



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - UFPB
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - PPGAU
MESTRADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

BIOCLIMATISMO E FORMA URBANA: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EM ÁREAS DE EXPANSÃO NO CLIMA QUENTE-SECO DO SERTÃO PARAIBANO

Orientador: Prof. Dr. **Geovany Jessé de A. Silva**

Autor: **Ezio Luiz Martins Simões**

JOÃO PESSOA
2016

EZIO LUIZ MARTINS SIMÕES

**BIOCLIMATISMO E FORMA URBANA: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EM ÁREAS
DE EXPANSÃO URBANA NO CLIMA QUENTE-SECO DO SERTÃO PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo da UFPB,
linha de pesquisa Qualidade no
Ambiente Construído, como requisito
para obtenção do grau de Mestre
em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador Prof. Dr. Geovany Jessé de A. Silva – UFPB

Prof. Dr. Caio Frederico e Silva – UNB

Prof.^a Dr.^a Federica Tortora – UFPB

Prof.^a Dr.^a Solange Maria Leder – UFPB

JOÃO PESSOA
2016



**Bioclimatismo E Forma Urbana: Simulação Computacional Em Áreas De
Expansão Urbana No Clima Quente-Seco Do Sertão Paraíba.**

Por

Ezio Luiz Martins Simões

Dissertação aprovada em 07 de Dezembro de 2016

Geovany Jessé A. Silva

Orientador – UFPB

Solange Maria Leder

Examinador Interno – UFPB

Federica Tortora

Examinador Externo – UFPB

Caio Frederico e Silva

Examinador Externo – UNB

João Pessoa-PB
2016

Catálogo na publicação
Setor de Catalogação e Classificação

S588b Simões, Ezio Luiz Martins.

Bioclimatismo e forma urbana: simulação computacional em áreas de expansão urbana no clima quente-seco do sertão paraibano. / Ezio Luiz Martins

Simões. — João Pessoa, 2016.

288 f. : il.

Orientador: Geovany Jessé de A. Silva.

Dissertação (Mestrado) – UFPB/CT/PPGAU

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Bioclimatismo urbano. 3. Forma urbana.
4. Simulação climática computacional. 5. Clima Quente-seco. 6. Médio sertão
paraibano. I. Título.

UFPB/BC

CDU - 72+711(043)

*“Se você pensa que pode, ou se pensa que não pode,
de qualquer forma você está certo.” – Henry Ford.*

Aos meus pais, dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao bom Deus, pelo dom da vida e da saúde, permitindo traçar esta árdua caminhada;

A toda minha família, que pacientemente entendeu meus momentos de ausência;

Aos meus pais, Rozilda Martins e Luiz Martins (*in memoriam*), que me apoiaram e me apoiam até o presente momento com carinho e atenção, repreendendo quando necessário e afagando quando merecido, proporcionaram ensinamentos valiosos sobre honra e honestidade, os quais me fizeram trilhar os melhores caminhos na jornada da vida;

Aos meus irmãos, Rozileide Martins e Luiz Segundo, que me apoiaram nesta longa jornada, com sua experiência de vida e acadêmica, compartilhando as eventualidades encontradas no decorrer do caminho, permitindo uma melhor preparação para os percalços que por ventura eu viesse a encontrar;

Ao meu orientador, Geovany Jessé, que com paciência e determinação me guiou pelo caminho do conhecimento.

Ao professor Caio Silva (FAU-UNB), que me concedeu os conhecimentos acerca do software Envi-met, utilizado amplamente nesta pesquisa, e que também será utilizado em pesquisas futuras.

A professora Federica Tortora, pelo apoio transmitido, além de seu amplo conhecimento que proporcionou calorosos debates, engrandecendo a pesquisa.

A todos os colegas da pós-graduação, que com seus conhecimentos específicos e experiências acadêmicas conseguiram contribuir de forma determinante ao presente trabalho;

Ao PPGAU pela oportunidade de cursar essa pós-graduação, um desafio que permitiu uma grande evolução acadêmica, e pessoal.

Por fim, a todos que influenciaram direta e indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Obrigado a todos!

RESUMO

O clima urbano é fator *si ne qua non* para o conforto dos pedestres, ao passo que esse é influenciado por certas variáveis, como por exemplo a rugosidade/forma urbana, a malha urbana, os revestimentos do solo, a porcentagem de vegetação no solo, entre outros, sendo esses elementos modificados pelos planejadores urbanos/urbanistas. Pensando nisso, é necessária uma capacitação relacionada às ferramentas (*softwares*) de simulação computacional ambiental, com o intuito de validar as soluções projetuais urbanas desenvolvidas por eles. Tendo isso em vista, a presente pesquisa tem como objetivo principal analisar a relação forma urbana versus bioclimatismo, demonstrando as benesses de se utilizar um viés bioclimático na definição formal urbana para o clima Quente-Seco. A intenção dos mesmos é demonstrar que é possível desenvolver formas edilícias diferentes, em uma mesma área e com a mesma densidade construída, porém mais eficiente do ponto de vista bioclimático do que é encontrado no parcelamento do solo utilizado corriqueiramente (uma edificação por lote). Os cenários foram projetados por meio da utilização do programa ENVI-met 4.0, com análise das variáveis climáticas: temperatura do ar, humidade relativa do ar e direção do vento e características térmicas de superfície de solo. Por fim, o presente trabalho pretende dar uma contribuição metodológica ao planejamento urbanístico do Sertão Paraibano, acrescentando um viés bioclimático aos planos urbanísticos das cidades dessa região em questão.

Palavras-Chave: Bioclimatismo Urbano, Forma Urbana, Simulação Climática Computacional, Clima Quente-Seco, Médio Sertão Paraibano.

ABSTRACT

The urban climate is a factor *sine qua non* for the comfort of pedestrians, whereas this is influenced by certain variables, such as roughness/urban form, the urban environment, soil coverings, the percentage of vegetation on the ground, among others, and these elements modified by urban planners. Thinking about it, a training course related to the tools is required (software) environmental computer simulation, in order to validate the urban design solutions developed by them. With this in view, the present study aims to analyze the relationship urban versus bioclimatism form, showing the blessings of using a bioclimatic urban bias in the formal definition for the Hot-Dry climate. The intention of these is to demonstrate that it is possible to develop different building forms in the same area and the same built density, but more efficient bioclimatic point of view of what is found in the parceling of land used routinely (one lot per building). The sets were designed by using the Envi-met 4.0 program, analysis of climate variables: air temperature, air humidity and wind direction and thermal characteristics of soil surface. Finally, this paper aims to give a methodological contribution to the urban planning of the hinterlands Paraibano, adding a bioclimatic bias to urban plans of cities of the region in question.

Key words: Urban Bioclimatism, Urban Form, Computational Climate Simulation, Hot-Dry Climate, Medium Sertão Paraibano.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Temperatura para a cidade de Patos (ano 2015).....	36
Gráfico 2 – Temperatura, no mês de Dezembro, para a cidade de Patos (ano 2015).	37
Gráfico 3 – Médias de temperaturas máximas e mínimas na cidade de Patos (ano 2016).	38
Gráfico 4 – Temperaturas máximas e mínimas na cidade de Patos (ano 2016).....	38
Gráfico 5 - Amplitude térmica na cidade de Patos, para o ano de 2009, em °C.	39
Gráfico 6 – Umidade relativa do ar para a cidade de Patos (ano 2015).	40
Gráfico 7 – Médias de umidades máximas e mínimas na cidade de Patos.	41
Gráfico 8 – Comportamento da Umidade Relativa na cidade de Patos (ano 2009).41	
Gráfico 9 – Precipitação para a cidade de Patos (ano 2015).....	42
Gráfico 10 – Médias de precipitações máximas e mínimas na cidade de Patos.	43
Gráfico 11 – Índice de precipitação para o ano de 2009, na cidade de Patos.	43
Gráfico 12 – Médias de velocidade do vento máximas e mínimas na cidade de Patos.	45
Gráfico 13 - Direção do Vento para na cidade de Patos no ao de 2015.	45
Gráfico 14 - Comparativo de temperaturas do ar para a área 01.....	237
Gráfico 15 - Comparativo de temperaturas do ar para a área 01.....	239
Gráfico 16 - Comparativo de umidade relativa do ar para a área 01.....	243
Gráfico 18 - Comparativo de umidade relativa do ar para a área 02.....	246

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Demonstração da ampla utilização do pátio interno na cidade de Marraquexe (Marrocos).....	3
Figura 2 - Organograma demonstrando a estrutura do capítulo 1, assim como as justificativas de cada parte do mesmo.....	9
Figura 3 - Funções das áreas verdes.....	13
Figura 4 - Relação alta densidade versus baixa densidade.	14
Figura 5 - Imagem demonstrando quatro possibilidades de implantação na mesma área de intervenção.	18
Figura 6 – Demonstração de três morfologias diferentes em uma mesma área de estudo. No caso são estudados setenta e cinco unidades por hectare.....	19
Figura 7 – 2D e 3D do bairro de Copacabana nos anos de 1930, 1950 e 2010, simulando a variável temperatura.....	20
Figura 8- corte esquemático de um edifício x visuais de pavimentos.....	22
Figura 9 - Fluxograma demonstrando a estrutura do capítulo 3, assim como as justificativas de cada parte do mesmo.....	28
Figura 10 - Localização geográfica da cidade de Patos-PB	29
Figura 11 - Unidade territorial das cidades da Paraíba, com a cidade de Patos demarcada em vermelho.	30
Figura 12 - Algumas IES, e técnica, localizadas na cidade de Patos-PB. (1) Universidade Estadual da Paraíba; (2) Faculdades Integradas de Patos - FIP; (3) Instituto Federal da Paraíba - IFPB.	31
Figura 13 - Dados populacionais de Patos-PB.....	31
Figura 14 - Tabela comparativa da evolução populacional entre Patos, Paraíba e Brasil, pelo censo de 2010.	31
Figura 15 - População residente, em nível de Paraíba, com a cidade de Patos demarcada em vermelho.	32
Figura 16 - Unidades hospitalares de Patos. (1) Hospital São Francisco - HSP; (2) Hospital Regional de Patos - HRP; (3) Maternidade.....	33
Figura 17 - Mapa de estabelecimentos de Saúde SUS, em nível de Paraíba, com a cidade de Patos demarcada em vermelho.....	33
Figura 18 - Pessoas sentadas na calçada na cidade de Patos-PB.	34
Figura 19 - Mapa de IDHM em nível de Paraíba, com a cidade de Patos demarcada em vermelho.	34
Figura 20 - Rosa dos ventos para a cidade de Patos (direção predominante e velocidade do vento).....	46
Figura 21 - Mapa axial da cidade, e vista de satélite, de Patos-PB com a demarcação das áreas objeto de estudo.....	48
Figura 22 - Área de estudo 01. À esquerda o mapa axial e à direita a vista de satélite.....	49
Figura 23 – Quadra da área de estudo 01, com demarcação da trajetória solar, e carta solar.....	50

