  
**°C:** \_\_\_\_\_

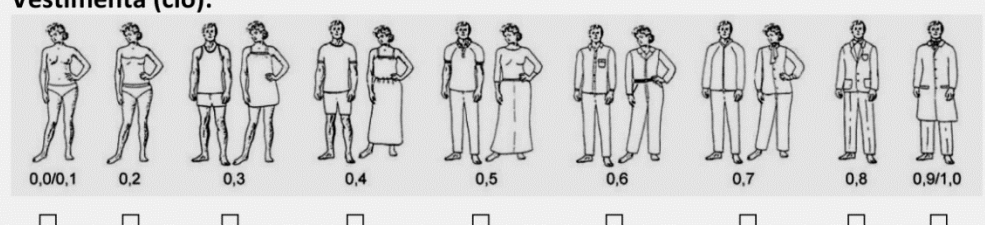
**Faixa Etária:**  15-20  21 - 59  60 +

**Sexo:**  Feminino  Masculino  Não Enquadrado

**Estatura:**  Baixa  Média  Alta

**Peso:**  Baixo  Médio  Alto

**Vestimenta (clo):**



- Reside em Copacabana?  Sim  Não
- Há quanto tempo você está na rua?
 

<input type="checkbox"/> Menos de 5 min	<input type="checkbox"/> 5-15 min	<input type="checkbox"/> 15-30 min
<input type="checkbox"/> 30-60 min	<input type="checkbox"/> Mais de 1h	
- De onde você veio
 

<input type="checkbox"/> Táxi / Carro	<input type="checkbox"/> Metrô	<input type="checkbox"/> Residência / Loja /
<input type="checkbox"/> Ônibus	<input type="checkbox"/> Praia / Calçadão	Restaurante
- O ambiente de onde você veio estava climatizado/com ar condicionado?
 

<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
------------------------------	------------------------------
- Baseado na sua memória, como você geralmente descreveria o tempo neste ponto, nesta hora do dia, nesta época do ano, com relação a:
 

<b>Umidade</b>	<input type="checkbox"/> Pouca	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muita
<b>Sombreamento</b>	<input type="checkbox"/> Pouco	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muito
<b>Temperatura</b>	<input type="checkbox"/> Baixa	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Alta
<b>Ventilação</b>	<input type="checkbox"/> Pouca	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muita
- E como você está se sentindo nesse momento em relação a:
 

<b>Umidade</b>	<input type="checkbox"/> Pouca	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muita
<b>Sombreamento</b>	<input type="checkbox"/> Pouco	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muito
<b>Temperatura</b>	<input type="checkbox"/> Baixa	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Alta
<b>Ventilação</b>	<input type="checkbox"/> Pouca	<input type="checkbox"/> Agradável	<input type="checkbox"/> Muita

**APÊNDICE II – COMPILAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS DE PERCEPÇÃO CLIMÁTICA**

**Tabela 13 - Respostas compiladas: Perfil dos Entrevistados**

<b>nº</b>	<b>Rua</b>	<b>Data</b>	<b>Hora</b>	<b>Faixa Etária</b>	<b>Sexo</b>	<b>Estatura</b>	<b>Peso</b>	<b>Vestimenta clo.</b>
1	AG	17/11	13:47	21-59	Fem.	Baixa	Médio	0,4
2	AG	17/11	13:16	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
3	AG	16/11	15:56	21-59	Fem.	Baixa	Baixo	0,6
4	AG	16/11	16:00	60+	Masc.	Baixa	Baixo	0,8
5	AG	16/11	16:05	21-59	Masc.	Baixa	Baixo	0,5
6	AG	16/11	16:08	21-59	Fem.	Alta	Médio	0,3
7	AG	16/11	16:12	21-59	Masc.	Alta	Médio	0,4
8	AG	16/11	16:15	21-59	Masc.	Média	Médio	0,5
9	AG	16/11	16:18	21-59	Masc.	Média	Médio	0,5
10	AG	16/11	16:20	60+	Masc.	Média	Alto	0,3
11	AG	16/11	15:30	21-59	Masc.	Alta	Médio	0,4
12	AG	16/11	15:23	21-59	Fem.	Média	Médio	0,3
13	AG	16/11	15:20	60+	Fem.	Baixa	Médio	0,4
14	AG	16/11	15:15	21-59	Masc.	Baixa	Baixo	0,5
15	AG	16/11	15:10	21-59	Masc.	Média	Médio	0,5
16	AG	16/11	12:57	60+	Fem.	Média	Médio	0,4
17	AG	16/11	12:55	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,5
18	AG	16/11	15:33	21-59	Masc.	Média	Médio	0,4
19	AG	16/11	15:36	21-59	Masc.	Baixa	Alto	0,4
20	AG	16/11	15:31	60+	Fem.	Baixa	Médio	0,4
21	AG	16/11	15:28	15-20	Masc.	Média	Médio	0,3
22	AG	16/11	15:22	60+	Fem.	Baixa	Baixo	0,4
23	AG	16/11	15:37	21-59	Fem.	Baixa	Médio	0,4
24	AG	16/11	15:20	60+	Masc.	Média	Baixo	0,6
25	AG	16/11	15:40	21-59	Masc.	Média	Médio	0,4
26	AG	16/11	15:26	21-59	Masc.	Média	Médio	0,3
27	AG	16/11	15:28	15-20	Fem.	Média	Baixo	0,5
28	AG	16/11	15:50	21-59	Masc.	Alta	Médio	0,4
29	AG	16/11	15:53	21-59	Masc.	Baixa	Médio	0,5
30	AG	17/11	13:11	21-59	Masc.	Alta	Baixo	0,4
31	AG	17/11	13:11	21-59	Masc.	Alta	Baixo	0,4
32	AG	17/11	13:12	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
33	AG	17/11	13:11	21-59	Masc.	Média	Baixo	0,2
34	SC	16/11	15:56	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,4