Figura 24 - Área de estudo 02. À esquerda o mapa axial e à direita a vista de satélite.....	51
Figura 25 – Quadra da área de estudo 02, com demarcação da trajetória solar, e carta solar.....	52
Figura 26 - Fluxograma metodológico	56
Figura 27 - Arquivos gerados pelo ENVI-met.	59
Figura 28 – mapas climáticos gerados pelo programa ENVI-met, acima representação em 2D. abaixo representação em 3D.....	60
Figura 29 - Países em que o ENVI-met é utilizado.....	63
Figura 30 - Barra de ferramentas do Envi-met 4.0 com destaque nas versões.	68
Figura 31 - Fluxograma de trabalho da etapa I.	69
Figura 32 - Recorte para simulação	69
Figura 33 - Fluxograma de trabalho da etapa II.	71
Figura 34- Demonstração do dimensionamento de píxel para utilização no AUTO CAD e ENVI-met 4.0.	72
Figura 35- Grelha desenvolvida no programa AUTO CAD.....	72
Figura 36 - barra de inicialização do ENVI-met 4.0.....	72
Figura 37 - Fluxograma de trabalho da etapa III.	73
Figura 38 - Modelagem no programa ENVI-met apartir de imagem hachurada advinda do programa AUTO CAD.	73
Figura 39 - Fluxograma de trabalho da etapa III.	74
Figura 40 - Inserção de horários para simulação, Time and Date, Output.	75
Figura 41 - Inserir dados meteorológicos, Meteorology: Basic settings.....	75
Figura 42 – Interface do ENVI-met Configurator editor	76
Figura 43 - Fluxograma de trabalho da etapa III.	77
Figura 44 – Interface do ENVI-met Default Configuration	78
Figura 45 - Barra de ferramentas com ênfase no ícone do Leonardo.	79
Figura 46 - Inserção de arquivo .EDI no plugin Leonardo.....	79
Figura 47 - Exemplo de disposição da vegetação.	84
Figura 48 - Demonstração volumétrica da área construída, por quadra, da situação usual, da quadra 01, permitida pela Prefeitura Municipal de Patos.	85
Figura 49 - Demonstração volumétrica da área construída, por lote, da situação usual, da quadra 01, permitida pela Prefeitura Municipal de Patos.	86
Figura 50 - Demonstração volumétrica da área construída, por quadra, da situação usual, da quadra 02, permitida pela Prefeitura Municipal de Patos.	87
Figura 51 - Demonstração volumétrica da área construída, por lote, da situação usual, da quadra 01, permitida pela Prefeitura Municipal de Patos.	87
Figura 52 – Cenário corriqueiro para a área 01.....	90
Figura 53 - Representação em 3D do Cenário Corriqueiro – Área 01.	90
Figura 54 – Representação em vista de topo do Cenário Corriqueiro – Área 01.	91
Figura 55 – Cenário proposto 01 para a área 01 - 01 massa (vegetação central).	92
Figura 56 - Representação em 3D do Cenário proposto 01 - 01 massa (com 15% de área verde) – Área 01.	93

Figura 57 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 01 - 01 massa (com 15% de área verde) – Área 01 .	93
Figura 58 - Disposição proposta por Olgyay (1973).	94
Figura 59 – Cenário proposto 02 para a área 01 - 02 massas (vegetação central)....	95
Figura 60 - Representação em 3D do Cenário proposto 02 – 02 massas (com 15% de área verde) – Área 01 .	96
Figura 61 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 02 – 02 massas (com 15% de área verde) – Área 01 .	96
Figura 62 - Cenário proposto 03 para a área 01 - 03 massas (vegetação central). ...	97
Figura 63 - Representação em 3D do Cenário proposto 03 – 03 massas (com 15% de área verde) – Área 01 .	98
Figura 64 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 03 – 03 massas (com 15% de área verde) – Área 01 .	98
Figura 65 – Cenário corriqueiro para a área 02.....	100
Figura 66 - Representação em 3D do Cenário Corriqueiro – Área 02.	101
Figura 67 – Representação em vista de topo do Cenário Corriqueiro – Área 02.	101
Figura 68– Cenário proposto 04 para a área 02 - 01 massa (vegetação central). ...	103
Figura 69 - Representação em 3D do Cenário proposto 04 - 01 massa (com 15% de área verde) – Área 02.	103
Figura 70 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 04 – 01 massa (com 15% de área verde) – Área 02.....	104
Figura 71 – Cenário proposto 05 para a área 02 - 02 massas (vegetação central)..	105
Figura 72 - Representação em 3D do Cenário proposto 05 - 02 massa (com 15% de área verde) – Área 02.	106
Figura 73 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 05 – 02 massas (com 15% de área verde) – Área 02.....	107
Figura 74 - Cenário proposto 06 para a área 02 - 03 massas (vegetação central). .	108
Figura 75 - Representação em 3D do Cenário proposto 06 – 03 massas (com 15% de área verde) – Área 02.	109
Figura 76 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 06 – 03 massas (com 15% de área verde) – Área 02.....	110
Figura 77 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário corriqueiro da área 01.....	113
Figura 78 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário corriqueiro da área 01.....	115
Figura 79 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário corriqueiro da área 01.....	117
Figura 80 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 01 da área 01.....	119
Figura 81 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 01 da área 01.....	121
Figura 82 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 01 da área 01.....	123

Figura 83 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 02 da área 01.....	125
Figura 84 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 02 da área 01.....	127
Figura 85 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 02 da área 01.....	129
Figura 86 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 03 da área 01.....	131
Figura 87 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 03 da área 01.....	133
Figura 88 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 03 da área 01.....	135
Figura 89 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário corriqueiro da área 02.....	137
Figura 90 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário corriqueiro da área 02.....	139
Figura 91 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário corriqueiro da área 02.....	141
Figura 92 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 04 da área 02.....	143
Figura 93 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 04 da área 02.....	145
Figura 94 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 04 da área 02.....	147
Figura 95 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 05 da área 02.....	149
Figura 96 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 05 da área 02.....	151
Figura 97 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 05 da área 02.....	153
Figura 98 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 06 da área 02.....	155
Figura 99 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 06 da área 02.....	157
Figura 100 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 06 da área 02.....	159
Figura 101 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário corriqueiro da área 01.	161
Figura 102 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário corriqueiro da área 01.	163
Figura 103 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário corriqueiro da área 01.	165
Figura 104 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 09h, para o cenário proposto 01 da área 01.	167

Figura 105 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 01 da área 01.	169
Figura 106 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 01 da área 01.	171
Figura 107 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 09h, para o cenário proposto 02 da área 01.	173
Figura 108 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 02 da área 01.	175
Figura 109 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 02 da área 01.	177
Figura 110 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário proposto 03 da área 01.	179
Figura 111 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 03 da área 01.	181
Figura 112 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 03 da área 01.	183
Figura 113 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário corriqueiro da área 02.	185
Figura 114 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário corriqueiro da área 02.	187
Figura 115 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário corriqueiro da área 02.	189
Figura 116 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário proposto 04 da área 02.	191
Figura 117 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 04 da área 02.	193
Figura 118 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 04 da área 02.	195
Figura 119 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário proposto 05 da área 02.	197
Figura 120 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 05 da área 02.	199
Figura 121 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 05 da área 02.	201
Figura 122 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário proposto 06 da área 02.	203
Figura 123 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 06 da área 02.	205
Figura 124 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 06 da área 02.	207
Figura 125 - Mapa climático de direção do vento às 9h, para o cenário corriqueiro da área 01.	209
Figura 126 - Mapa climático de direção do vento às 12h, para o cenário corriqueiro da área 01.	210

Figura 127 - Mapa climático de direção do vento às 9h, para o cenário corriqueiro da área 01.	211
Figura 128 - Mapa climático de Velocidade e Direção do Vento às 09h, para o cenário proposto 01 da área 01.	212
Figura 129 - Mapa climático de Velocidade e Direção do Vento às 12h, para o cenário proposto 01 da área 01.	213
Figura 130 - Mapa climático de Velocidade e Direção do Vento às 15h, para o cenário proposto 01 da área 01.	214
Figura 131 - Mapa climático de Temperatura às 09h, para o cenário proposto 02 da área 01.	215
Figura 132 - Mapa climático de Temperatura às 09h, para o cenário proposto 02 da área 01.	216
Figura 133 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 02 da área 01.	217
Figura 134 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário proposto 03 da área 01.	218
Figura 135 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário proposto 03 da área 01.	219
Figura 136 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário proposto 03 da área 01.	220
Figura 137 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário corriqueiro da área 02.	221
Figura 138 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário corriqueiro da área 02.	222
Figura 139 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário corriqueiro da área 02.	223
Figura 140 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário proposto 04 da área 02.	224
Figura 141 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário proposto 04 da área 02.	225
Figura 142 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário proposto 04 da área 02.	226
Figura 143 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário proposto 05 da área 02.	227
Figura 144 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário proposto 05 da área 02.	228
Figura 145 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário proposto 05 da área 02.	229
Figura 146 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário proposto 06 da área 02.	230
Figura 147 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário proposto 06 da área 02.	231
Figura 148 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário proposto 06 da área 02.	232

Figura 149 - Fluxograma metodológico demonstrando a extração e tratamento de dados dos mapas climáticos.	234
Figura 150 - Quadro comparativo dos cenários da área 01, para a variável temperatura do ar.....	235
Figura 151 - Quadro comparativo dos cenários da área 02, para a variável temperatura do ar.....	238
Figura 152 - Quadro comparativo dos cenários da área 01, para a variável umidade relativa do ar.....	242
Figura 153 - Quadro comparativo dos cenários da área 02, para a variável umidade relativa do ar.....	245
Figura 154 - Quadro comparativo dos cenários da área 01, para a variável velocidade e direção do vento.	248
Figura 155 - Quadro comparativo dos cenários da área 02, para a variável velocidade e direção do vento.	250
Figura 156 - Quadro com diretrizes bioclimáticas para o clima Quente-Seco, na cidade de Patos-PB	255

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação entre autores e fatores do clima a nível urbano e de Arquitetura.	26
Tabela 2 - Tabela de médias de temperaturas máximas e mínimas na cidade de Patos (ano 2016).	37
Tabela 3 - Tabela de médias de umidades máximas e mínimas na cidade de Patos.	40
Tabela 4 - Tabela de médias de precipitações máximas e mínimas na cidade de Patos (ano 2016).	42
Tabela 5 - Tabela de médias de velocidade do vento máximas e mínimas na cidade de Patos.....	44
Tabela 6 - softwares de simulação bioclimática - análise climática e simulação (em destaque o programa escolhido).....	58
Tabela 7 - problemas que o ENVI-met pode trabalhar.....	62
Tabela 8 - Dados de entrada do Envi-met 4.0.....	76
Tabela 9 - Diretrizes bioclimáticas para o clima Quente e seco.....	83
Tabela 10 - Quantitativos do cenário corriqueiro para a área 01.	88
Tabela 11 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 01 para a área 01.	92
Tabela 12 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 03 para a área 01.	94
Tabela 13 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 05 para a área 01.	97
Tabela 14 - Quantitativos de pixels para o cenário corriqueiro para a área 02.	99
Tabela 15 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 04 para a área 02.	102
Tabela 16- Quantitativos de pixels para o cenário proposto 05 para a área 02.	104
Tabela 17 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 06 para a área 02.	107
Tabela 18 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	112
Tabela 19 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	114
Tabela 20 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	116
Tabela 21 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	118
Tabela 22 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	120
Tabela 23 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	122
Tabela 24 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	124
Tabela 25 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	126
Tabela 26 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	128

Tabela 27 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	130
Tabela 28 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	132
Tabela 29 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	134
Tabela 30 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	136
Tabela 31 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	138
Tabela 32 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	140
Tabela 33 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	142
Tabela 34 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	144
Tabela 35 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	146
Tabela 36 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	148
Tabela 37 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	150
Tabela 38 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	152
Tabela 39 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	154
Tabela 40 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	156
Tabela 41 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.....	158
Tabela 42 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.....	160
Tabela 43 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.....	162
Tabela 44 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.....	164
Tabela 45 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.....	166
Tabela 46 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.....	168
Tabela 47 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.....	170
Tabela 48 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.....	172

Tabela 49 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	174
Tabela 50 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	176
Tabela 51 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	178
Tabela 52 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	180
Tabela 53 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	182
Tabela 54 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	184
Tabela 55 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	186
Tabela 56 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	188
Tabela 57 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	190
Tabela 58 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	192
Tabela 59 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	194
Tabela 60 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	196
Tabela 61 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	198
Tabela 62 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	200
Tabela 63 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	202
Tabela 64 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	204
Tabela 65 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.	206
Tabela 66 - Comparativo de temperaturas do ar para a área 01.	236
Tabela 67 - Diferenças de temperaturas do ar para a área 01, entre o cenário corriqueiro e os propostos.	237
Tabela 68 - Comparativo de temperaturas do ar para a área 02.	238
Tabela 69 - Diferenças de temperaturas do ar para a área 01, entre o cenário corriqueiro e os propostos.	239
Tabela 70 - Comparativo de umidade relativa do ar para a área 01.	243
Tabela 71 - Diferenças de temperaturas do ar para a área 01, entre o cenário corriqueiro e os propostos.	244
Tabela 72 - Comparativo de umidade relativa do ar para a área 02.	246

Tabela 73 - Diferenças de temperaturas do ar para a área 02, entre o cenário corriqueiro e os propostos..... 247

LISTA DE SIGLAS

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IDHM – Índice De Desenvolvimento Humano Municipal

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

PMP – Prefeitura Municipal de Patos

PMV– Voto médio preditivo

UR – Humidade relativa

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
I. HIPÓTESE	4
II. OBJETIVO GERAL	4
III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
IV. JUSTIFICATIVA	5
V. METODOLOGIA.....	6
VI. RESULTADOS ESPERADOS	6
VII. ESTRUTURA TEXTUAL DA PESQUISA	7
1. BASE TEÓRICO-CONCEITUAL	8
1.1. BREVE EXPLANAÇÃO E CONCEITUAÇÃO	9
1.1.1. Morfologia e forma urbana	10
1.1.2. Área verde	11
1.1.3. Densidade construída versus volume edifício	13
1.1.4. Bioclimatismo, arquitetura bioclimática e desenho urbano bioclimático	15
1.2. EXEMPLOS DE ESTUDOS HODIERNOS DA FORMA NO CONTEXTO URBANO	16
1.2.1. Limite de 4 pavimentos	21
1.3. SIMULAÇÃO AMBIENTAL URBANA.....	23
2. OBJETO: ÁREAS DE EXPANSÃO DA MALHA URBANA DA CIDADE DE PATOS-PB.....	27
2.1. LOCALIZAÇÃO, JUSTIFICATIVA E DADOS ESTATÍSTICOS GERAIS DA CIDADE DE PATOS.....	29
2.2. CARACTERIZANDO O CLIMA DA CIDADE DE PATOS	35
2.2.1. Temperatura.....	35
2.2.2. Umidade relativa do ar.....	39
2.2.3. Precipitação.....	42
2.2.4. Comportamento dos ventos	44
2.3. ESCOLHA E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA OBJETO DE ESTUDO: LOTEAMENTOS.....	47
2.3.1. Área de estudo 01	48
2.3.2. Área de estudo 02	51
3. MÉTODO, ABORDAGEM E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	54
3.1. FERRAMENTAS OPERACIONAIS – PESQUISA E ESCOLHA DO SOFTWARE	57
3.1.1. Pesquisa de softwares aplicadas ao estudo blioclimático urbano.....	57
3.1.2. Breve explanação sobre o software Envi-met 4.0.....	61
3.1.3. Pesquisas relacionadas – breve panorama nacional e internacional.....	63

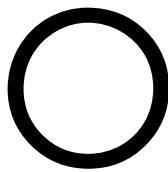
3.2.	UTILIZANDO O PROGRAMA ENVI-MET 4.0.....	67
4.	SIMULAÇÕES BIOCLIMÁTICAS DOS CENÁRIOS.....	80
4.1.	VARIÁVEIS E DIA PARA SIMULAÇÃO.....	80
4.2.	DIRETRIZES GERAIS PARA DESENVOLVIMENTO DOS CENÁRIOS DESEJADOS	81
4.3.	APRESENTAÇÃO DOS CENÁRIOS	85
4.3.1.	CENÁRIOS - ÁREA 01.....	88
a.	Cenário corriqueiro	88
b.	Cenário proposto 01.....	91
c.	Cenário proposto 02.....	93
d.	Cenário proposto 03.....	96
4.3.2.	CENÁRIOS - ÁREA 02.....	98
a.	Cenário corriqueiro	98
b.	Cenário proposto 04.....	102
c.	Cenário proposto 05.....	104
d.	Cenário proposto 06.....	107
5.	SIMULAÇÕES	110
5.1.	TEMPERATURA DO AR.....	111
5.1.1.	Área 01	111
	Cenário corriqueiro	111
	Cenário proposto 01.....	118
	Cenário proposto 02.....	124
	Cenário proposto 03.....	130
5.1.2.	Área 02	136
	Cenário corriqueiro	136
	Cenário proposto 04.....	142
	Cenário proposto 05.....	148
	Cenário proposto 06.....	154
5.2.	UMIDADE DO AR	160
5.2.1.	Área 01	160
	Cenário corriqueiro	160
	Cenário proposto 01.....	166
	Cenário proposto 02.....	172
	Cenário proposto 03.....	178
5.2.2.	Área 02	184

Cenário corriqueiro	184
Cenário proposto 04.....	190
Cenário proposto 05.....	196
Cenário proposto 06.....	202
5.3. VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO	208
5.3.1 Área 01	209
Cenário corriqueiro	209
Cenário proposto 01.....	212
Cenário proposto 02.....	215
Cenário proposto 03.....	218
5.3.2. Área 02	221
Cenário corriqueiro	221
Cenário proposto 04.....	224
cenário proposto 05.....	227
Cenário proposto 06.....	230
6. ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DAS SIMULAÇÕES POR CENÁRIOS	233
6.1. TEMPERATURA DO AR.....	235
6.2. UMIDADE RELATIVA DO AR.....	240
6.3. VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO	247
7. CONCLUSÃO	251
8. RESULTADOS ESPERADOS	255
9. REFERÊNCIAS.....	256
10. APÊNDICE	261

INTRODUÇÃO

"O uso de ferramentas computacionais próprias para a avaliação do espaço construído, seja o projeto arquitetônico ou o meio urbanizado, mostra-se como um mecanismo fundamental para o monitoramento da qualidade da produção arquitetônica e urbanística contemporânea."

Silva (2012, P.08)



Lgyay (1973) apresenta um conceito sobre **Bioclimatologia**, afirmando que esta "estuda as relações entre o clima e o ser humano. Como forma de tirar partido das condições climáticas para criar uma Arquitetura com desempenho térmico adequado[...]". Este conceito, que começa a ser retrabalhado na atualidade, foi discutido e exemplificado na antiguidade por Vitruvio, arquiteto romano do século I a.C, que já defendia em seu livro *Tratado De Arquitetura*, o pensamento arquitetônico considerando as variáveis climáticas da localização onde seria edificado o objeto, ou seja, adaptar o mesmo ao sítio.

O estilo dos edifícios deve ser manifestado diferente no Egito e na Espanha, em Pontus e em Roma, e em países e regiões de características diferentes. Uma parte da terra se encontra sobrecarregada pelo Sol em sua trajetória; outra, se encontra muito afastada dele; e por último, existe uma afetada por sua radiação mas a uma distância moderada. (VITRUVIO *apud* OLGAY, 1998, p. 03-04).

Diferentemente das cidades antigas, que levavam em consideração as condições do local para erguerem-se, por exemplo, *Pueblo Bonito*, *Pueblos de Taos*, *Mesa Verde*, *Cidade de Honnan* e *Cidade de Gourma*, as cidades atuais se distanciam a cada dia mais do planejamento baseado na região em que se inserem, considerando variáveis como clima, relevo, trajetória solar, entre outras. Isto resulta em zonas urbanas com mesoclimas e microclimas deveras destoante do clima natural onde se inserem, causando desconforto, tanto aos

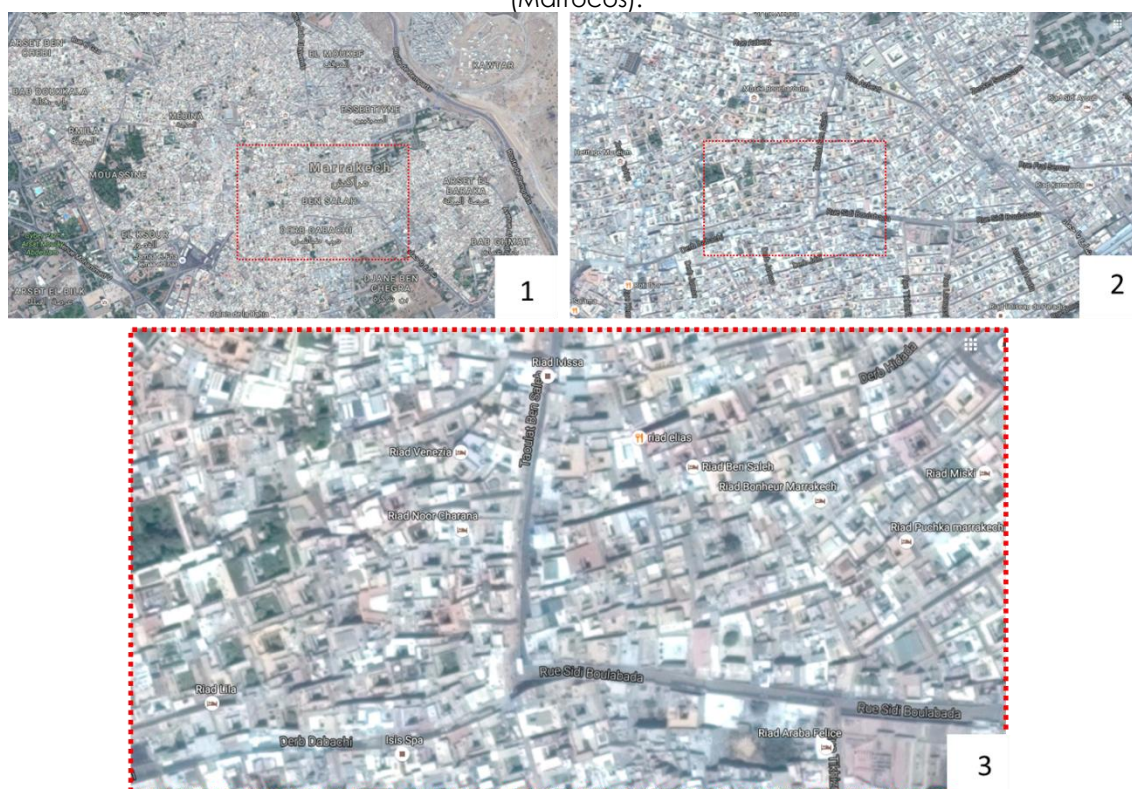
usuários de equipamentos públicos e transeuntes das vias, quanto às pessoas que estão localizadas nos interiores das edificações.