35	SC	16/11	16:18	21-59	Fem.	Média	Alto	0,4
36	SC	16/11	16:15	21-59	Masc.	Média	Médio	0,6
37	SC	16/11	16:08	21-59	Masc.	Média	Baixo	0,4
38	SC	16/11	15:58	60+	Fem.	Média	Baixo	0,3
39	SC	16/11	16:21	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,5
40	SC	16/11	12:20	21-59	Fem.	Média	Alto	0,4
41	SC	16/11	12:24	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,5
42	SC	16/11	12:30	21-59	Fem.	Baixa	Alto	0,4
43	SC	16/11	12:38	21-59	Masc.	Baixa	Médio	0,4
44	SC	16/11	12:46	21-59	Masc.	Alta	Médio	0,4
45	SC	16/11	12:50	60+	Fem.	Baixa	Alto	0,5
46	SC	16/11	12:53	21-59	Fem.	Baixa	Alto	0,3
47	SC	16/11	12:56	21-59	Masc.	Alta	Médio	0,4
48	SC	16/11	12:15	60+	Masc.	Média	Médio	0,6
49	SC	16/11	12:07	15-20	Fem.	Baixa	Baixo	0,3
50	SC	16/11	12:03	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
51	SC	16/11	11:55	60+	Masc.	Média	Baixo	0,5
52	SC	16/11	11:52	60+	Masc.	Média	Médio	0,4
53	SC	16/11	12:42	21-59	Fem.	Baixa	Alto	0,4
54	SC	16/11	12:12	21-59	Fem.	Média	Médio	0,5
55	SC	16/11	16:05	21-59	Masc.	Média	Médio	0,5
56	SC	17/11	12:59	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,4
57	SC	17/11	12:47	60+	Masc.	Média	Médio	0,5
58	SC	17/11	12:44	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
59	SC	17/11	12:34	21-59	Masc.	Média	Baixo	0,4
60	SC	17/11	12:38	21-59	Masc.	Alta	Alto	0,3
61	SC	17/11	13:02	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
62	SC	17/11	13:02	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
63	SC	17/11	12:58	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,4
64	SC	17/11	12:59	21-59	Fem.	Média	Alto	0,3
65	SC	17/11	12:32	21-59	Fem.	Baixa	Médio	0,3
66	SC	17/11	12:56	21-59	Masc.	Alta	Médio	0,5
67	FM	16/11	15:45	21-59	Fem.	Baixa	Baixo	0,5
68	FM	16/11	15:36	21-59	Fem.	Baixa	Médio	0,5
69	FM	16/11	12:28	21-59	Masc.	Média	Baixo	0,3
70	FM	16/11	12:22	60+	Masc.	Média	Médio	0,5
71	FM	16/11	12:15	21-59	Fem.	Baixa	Médio	0,3
72	FM	16/11	12:01	21-59	Fem.	Baixa	Médio	0,4
73	FM	16/11	11:57	21-59	Masc.	Média	Médio	0,4
74	FM	16/11	11:50	60+	Masc.	Média	Médio	0,4
75	FM	16/11	11:52	21-59	Fem.	Baixa	Médio	0,4
76	FM	16/11	11:53	21-59	Masc.	Alta	Baixo	0,4
77	FM	16/11	12:00	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,3

78	FM	16/11	12:14	21-59	Masc.	Média	Médio	0,4
79	FM	16/11	12:15	21-59	Fem.	Média	Médio	0,3
80	FM	16/11	12:35	60+	Fem.	Baixa	Baixo	0,4
81	FM	16/11	15:17	60+	Fem.	Média	Alto	0,3
82	FM	16/11	12:48	21-59	Masc.	Alta	Médio	0,4
83	FM	16/11	12:43	21-59	Masc.	Alta	Médio	0,8
84	FM	16/11	12:40	60+	Masc.	Alta	Médio	0,6
85	FM	16/11	12:17	15-20	Fem.	Média	Baixo	0,4
86	FM	16/11	12:10	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,4
87	FM	16/11	12:15	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,4
88	FM	16/11	12:30	60+	Masc.	Média	Alto	0,5
89	FM	16/11	12:37	21-59	Masc.	Alta	Alto	0,5
90	FM	17/11	12:25	21-59	Masc.	Média	Baixo	0,4
91	FM	17/11	12:18	21-59	Masc.	Média	Baixo	0,5
92	FM	17/11	12:06	21-59	Masc.	Média	Médio	0,4
93	FM	17/11	13:29	60+	Fem.	Média	Médio	0,4
94	FM	17/11	13:32	21-59	Masc.	Alta	Baixo	0,4
95	FM	17/11	13:35	15-20	Fem.	Média	Médio	0,3
96	FM	17/11	13:38	21-59	Fem.	Média	Baixo	0,4
97	FM	17/11	13:42	21-59	Fem.	Média	Médio	0,5
98	FM	17/11	12:23	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
99	FM	17/11	12:19	21-59	Masc.	Média	Baixo	0,5
100	FM	17/11	12:13	60+	Fem.	Baixa	Baixo	0,4
101	FM	17/11	12:09	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
102	FM	17/11	12:06	21-59	Masc.	Média	Baixo	0,5
103	FM	17/11	11:53	21-59	Fem.	Média	Médio	0,4
104	FM	17/11	12:00	21-59	Masc.	Média	Médio	0,4
105	FM	17/11	11:52	21-59	Fem.	Baixa	Baixo	0,3

Fonte: Elaborada pela própria autora, 2018.

**Tabela 14 - Respostas compiladas: Perguntas 1 a 4**

n°	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	Pergunta 4
1	Sim	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
2	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
3	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
4	Não	15-30 min	Metrô	Sim
5	Não	5-15 min	Táxi/Carro	Não

<b>6</b>	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>7</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>8</b>	Não	30-60 min	Táxi/Carro	Sim
<b>9</b>	Não	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>10</b>	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>11</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>12</b>	Sim	30-60 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>13</b>	Não	Mais de 1h	Metrô	Sim
<b>14</b>	Não	Mais de 1h	Ônibus	Não
<b>15</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>16</b>	Não	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>17</b>	Não	Mais de 1h	Metrô	Sim
<b>18</b>	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>19</b>	Não	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>20</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>21</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>22</b>	Não	5-15 min	Metrô	Sim
<b>23</b>	Sim	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>24</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>25</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>26</b>	Não	Menos de 5 min	Táxi/Carro	Sim
<b>27</b>	Sim	Menos de 5 min	Metrô	Sim
<b>28</b>	Não	Menos de 5 min	Metrô	Sim
<b>29</b>	Não	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>30</b>	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>31</b>	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>32</b>	Não	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não

33	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
34	Sim	30-60 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
35	Sim	15-30 min	Ônibus	Não
36	Sim	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
37	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
38	Sim	30-60 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
39	Sim	Mais de 1h	Ônibus	Não
40	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
41	Não	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
42	Sim	Mais de 1h	Praia/Calçadão/Praça	Não
43	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
44	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
45	Sim	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
46	Sim	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
47	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
48	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
49	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
50	Sim	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
51	Não	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
52	Sim	Mais de 1h	Táxi/Carro	Sim
53	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
54	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
55	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
56	Sim	15-30 min	Metrô	Sim
57	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
58	Não	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
59	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não