A urbanização do século XX, caracterizada em grande parte, por uma expansão urbana desorganizada, traduz como se deu a mudança trágica da paisagem natural para o edificado de alta densidade, como revela Branco (2009), evidenciando o errôneo pensamento de que alta densidade tem igual valor à qualidade urbana. A despreocupação dos planejadores urbanos com as variáveis climáticas, ou seja, deixando de propiciar à cidade um desenho mais bioclimático, como cita Silva (2012), resulta em uma baixa qualidade do desenho urbano e arquitetônico. Nesse contexto é necessária uma qualificação do profissional responsável pela atividade de pensar a cidade, visando “mensurar e avaliar os impactos gerados pelas transformações promovidas por seus projetos”, Silva (2012). Para isso, é passível a utilização de *softwares* de simulação ambiental, proporcionando maior confiabilidade às tomadas de decisões no âmbito projetual.

Assim, a presente pesquisa tem por objetivo principal a análise da relação forma urbana, aliada ao conforto urbano, tendo como principal ferramenta a utilização da simulação ambiental computacional, por meio do programa ENVI-met 4.0. Quanto aos objetos de estudo escolhidos para essa pesquisa foram selecionadas duas áreas localizadas no limite urbano da cidade de Patos, no Sertão Paraibano, região que se caracteriza como uma zona de Clima Quente-Seco. Nestas áreas foram desenvolvidos quatro tipos de cenários distintos, com formas diferentes, para cada área, nos quais se analisaram variáveis pertinentes ao conforto urbano, sendo ao todo oito cenários. O primeiro cenário, de cada área, foi desenvolvido tendo em vista, uma situação corriqueira, uma edificação por lote, levando-se em consideração as normas locais definidas pela Prefeitura Municipal de

Patos – PMP, servindo como base quantitativa do volume edílico para os cenários propostos. Nos outros três cenários (cenários propostos), para cada área (ou seja, seis no total), foi utilizada a tipologia de quadra com pátio interno, além da mesma densidade encontrada nos cenários corriqueiros. Acerca do pátio interno, esta é destacada por vários autores, ligados ao tema de conforto para o clima Quente-Seco, Olgyay (1973) e Romero (2000), por exemplo, como sendo uma das mais adequadas para este tipo de clima. Além disso, esta topologia é utilizada amplamente em várias cidades islâmicas, as quais se localizam em regiões que apresentam o mesmo clima, como Marraquexe, localizada no Marrocos (*cf. infra*, Figura 1).

Figura 1 - Demonstração da ampla utilização do pátio interno na cidade de Marraquexe (Marrocos).



Fonte: Google Earth (2016). Adaptação do autor (2016).

Com isso, serão analisados os resultados conseguidos a partir das simulações dos cenários, comparados e demonstrado o cenário mais eficiente do ponto de vista bioclimático para o clima em questão.

I. HIPÓTESE

Conforme exposto, é apresentada a hipótese de que, **é possível desenvolver cenários mais eficientes, relacionando forma e bioclimatismo urbano, para o clima Quente-Seco, no Sertão Paraibano, em contraponto ao parcelamento usualmente utilizado (uma edificação por lote).**

II. OBJETIVO GERAL

Analisar a relação forma urbana versus bioclimatismo, demonstrando as benesses de se utilizar um viés bioclimático na definição formal urbana para o clima Quente-Seco.

III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para a obtenção do objetivo geral da pesquisa foram desenvolvidos quatro objetivos específicos:

- Coletar dados climáticos (mesoclima e microclima) do local onde estão inseridos os objetos de estudo, assim como dados geomorfológicos do mesmo (densidade construída e populacional, gabarito de alturas, etc);
- Realizar pesquisa e escolher *software* capaz de concretizar simulações bioclimáticas a nível urbano;

- Realizar simulações bioclimáticas, dos cenários;
- Analisar e comparar os resultados obtidos;

IV. JUSTIFICATIVA

O seguinte trabalho tem por justificativa o **estudo da forma urbana por um viés bioclimático, além de contribuir com a inserção da simulação ambiental nos estudos de planejamento urbano das cidades do interior da Paraíba**. Este tema tem grande importância para o desenvolvimento de uma Arquitetura e Urbanismo de qualidade, especificamente na região onde se debruça a pesquisa, assim como a possibilidade de mensurar os impactos dos projetos no meio ambiente. Silva *et al* (2014) defende este ponto de vista, ao passo que discursa acerca da importância de um pensamento bioclimático nos estudos urbanos, além da utilização de softwares de análise ambiental pelos profissionais que projetam a cidade:

É compromisso do profissional envolvido com a produção da cidade o cumprimento das legislações urbanísticas. Para isto, é desejável que este profissional se capacite com as ferramentas mais adequadas no sentido de mensurar e avaliar os impactos gerados pelas transformações promovidas em seus projetos. Neste sentido, recomenda-se a adoção de um desenho urbano mais bioclimático, caso contrário, teremos cidades crescendo movidas por outros aspectos alheios à qualidade urbana e que, muitas vezes, acabam causando mais impactos negativos ao ambiente. (SILVA *et al*, 2014, p. 07).

Além disso, **a pouca investigação deste tema para esta região também justifica o presente trabalho**, haja vista que sua metodologia pode ser facilmente replicada em pesquisas futuras. De igual maneira isso pode ser feito no âmbito profissional, influenciando profissionais da Arquitetura, Engenharia e Construção – AEC a utilizarem uma visão bioclimática em seus estudos.

V. METODOLOGIA

Com uma pesquisa de caráter quanti-qualitativa, a metodologia aplicada segue o modelo hipotético-dedutivo. Resume-se a uma geração de cenários, corriqueiros e propostos para duas áreas distintas na cidade de Patos-PB, com a utilização da ferramenta de simulação ambiental, ENVI-met 4.0. Este gera mapas, considerando variáveis climáticas escolhidas, visando à necessidade da pesquisa/trabalho. Entendendo esta parte como uma forma resumida dos aspectos metodológicos, os mesmos serão apresentados, de forma mais completa, no Capítulo 3, inclusive por meio de fluxograma metodológico.

VI. RESULTADOS ESPERADOS

Por fim, é almejado como resultado desta pesquisa, uma contribuição aos estudos de simulação computacional ambiental, aplicada ao desenho urbano. Para isso, é necessária, a descrição do método de trabalho quando utilizado o programa de simulação ambiental, possibilitando que outros pesquisadores aproveitem-se desse, para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas a esse tema.

No próximo tópico está organizada a estrutura do volume textual da presente pesquisa, bem como sua estrutura textual, onde serão tratadas as linhas discursivas de cada capítulo.

VII. ESTRUTURA TEXTUAL DA PESQUISA

Em se tratando da estrutura textual do presente trabalho, percebe-se que este decorre em quatro momentos distintos, iniciando com o **referencial teórico; objeto de estudo; método, abordagem e os procedimentos; resultados encontrados** e, por fim, **as conclusões**.

Na etapa do referencial teórico foram abordados assuntos pertinentes ao entendimento e aprofundamento da pesquisa proposta. Para isso, foram utilizados trabalhos acadêmicos relacionadas, nacionais e internacionais, artigos, dissertações e teses.

A próxima etapa teve como objetivo principal a apresentação da área de estudo em que se propõe realizar a pesquisa. Ou seja, o recorte espacial escolhido. Este se resume, basicamente, em três etapas: um breve histórico da cidade de Patos-PB; apresentação do clima da mesma; e, por último, exposição das áreas objeto de estudo.

Na etapa metodológica, foi demonstrado o método, e a abordagem utilizada no trabalho. Além disso, foi desenvolvida uma sugestão de processo para a utilização do programa de simulação ambiental, ENVI-met 4.0, escolhido para utilização neste trabalho.

Com a etapa metodológica definida, partiu-se para a aplicação do método escolhido. A aplicação do mesmo acabou resultando nos mapas das variáveis climáticas, encontrados a partir das simulações computacionais geradas, delimitando o capítulo de resultados encontrados.

Por fim, têm-se as conclusões desenvolvidas a partir dos resultados das simulações.

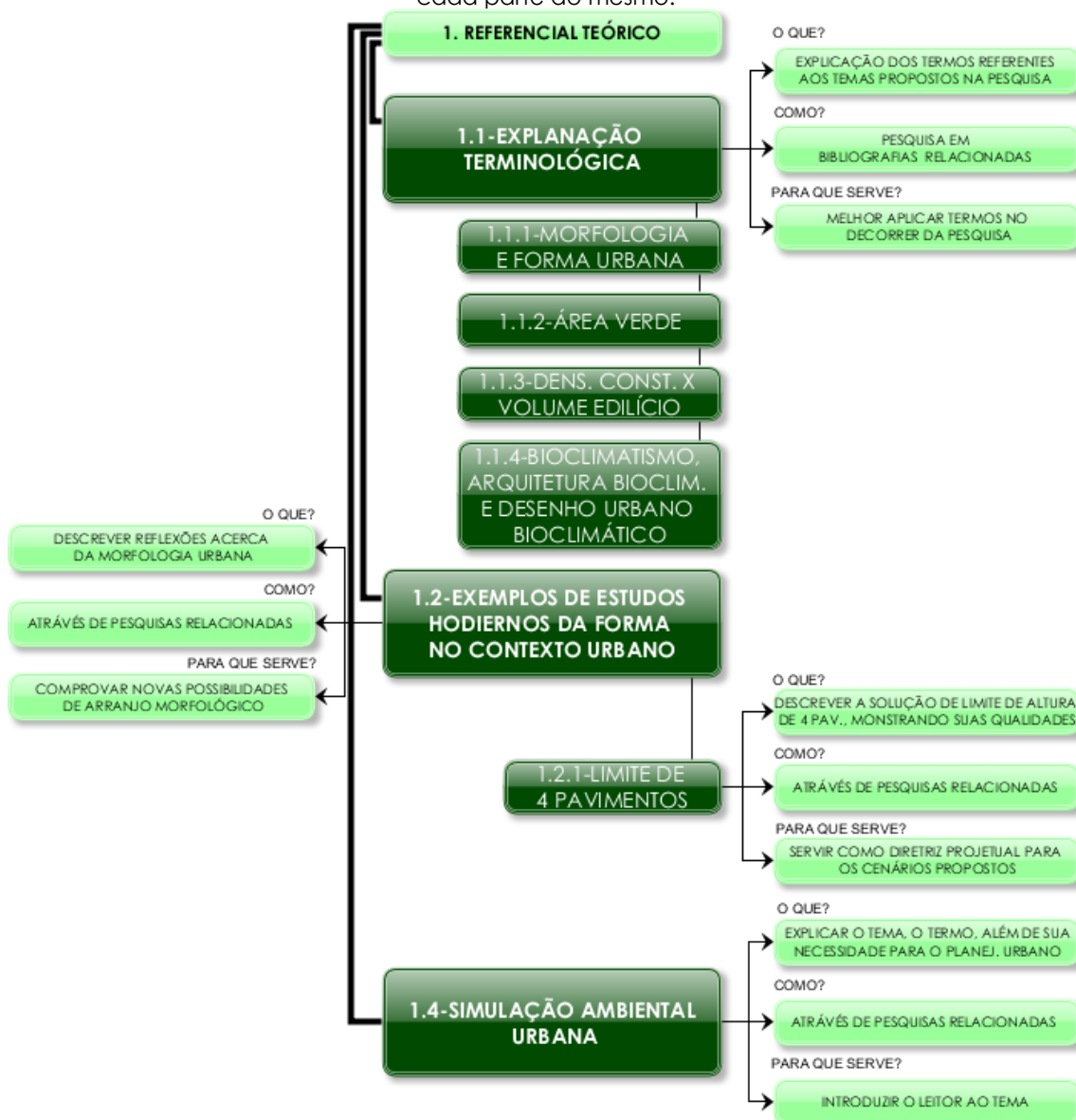
1. BASE TEÓRICO-CONCEITUAL

Para o desenvolvimento deste trabalho, que trata da projeção de cenários mais eficientes do ponto de vista bioclimático, foi necessária uma pesquisa no âmbito da simulação computacional, do clima urbano e explicações terminológicas. Trabalhos precedentes relacionadas aos assuntos citados foram pesquisados, buscando um maior suporte à pesquisa proposta, além de promover o entendimento acerca do tema.