<b>60</b>	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>61</b>	Não	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>62</b>	Sim	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>63</b>	Sim	15-30 min	Praia/Calçadão/Praça	Não
<b>64</b>	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>65</b>	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>66</b>	Sim	Menos de 5 min	Metrô	Sim
<b>67</b>	Não	Mais de 1h	Táxi/Carro	Não
<b>68</b>	Sim	Mais de 1h	Praia/Calçadão/Praça	Não
<b>69</b>	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>70</b>	Sim	5-15 min	Metrô	Sim
<b>71</b>	Não	Mais de 1h	Ônibus	Não
<b>72</b>	Não	Mais de 1h	Ônibus	Não
<b>73</b>	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>74</b>	Não	15-30 min	Metrô	Sim
<b>75</b>	Não	Mais de 1h	Metrô	Sim
<b>76</b>	Não	Mais de 1h	Metrô	Sim
<b>77</b>	Não	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>78</b>	Sim	Mais de 1h	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
<b>79</b>	Sim	Mais de 1h	Ônibus	Não
<b>80</b>	Sim	30-60 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>81</b>	Não	5-15 min	Ônibus	Não
<b>82</b>	Não	Mais de 1h	Ônibus	Sim
<b>83</b>	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>84</b>	Não	Menos de 5 min	Táxi/Carro	Sim
<b>85</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>86</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
<b>87</b>	Não	Menos de 5 min	Metrô	Sim
<b>88</b>	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim

89	Não	Menos de 5 min	Metrô	Sim
90	Não	Menos de 5 min	Ônibus	Sim
91	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
92	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
93	Sim	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
94	Sim	Mais de 1h	Praia/Calçadão/Praça	Não
95	Não	Menos de 5 min	Ônibus	Não
96	Sim	15-30 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
97	Não	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
98	Não	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
99	Não	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
100	Não	30-60 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
101	Sim	30-60 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
102	Sim	5-15 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Sim
103	Sim	Menos de 5 min	Local fechado (Residência/Loja/Restaurante)	Não
104	Sim	Menos de 5 min	Ônibus	Não
105	Não	Mais de 1h	Metrô	Sim

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

**Tabela 15 - Respostas compiladas: Pergunta 5**

nº	Pergunta 5 (Umidade)	Pergunta 5 (Sombreamento)	Pergunta 5 (Temperatura)	Pergunta 5 (Ventilação)
1	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
2	Pouca	Muito	Agradável	Agradável
3	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
4	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
5	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
6	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
7	Agradável	Muito	Agradável	Agradável

8	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
9	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
10	Agradável	Muito	Agradável	Pouca
11	Agradável	Muito	Agradável	Pouca
12	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
13	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
14	Agradável	Muito	Alta	Agradável
15	Agradável	Pouco	Agradável	Agradável
16	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
17	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
18	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
19	Agradável	Muito	Agradável	Muita
20	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
21	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
22	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
23	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
24	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
25	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
26	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
27	Muita	Muito	Agradável	Muita
28	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
29	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
30	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
31	Muita	Muito	Agradável	Agradável
32	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
33	Pouca	Muito	Agradável	Agradável
34	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
35	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
36	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
37	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
38	Pouca	Muito	Agradável	Agradável
39	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
40	Agradável	Pouco	Agradável	Pouca
41	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
42	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
43	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
44	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
45	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
46	Agradável	Agradável	Agradável	Pouca
47	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
48	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
49	Agradável	Agradável	Agradável	Pouca
50	Agradável	Agradável	Alta	Pouca

51	Pouca	Muito	Alta	Agradável
52	Pouca	Muito	Agradável	Muita
53	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
54	Pouca	Muito	Alta	Pouca
55	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
56	Muita	Agradável	Alta	Agradável
57	Muita	Agradável	Agradável	Agradável
58	Pouca	Agradável	Agradável	Muita
59	Agradável	Muito	Alta	Agradável
60	Agradável	Agradável	Alta	Pouca
61	Muita	Pouco	Baixa	Agradável
62	Muita	Pouco	Baixa	Agradável
63	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
64	Pouca	Muito	Alta	Agradável
65	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
66	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
67	Agradável	Agradável	Alta	Pouca
68	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
69	Pouca	Pouco	Alta	Agradável
70	Agradável	Muito	Alta	Agradável
71	Pouca	Pouco	Agradável	Agradável
72	Agradável	Pouco	Alta	Pouca
73	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
74	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
75	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
76	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
77	Agradável	Pouco	Alta	Muita
78	Pouca	Agradável	Agradável	Agradável
79	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
80	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
81	Agradável	Agradável	Agradável	Muita
82	Pouca	Pouco	Alta	Agradável
83	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
84	Pouca	Pouco	Alta	Agradável
85	Agradável	Agradável	Alta	Pouca
86	Muita	Agradável	Alta	Pouca
87	Pouca	Agradável	Agradável	Agradável
88	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
89	Agradável	Pouco	Alta	Pouca
90	Agradável	Agradável	Alta	Pouca
91	Muita	Muito	Alta	Agradável
92	Pouca	Muito	Alta	Agradável
93	Pouca	Pouco	Alta	Pouca