No que concerne à estrutura do presente capítulo, o mesmo divide-se em quatro partes: 1.1 - BREVE EXPLANAÇÃO , 1.2 - EXEMPLOS DE ESTUDOS HODIERNOS DA FORMA NO CONTEXTO URBANO e 1.3 - SIMULAÇÃO AMBIENTAL URBANA.

O primeiro item será reservado à explanação de conceitos importantes para o entendimento do presente trabalho. Já no segundo, será demonstrado o conceito da verticalização nas cidades no contexto contemporâneo. O próximo item será composto pelos fatores que influenciam no clima urbano. No quarto, serão tratadas as influências positivas do limite de quatro pavimentos para edifícios verticalizados. Já no último item, será exposto o assunto da simulação ambiental urbana, o qual esta dissertação apresenta como sendo um de seus pontos *si ne qua non*. Na página seguinte é apresentado um fluxograma discriminando todas as partes do presente capítulo (*cf. infra*, Figura 2).

Figura 2 - Organograma demonstrando a estrutura do capítulo 1, assim como as justificativas de cada parte do mesmo.



Fonte – Autor (2016). Software utilizado Yed.

1.1. BREVE EXPLANAÇÃO E CONCEITUAÇÃO

A *priori*, visando um melhor entendimento futuro, é de importância ultra a elucidação de alguns conceitos ligados ao tema da pesquisa em questão, tendo em vista que a mesma os abordará de forma relacionada. **Morfologia urbana e forma urbana**, necessárias pelo

fato deste trabalho ter seu objeto de estudo localizado em uma zona urbana, pelo mesmo motivo os termos **densidade construída e volume edifício** serão abordados; e **área verde** pelo fato do presente trabalho utilizar dessas soluções para um melhor efeito do ponto de vista de conforto urbano.

1.1.1. Morfologia e forma urbana

O conceito de **morfologia urbana** é tratado por vários autores, como Samuels apud Del Rio (1986), dentre os primeiros estudiosos do tema, surge a conceituação inicial de morfologia urbana, delimitando o conceito como sendo “[...] o estudo analítico da produção e modificação da forma urbana no tempo.”. Rego e Meneguetti (2011), explanam acerca do tema como sendo “obviamente, o estudo da forma das cidades”. Rego e Meneguetti (2011) ainda explicitam “mais especificamente, a morfologia urbana trata do estudo do meio físico da forma urbana, dos processos e das pessoas que o formataram”. Lamas (2004) também contribui para a conceituação do tema, dizendo, “[...] é a ciência que estuda as formas, interligando-as com os fenômenos que lhes deram origem.”. Ou seja, segundo Lamas (2004), a morfologia urbana explica a paisagem urbana, assim como sua estrutura, por meio dos seus aspectos exteriores (a forma urbana). Ainda, segundo o mesmo autor, **a forma urbana** “refere-se à sua aparência ou configuração exterior.”, entendendo como o conjunto dos elementos arquiteturais. Haja vista a análise das conceituações supracitadas pode-se concluir que a morfologia urbana faz referência às configurações urbanas no decorrer do tempo, configurações essas que se reflete em uma forma, chamada aqui de forma urbana. Ou seja, como a Arquitetura, presente na cidade, se configura entre si, dá-se o nome de forma urbana.

Dias (2013) fala da salutar diversidade da forma urbana, possibilitando benesses acerca das vivências dos usuários:

Sabemos que no século XX algumas correntes ideológicas, com destaque para o movimento Moderno, consideram as particularidades culturais da forma urbana quase como uma degradação dos grandes modelos que aspiravam à universalidade. No entanto, é a diversidade física dos tecidos que em grande medida confere a riqueza foral às cidades, resultado e possibilitando vivências próprias e identitárias. (DIAS, 2013, p. 17).

Vitruvius (1998) defende que a diversidade formal seja obtida, tendo em vista as condições climáticas do local, ou seja, cada tipo de clima requer soluções formais, além de outras variáveis (materiais, por exemplo). Ainda sobre a relação clima aliado à forma urbana, Romero (2013) explica:

Estas concepções bioclimáticas podem ser aplicadas ao espaço urbano, de forma que os ambientes urbanos resultantes possam se transformar também em filtros dos elementos do clima adversos às condições de saúde e conforto térmico do homem. Para que isso aconteça, todo o repertório do meio ambiente urbano (edifícios, vegetação, ruas, praças e mobiliário urbano) deve conjugar-se como o objetivo de satisfazer às exigências do conforto térmico para as práticas sociais do homem. (ROMERO, 2013, p. 87).

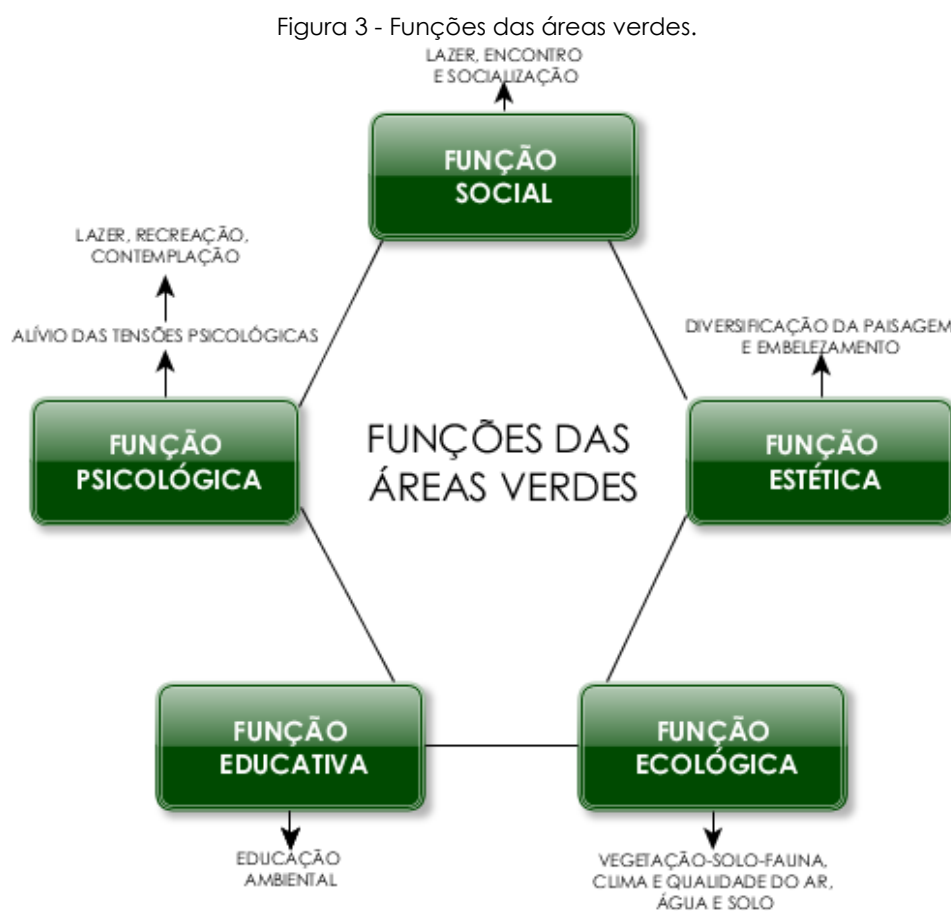
Esse ideário se aplica não só em nível de macroclima, como também a nível microclimático. Por fim, entende-se como de grande valia, a diversificação das formas urbanas em grande e pequena escala, por um viés bioclimático, recebendo o nome de urbanismo bioclimático.

1.1.2. Área verde

A utilização do elemento vegetação nesta pesquisa, acaba sendo preponderante o discurso acerca do termo supracitado. Somado a isso, ele é utilizado de forma inadequada e errônea por certos autores, prejudicando a interpretação da área urbana, para o qual é utilizado. Concernente a isso Bargas e Matias (2011) escrevem:

A questão relacionada à utilização do termo áreas verdes merece destaque nos debates atuais, pois o uso indistinto deste termo para designar a presença de vegetação no ambiente urbano pode induzir a uma interpretação e utilização incorreta destas áreas nas cidades. (BARGOS E MATIAS, 2011, p. 185).

Sendo assim necessária a sua correta conceituação para que, no presente trabalho, não seja confundido ou utilizado de forma incorreta. Para tanto, é tido como aceitável, nesta esta pesquisa, a conceituação de Toledo e Santos (2008) apud Bargas e Matias (2011) que envolve a área verde como sendo espaços destinados à preservação ou implantação de vegetação ou ao lazer público, considerados de total importância para a qualidade de vida da população. Concordando com esse conceito, Hardt (1994) apud Bargas e Matias (2011) trazem a área verde como sendo “áreas livres na cidade e que apresentam características predominantemente naturais, independentemente do porte da vegetação”. Além disso, segundo Bargas e Matias (2011) apud Vieira (2004), as áreas verdes devem cumprir 5 funções, sendo essas a Social, Estética, Ecológica, Educativa e Psicológica (*cf. infra*, Figura 3).



Fonte - Bargos e Matias (2011).

Finalmente, entendesse por área verde **uma área livre, de cunho natural, com aporte de vegetação, seja qual for o tipo da mesma, tendo como principal função a melhoria do microclima urbano**. A definição citada anexa-se com este trabalho por meio do caráter propositivo do mesmo, tendo em vista que as áreas verdes são utilizadas justamente visando melhorias do microclima das áreas objetos de estudo.