94	Agradável	Pouco	Alta	Pouca
95	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
96	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
97	Agradável	Muito	Alta	Pouca
98	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
99	Pouca	Muito	Alta	Agradável
100	Pouca	Agradável	Agradável	Agradável
101	Muita	Agradável	Alta	Pouca
102	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
103	Muita	Pouco	Alta	Agradável
104	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
105	Muita	Agradável	Alta	Pouca

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

**Tabela 16 - Respostas compiladas: Pergunta 6**

nº	Pergunta 6 (Umidade)	Pergunta 6 (Sombreamento)	Pergunta 6 (Temperatura)	Pergunta 6 (Ventilação)
1	Pouca	Muito	Alta	Pouca
2	Pouca	Muito	Agradável	Agradável
3	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
4	Agradável	Muito	Agradável	Pouca
5	Agradável	Muito	Alta	Muita
6	Agradável	Muito	Alta	Agradável
7	Agradável	Muito	Alta	Pouca
8	Agradável	Muito	Alta	Pouca
9	Pouca	Muito	Alta	Pouca
10	Pouca	Muito	Alta	Agradável
11	Muita	Muito	Agradável	Pouca
12	Agradável	Agradável	Alta	Pouca
13	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
14	Pouca	Muito	Alta	Pouca
15	Agradável	Agradável	Agradável	Pouca
16	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
17	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
18	Agradável	Agradável	Alta	Pouca
19	Pouca	Muito	Alta	Pouca
20	Pouca	Muito	Alta	Agradável
21	Pouca	Muito	Alta	Pouca
22	Agradável	Muito	Alta	Muita
23	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
24	Pouca	Muito	Alta	Muita

25	Agradável	Agradável	Alta	Pouca
26	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
27	Muita	Muito	Alta	Agradável
28	Pouca	Muito	Agradável	Pouca
29	Pouca	Muito	Alta	Agradável
30	Agradável	Muito	Alta	Agradável
31	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
32	Muita	Muito	Alta	Pouca
33	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
34	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
35	Pouca	Muito	Alta	Pouca
36	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
37	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
38	Muita	Muito	Alta	Agradável
39	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
40	Pouca	Pouco	Alta	Muita
41	Agradável	Pouco	Alta	Muita
42	Agradável	Pouco	Agradável	Agradável
43	Pouca	Pouco	Alta	Agradável
44	Agradável	Pouco	Agradável	Muita
45	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
46	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
47	Pouca	Agradável	Alta	Muita
48	Pouca	Pouco	Alta	Muita
49	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
50	Pouca	Agradável	Agradável	Agradável
51	Pouca	Muito	Alta	Pouca
52	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
53	Pouca	Agradável	Agradável	Muita
54	Pouca	Muito	Agradável	Agradável
55	Pouca	Agradável	Agradável	Agradável
56	Muita	Agradável	Alta	Pouca
57	Muita	Agradável	Alta	Agradável
58	Agradável	Muito	Agradável	Muita
59	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
60	Pouca	Agradável	Agradável	Agradável
61	Muita	Pouco	Alta	Agradável
62	Muita	Pouco	Alta	Agradável
63	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
64	Pouca	Muito	Alta	Agradável
65	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
66	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
67	Agradável	Agradável	Alta	Pouca

68	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
69	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
70	Agradável	Muito	Agradável	Agradável
71	Pouca	Pouco	Agradável	Pouca
72	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
73	Agradável	Pouco	Agradável	Agradável
74	Agradável	Agradável	Agradável	Agradável
75	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
76	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
77	Agradável	Pouco	Alta	Muita
78	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
79	Pouca	Pouco	Alta	Agradável
80	Pouca	Pouco	Alta	Agradável
81	Pouca	Muito	Alta	Muita
82	Pouca	Pouco	Alta	Agradável
83	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
84	Pouca	Pouco	Alta	Pouca
85	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
86	Muita	Agradável	Alta	Pouca
87	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
88	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
89	Pouca	Pouco	Alta	Agradável
90	Agradável	Agradável	Alta	Pouca
91	Pouca	Muito	Alta	Muita
92	Pouca	Muito	Alta	Pouca
93	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
94	Pouca	Pouco	Agradável	Agradável
95	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
96	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
97	Agradável	Muito	Alta	Pouca
98	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
99	Pouca	Muito	Agradável	Muita
100	Pouca	Agradável	Alta	Agradável
101	Pouca	Agradável	Alta	Pouca
102	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
103	Agradável	Pouco	Alta	Agradável
104	Agradável	Agradável	Alta	Agradável
105	Muita	Agradável	Alta	Pouca

Fonte: Elaborada pela autora, 2018.