1.1.3. Densidade construída versus volume edílico

No sentido da melhor utilização das terminologias para a presente pesquisa, é igualmente preponderante a discursão dos termos densidade construída e volume edílico, visto que estes se apresentam

semelhantes entre si. Para Aciolly e Davidson (1998) densidade é “um dos mais importantes indicadores e parâmetros de desenho urbano a ser utilizado no processo de planejamento e gestão dos assentamentos humanos...”. Além disso explica quais variáveis são levadas em consideração para o cálculo da densidade construída, dizendo:

O tamanho do lote, o total da sua área que pode ser ocupada (taxa de ocupação) e a altura da construção a ser erguida em relação ao total da área a ser construída (Índice de Aproveitamento ou Taxa de Aproveitamento) revelam as dimensões mais visíveis da densidade; o total de espaço que é ou será construído e ocupado por atividades e edificações.[...] (ACIOLLY e DAVIDSON, 1998, p. 17).

É importante frisar as possibilidades de adensamento, alta e baixa densidade, sendo ambas utilizadas de forma ímpar para cada caso, tendo em vista que cada tipo de densidade tem suas vantagens e de igual maneira desvantagens como cita Aciolly e Davidson (1998) (cf. *infra*, Figura 4).

Figura 4 - Relação alta densidade versus baixa densidade.



Fonte - Aciolly (2011). Adaptação do autor (2016).

Chama atenção no quadrante esquerdo superior duas informações, a vitalidade urbana e o uso eficiente da terra. Ambas

vantagens propostas pela presente pesquisa, com a proposta de densidades mais altas em detrimento ao que é corriqueiramente utilizado.

Todavia, entende-se, para fins exclusivos deste trabalho, que o termo **volume edifício** é o mais apropriado, ao passo que é necessário o cálculo da área x a altura de cada edificação, entendendo-se tal fórmula mais aproximada à do volume¹. Aliado a isso, observa-se que na utilização do software Envi-met 4.0, se utiliza volumes em forma de prisma (4x4x3m) para modelagem das massas edificadas (ou propostas). Por tanto, julga-se mais interessante a adoção do termo volume edifício, ao invés de densidade construída.

1.1.4. Bioclimatismo, arquitetura bioclimática e desenho urbano bioclimático

É preponderante a explanação do termo bioclimatismo, pelo fato deste ser um dos temas focais do presente trabalho. Vários autores conceituam o termo, como por exemplo Romero (2013) que utiliza o termo Bioclimatologia Humana e a explica como sendo a junção da biologia, ecologia, climatologia. Por fim, a autora agrega a arquitetura, onde a mesma defende o enfoque bioclimático para arquitetura e desenho urbano, e explica de forma mais completa o enfoque neste último:

A arquitetura, ou desenho urbano, busca definir as condições ambientais, do meio natural e construído, que melhor satisfaçam às exigências do conforto térmico do homem. Busca também obter a escala urbana, o que a arquitetura bioclimática consegue com o edifício, quer dizer, com a transformação deste num mediador entre o clima externo e o ambiente interior do tecido urbano.[...] (ROMERO, 2013, p. 12).

¹ Entende-se volume como sendo, $V = c . l . h$, onde c (*comprimento*), l (*largura*) e h (*altura*).

Higuera (2006) também defende a ideia de que o urbanismo deve se adaptar ao clima em que se insere, cita:

El urbanismo bioclimático debe adecuar los trazados urbanos a las condiciones singulares del clima y del territorio, entendiendo que cada situación geográfica debe generar un urbanismo característico y diferenciado con respecto a otros lugares.
En una sola frase, diríamos: 'A cada lugar una planificación.'
(HIGUERAS, 2006, p. 15).

Já o termo arquitetura bioclimática também é tratado por Corbella e Corner (2011), onde além de conceituar o termo os mesmos explicam acerca do envelope da construção e sua relação com o arquiteto, e explicam:

A Arquitetura Bioclimática preocupa-se com a adequação da construção ao clima, visando ao conforto térmico, acústico e visual do usuário. Ela trata do envelope da construção como uma membrana reguladora (permeável e controladora) entre o ambiente externo e o interno. Essa "membrana" é utilizada para conseguir um ambiente interno confortável e, para isso, o arquiteto deve ser hábil em utilizar recursos de projeto e escolher materiais convenientes, levando em conta as variáveis climáticas externas[...] (CORBELLA E CORNER, 2011, p. 15).

Tendo isso em vista pode-se entender que tanto **a arquitetura quanto o desenho urbano/urbanismo bioclimático é a adequação da edificação ou zona/forma urbana ao clima em que cada um se insere.**

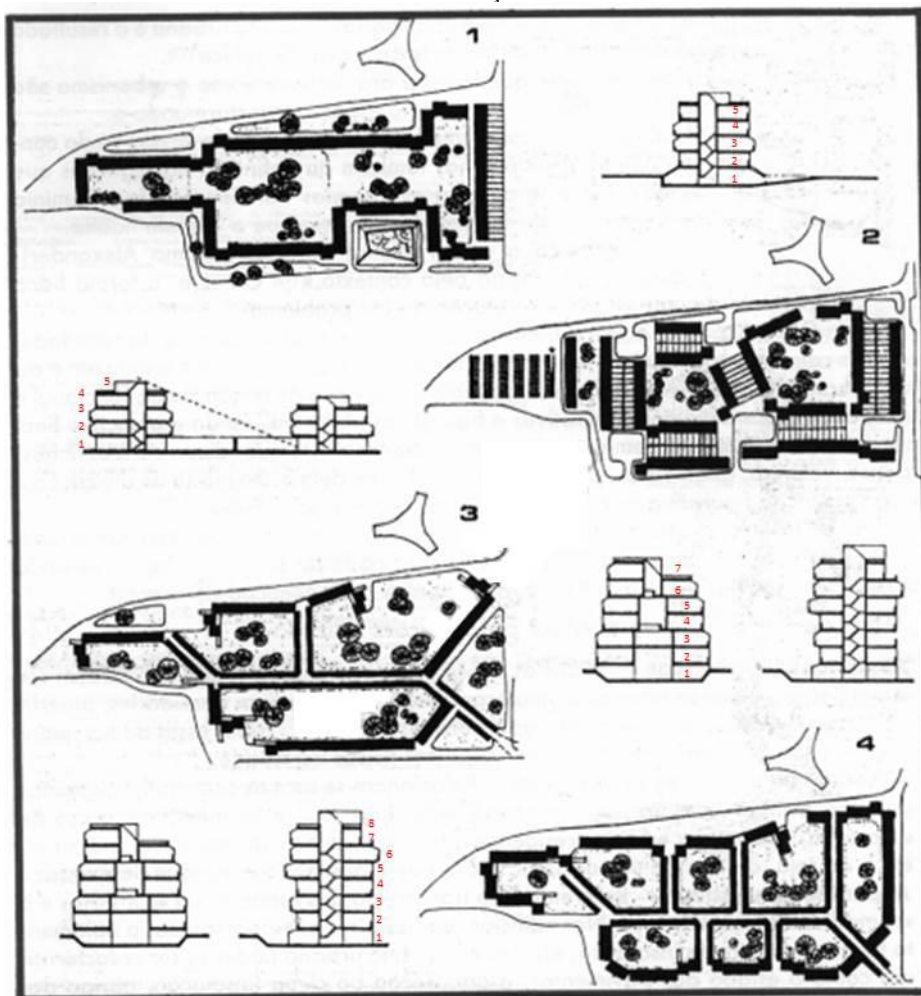
1.2. EXEMPLOS DE ESTUDOS HODIERNOS DA FORMA NO CONTEXTO URBANO

Tendo o assunto uma grande abrangência, será dado um enfoque maior na forma dos edifícios, onde será discutida a relação existente entre forma e densidade construída, aliando a este assunto as possibilidades de configuração espacial possíveis em uma mesma área de intervenção. Além disso, será arrolada a questão da verticalização

dos edifícios, aliada ao ganho de área (no térreo) possível com tal solução morfológica.

É passível o questionamento acerca do parcelamento do solo, utilizado comumente no contexto atual das cidades, pelos planos diretores, ou seja, o de uma edificação por lote. Vários autores tratam deste assunto, um deles é Lamas (2004), que por meio de imagens, demonstra as possibilidades de um rearranjo morfológico/formal em uma mesma área de atuação (*cf. infra*, Figura 5). Observando a Figura 5, percebe-se a solução da verticalização como diretriz primordial de implantação, obtendo como resultado um ganho de área considerável, podendo a mesma ser utilizada para usos públicos e/ou semi-públicos, o que melhoraria consideravelmente a qualidade urbana.

Figura 5 - Imagem demonstrando quatro possibilidades de implantação na mesma área de intervenção.



Fonte: LAMAS (2004). Adaptação do autor (2016).

Da mesma forma Topcu e Southworth (2014) são autores que trabalham, de forma recente, com esta temática. Dentre as variáveis que analisam está justamente o fator densidade, que é mesclada com o fator morfologia urbana, onde tal estudo é ilustrado pela figura seguinte (*cf. infra*, Figura 6).

Figura 6 – Demonstração de três morfologias diferentes em uma mesma área de estudo. No caso são estudados setenta e cinco unidades por hectare.



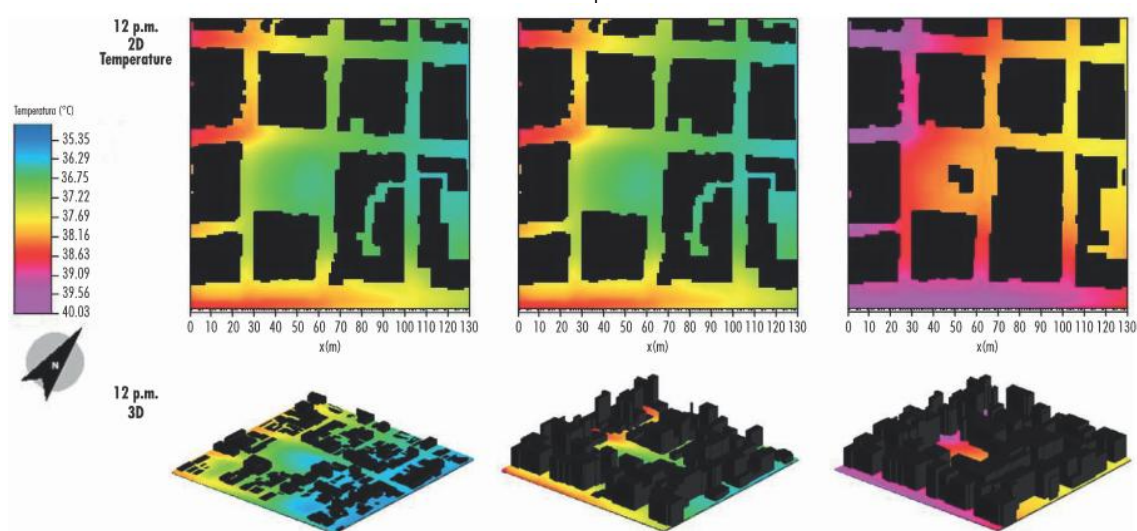
Fonte: TOPCU e SOUTHWORTH (2014).

Duarte e Serra (2003) defendem a relação entre verticalização *versus* alta densidade ocupacional e manutenção da ventilação em áreas urbanas, e a possibilidade de criação de microclimas que “nunca existiram em condições naturais, verdadeiros oásis urbanos”. Entendendo que a utilização do conceito de verticalização, aliada à criação de microclimas traz benefícios de alto valor para a população.

Então, esses estudos demonstram que, não é utópico pensar em uma possibilidade formal diferente da que é utilizada comumente nas cidades atuais. Assim, nesse contexto, a atual pesquisa apresenta-se como válida, ao passo que tenta, justamente, fugir do que é proposto pelo plano urbanístico na cidade de Patos-PB. No mais, os trabalhos acima citados demonstram a verticalização na forma urbana, como diretriz para o ganho de área, possibilitando a utilização desses espaços para uso público. Sendo essas com grande vocação para anexo de áreas verdes que, segundo autores ligados ao bioclimatismo, como, por exemplo, Olgyay (1973), Gouvêa (2002), Romero (2000), Duarte e Serra (2003). Isso ajuda a diminuir a temperatura, aumentam o sombreamento, umidificam o ar, criando assim um microclima salutar para o clima do tipo Quente-Seco. Entretanto, a questão da verticalização deve ser tratada com bastante cuidado, a fim de preservar as interações sociais dos usuários dos edifícios com a calçada, tendo um limite para verticalização que ainda permita esse tipo de

interação. Ainda se tratando de verticalização e forma urbana Barbosa (2014) demonstra a relação existente entre verticalização, forma urbana e temperatura, utilizando como exemplo o trecho de um bairro na cidade de Copacabana (cf. *infra*, Figura 7). Em seu estudo, Barbosa (2014) utiliza a variável temperatura para demonstrar como a verticalização e o adensamento de volume edilício influenciam diretamente no aumento térmico das zonas urbanas, utilizando para tanto um trecho da cidade de Copacabana.

Figura 7 – 2D e 3D do bairro de Copacabana nos anos de 1930, 1950 e 2010, simulando a variável temperatura.



Fonte: Barbosa, Rossi e Drach(2014). Software utilizado: Envi-met.

Assim, é validada a máxima de que a forma urbana tem influência direta no microclima urbano.

Nesta perspectiva, o próximo momento foi destinado às reflexões acerca desse questionamento, preponderante ao arrolamento deste trabalho.

1.2.1. Limite de 4 pavimentos

“Há evidências abundantes mostrando que os edifícios altos enlouquecem as pessoas.”

Alexander, Ishikawa e Silverstein (1977, P.115)

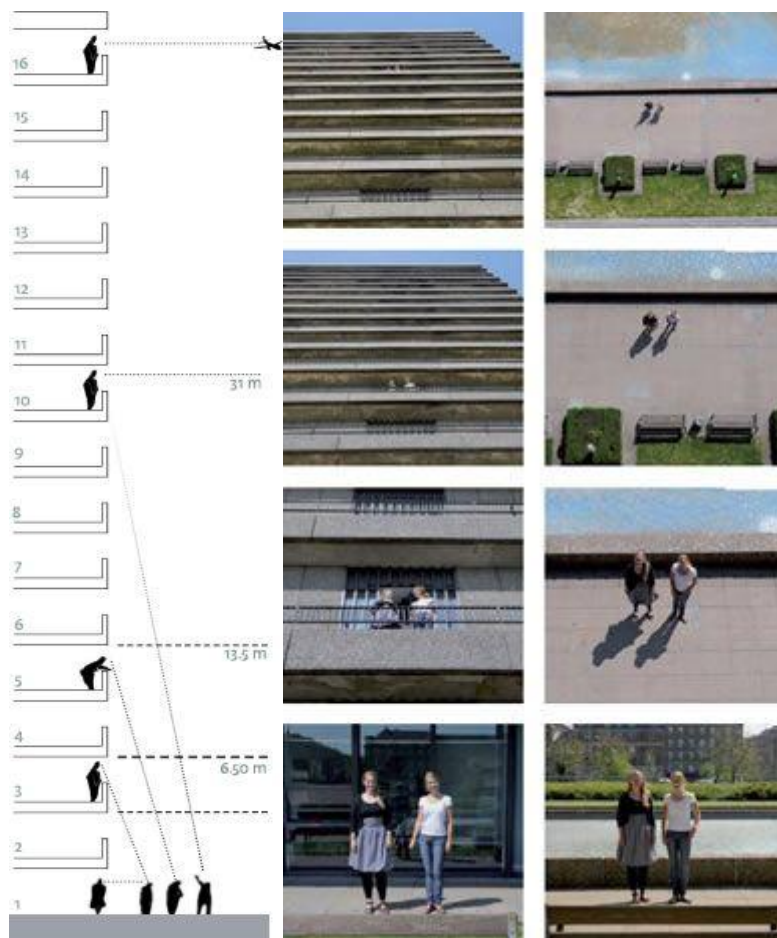
Vários autores não defendem a utilização dos edifícios altos na malha urbana, um deles é Alexander, Ishikawa e Silverstein (1977), que cita várias desvantagens dessa tipologia, como por exemplo: são caros, não incentivam os espaços públicos, arrasam a paisagem urbana, prejudicam a vida social, promovem a criminalidade, influencia negativamente a vida das crianças, possuem manutenção onerosa, os espaços abertos nos arredores são arrasados, prejudicam a iluminação, a ventilação e as vistas e, talvez o mais importante, influenciam, de forma negativa, psicologicamente e socialmente as pessoas. Entretanto, vários autores defendem uma altura máxima para verticalizar edifícios com caráter residencial, sendo esses limitados em quatro pavimentos.

Gehl (1936) trata do assunto fazendo referência ao sentido da visão do ser humano, onde o mesmo tem um ângulo de visão maior para baixo (alcançando 70° a 80°) do que para cima (50° a 55°), isso implica diretamente na percepção do espaço, e, nesse caso, na percepção dos edifícios. Ou seja, é mais fácil perceber os níveis mais baixos dos edifícios, do que os mais altos, limitando o quinto andar como sendo o “limite de conexão entre o plano das ruas e os edifícios altos” (cf. *infra*, Figura 8). Alexander, Ishikawa e Silverstein (1977) também falam acerca dessa relação salutar entre os moradores de edifícios com poucos pavimentos e o térreo, ao passo que “os usuários ainda conseguem caminhar com facilidade até a rua [...] elas conseguem discernir os detalhes da rua – as pessoas, seus rostos, as plantas, as

lojas[...]". O autor citado ainda fala dessa problemática, agregando ao assunto, distúrbios mentais, apresentados pelas pessoas que residem em edifícios altos, devido a não socialização com as pessoas no solo de forma casual, cita ele:

...morar em um edifício alto afasta as pessoas do solo e do contato social casual e diário que ocorre nas calçadas, ruas, jardins e varandas. As pessoas ficam sozinhas em seus apartamentos. A decisão de sair e ter contato com o público se torna formal e pouco natural; a menos que haja uma razão específica para ir à rua, a tendência é que as pessoas fiquem em casa, sozinhas. O isolamento forçado causa então surtos nos indivíduos. (ALEXANDER, ISHIKAWA E SILVERSTEIN 1977, p. 116).

Figura 8- corte esquemático de um edifício x visuais de pavimentos



Fonte: Gehl (1936).

Em relação à criminalidade, Newman *apud* Alexander, Ishikawa e Silverstein (1977), mostrou que a proporção desta variável era cerca de duas vezes maior em edifícios altos, do que em um conjunto de edifícios de menor altura. Newman encontrou este resultado ao comparar estas duas tipologias edilícias, sendo essas com a mesma densidade populacional e com os usuários com a mesma renda salarial, demonstrando assim a nocividade de edifícios de grandes alturas.

Então, pode-se concluir que é salutar o limite de quatro pavimentos para áreas predominantemente residenciais (como é o caso das áreas objetos de estudo da presente pesquisa), tendo em vista um contato adequado com o térreo, o que possibilita uma maior socialização das pessoas do solo e dos pavimentos. Como defende Alexander, Ishikawa e Silverstein (1977):

Assim, acreditamos que o “limite dos quatro pavimentos” é uma maneira apropriada de expressar a conexão adequada entre a altura das edificações e a saúde das pessoas. Evidentemente, o mais importante é o espírito do padrão; não há dúvida de que uma edificação de cinco ou até seis pavimentos talvez não sofra de tais problemas se for projetada com cuidado. Mas é difícil. Em geral, defendemos o limite de quatro pavimentos para toda a cidade, com exceções apenas eventuais. (ALEXANDER, ISHIKAWA E SILVERSTEIN 1977, p. 118).

É importante frisar que nos cenários produzidos neste estudo, não foi necessário alcançar o 4º pavimento, sendo os mesmos limitados no máximo em 3 pavimentos.

1.3. SIMULAÇÃO AMBIENTAL URBANA

Nesta etapa do trabalho será abordada e arrazoada a simulação ambiental urbana, explicando-a, demonstrando a sua

importância na tomada de decisões projetuais e de planejamento urbano, assim como suas vantagens e desvantagens.

Nos tempos atuais da sociedade, é cada vez mais forte a utilização da informática nos trabalhos, seja em qual área for. A sociedade está ante a uma nova revolução-global, a digital informacional, como cita Silva (2014), o que exige das pessoas, a capacitação necessária, conhecer e utilizar os softwares necessários, para uma nova demanda de trabalho. No planejamento urbano também não é diferente, seja na tabulação de dados de entrada para levantamento, sintaxe espacial ou conforto ambiental, é necessária uma familiarização com algum software para algum tipo de trabalho. Entretanto, ainda é baixa a utilização dos *softwares* de simulação de conforto ambiental pelos arquitetos, em detrimento aos de desenho e simulação de ambientes como cita Corbella e Yannas (2009). Isso ocorre em geral por duas razões, a falta de exigência nas legislações, e a complexidade operacional destes programas para arquitetos. Silva (2014), falando das dificuldades para a utilização dos programas de simulação computacional pelo arquiteto e urbanista, o mesmo cita pelo menos dois problemas principais:

- **Falta de entendimento por parte dos arquitetos**, devido ao linguajar técnico baseados em algoritmos físicos voltado para outras áreas, a exemplo da Engenharia;
- **Utilização dos softwares restrita aos ambientes universitários e de pesquisa**, além de empresas de grande porte voltados para o desenvolvimento e avaliação dessas ferramentas.

Entretanto, é preciso haver uma mudança de paradigma no âmbito da utilização dos softwares de simulação ambiental, onde os mesmos devem servir como validadores das soluções encontradas no

nível urbano por projetistas e/ou técnicos, particulares ou ligados às instituições públicas.

Por fim é demonstrada uma tabela relacionando os autores ligados ao bioclimatismo relacionando temas inerentes ao assunto onde se agregam a estes o tema da utilização dos softwares para validação de soluções relacionadas (*cf. infra*, Tabela 1), demonstrando uma correlação salutar entre os temas.

Tabela 1 - Relação entre autores e fatores do clima a nível urbano e de Arquitetura.

		URBANO								ARQUITETURA									
		ELEIÇÃO DO EMPRAÇAMENTO	FORMA URBANA X CLIMA	ESPAÇOS PÚBLICOS	DENSIDADE URBANA	PAISAGEM	VENTILAÇÃO	VEGETAÇÃO	EXEMPLOS CIDADES BIOCLIMÁTICAS	SOFTWARES DE ANÁLISE BIOCLIMÁTICA - URB	TIPOLOGIA	DISTRIBUIÇÃO GERAL	FORMA X VOLUME X TÉCNICAS CONSTRUTIVAS	ORIENTAÇÃO	COR	VENTILAÇÃO	TRAJETÓRIA SOLAS X SOMBREAMENTO	CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS DOS MATERIAIS	SOFTWARES DE ANÁLISE BIOCLIMÁTICA - ARQ
1	OLGYAY																		
2	JAN GEHL																		
3	HILGUERAS																		
4	ROMERO																		
5	CORBELLA E YANNAS																		
6	CORBELLA E CORNER																		
7	MONTENEGRO																		
8	LAMBERTS																		
9	HOLANDA																		
10	GOUVÊA																		
11	MASCARÓ																		
12	SILVA																		
13	BRUSE																		

Fonte: Autor (2016). Software utilizado Excel.

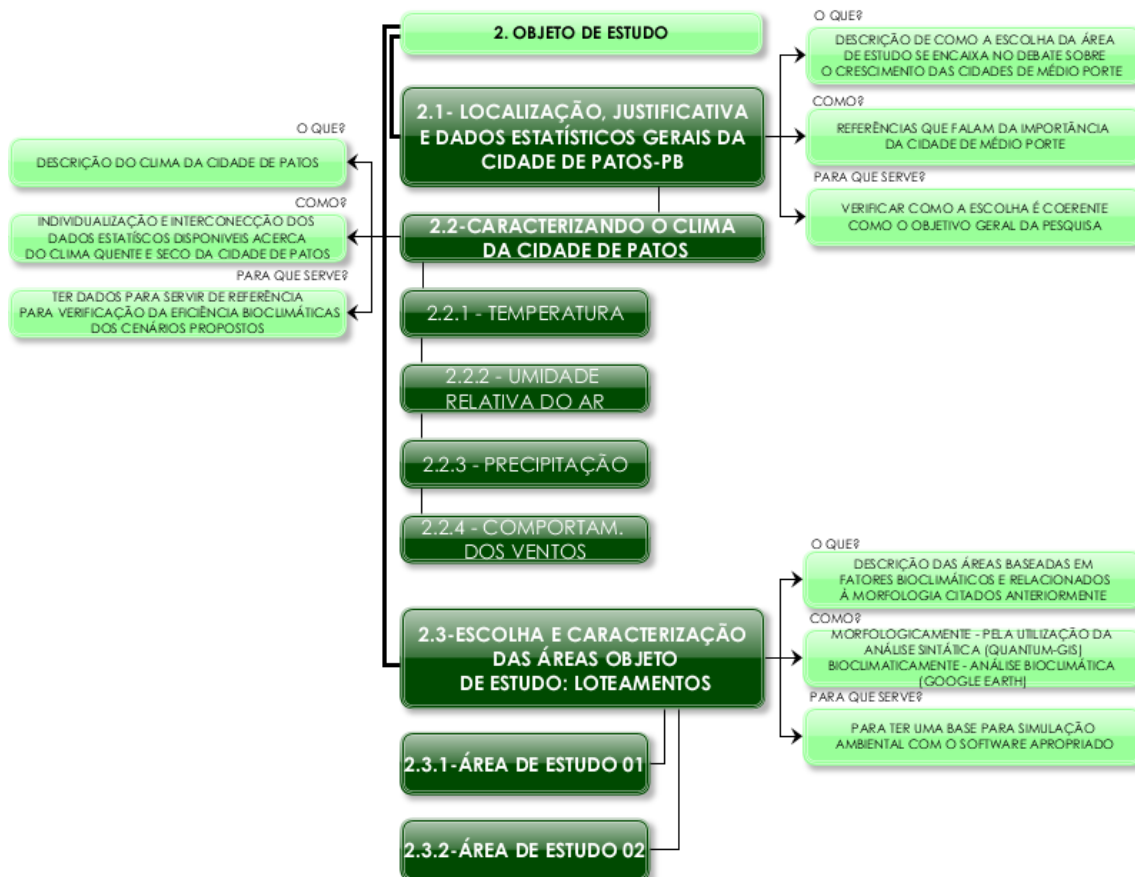
2. OBJETO: ÁREAS DE EXPANSÃO DA MALHA URBANA DA CIDADE DE PATOS-PB

Este capítulo tem como objetivo principal discriminar as áreas objetos de estudo, áreas de expansão urbana 01 e 02, localizadas na área urbana da cidade de Patos-PB, a fim de familiarizar o leitor com as mesmas, facilitando o entendimento para o trabalho.

Em se tratando de estrutura do capítulo, o mesmo divide-se em duas partes: 2.1 - LOCALIZAÇÃO, JUSTIFICATIVA E DADOS ESTATÍSTICOS GERAIS DA CIDADE DE PATOS-PB, 2.2 - CARACTERIZANDO O CLIMA DA CIDADE DE PATOS e 2.3 - ESCOLHA E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA OBJETO DE ESTUDO: LOTEAMENTOS, com seus respectivos subtópicos.

Na primeira parte será realizada uma breve descrição histórica da cidade de Patos-PB, com o objetivo de familiarizar o leitor com a cidade onde se insere a área objeto de estudo. Já na segunda etapa o clima será o objeto central de estudo, discriminando variáveis climáticas importantes para o decorrer do trabalho, como por exemplo, temperaturas máximas e mínimas, velocidade do vento, entre outros. A última parte do capítulo está voltada para a área objeto de estudo, os loteamentos, onde serão revelados dados importantes que servirão como critérios norteadores para o desenvolvimento dos cenários (corriqueiros e propostos) (cf. *infra*, Figura 9).

Figura 9 - Fluxograma demonstrando a estrutura do capítulo 3, assim como as justificativas de cada parte do mesmo.

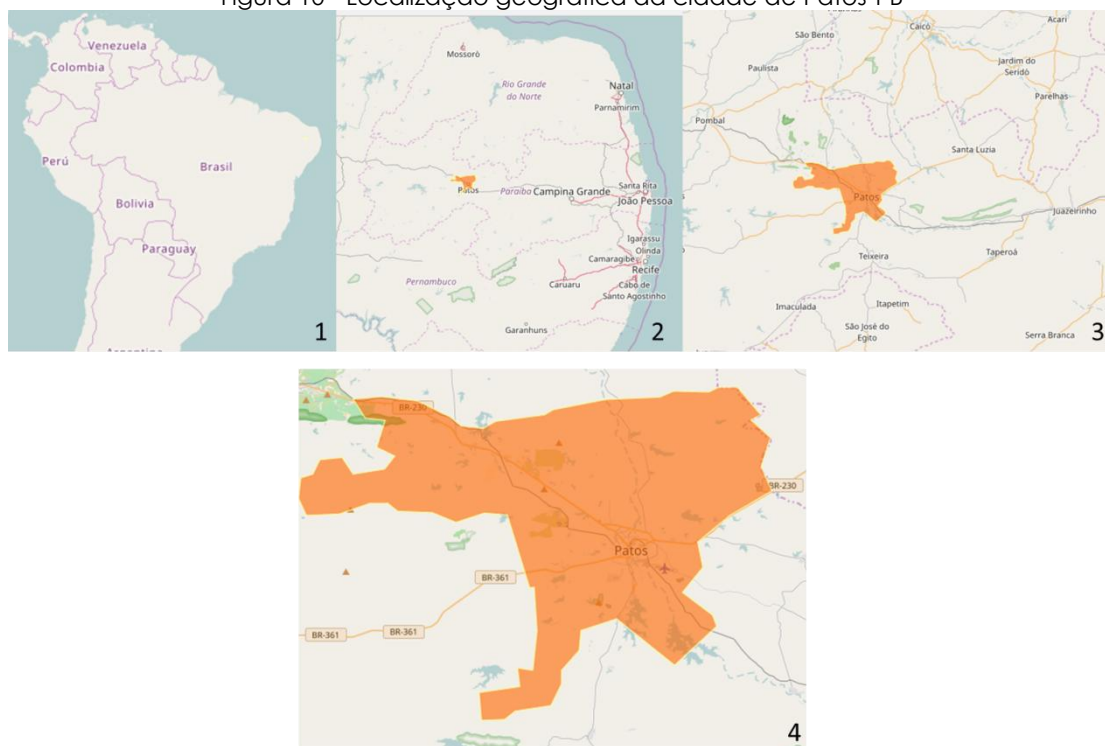


Fonte – Autor (2016). Software utilizado Yed.

2.1. LOCALIZAÇÃO, JUSTIFICATIVA E DADOS ESTATÍSTICOS GERAIS DA CIDADE DE PATOS

Localizada no Estado Paraíba, mais especificamente no Médio Sertão (cf. *infra*, Figura 10), e distante aproximadamente 300 km da Capital João Pessoa, a cidade de Patos (antiga *Vila Imperial dos Patos*) teve sua emancipação em 09 de Maio do ano 1833, da *Vila de Pombal* (hoje a cidade de Pombal).

Figura 10 - Localização geográfica da cidade de Patos-PB

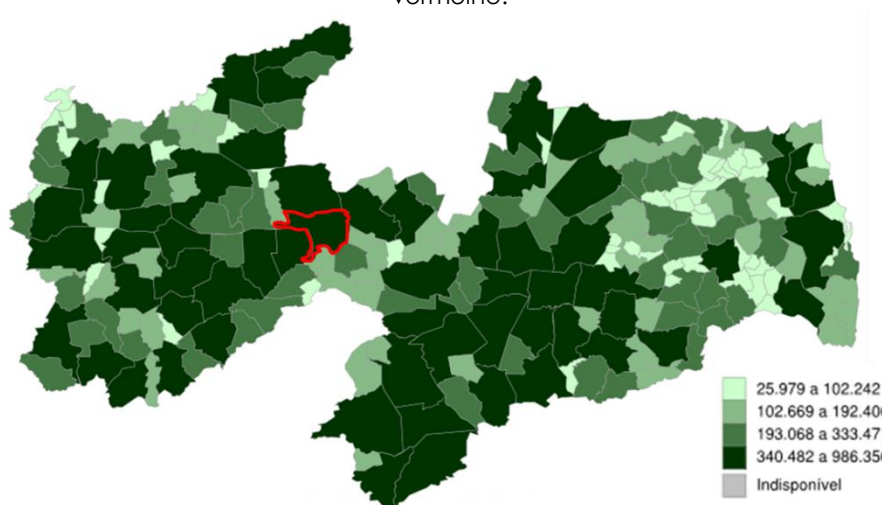


Fonte: <http://cidades.ibge.gov.br>. Acessado em: 08/10/2016. Adaptação do autor (2016).

Mesmo com sua autossuficiência, somente em 1903, ou seja, 70 anos mais tarde, é que a mesma adquire a categoria de cidade. Todavia, mesmo tendo recebida o título de cidade a pouco tempo, a mesma já se apresenta como polo de convergência para as cidades circunvizinhas, isso devido aos atrativos ligados à educação e oferta de

trabalho. Devido a estes fatores, percebe-se um significativo ganho populacional. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016), de 81.298 pessoas, no ano de 1991, a população atingiu, em 2010, mais de 100.000 habitantes (*cf. infra*, Figura 13, Figura 14, Figura 15), ou seja, um crescimento populacional em 19 anos em quase 20.000 habitantes, em uma área total de 473.056km² (*cf. infra*, Figura 11).

Figura 11 - Unidade territorial das cidades da Paraíba, com a cidade de Patos demarcada em vermelho.



Fonte: IBGE (2016). Adaptação do autor (2016).

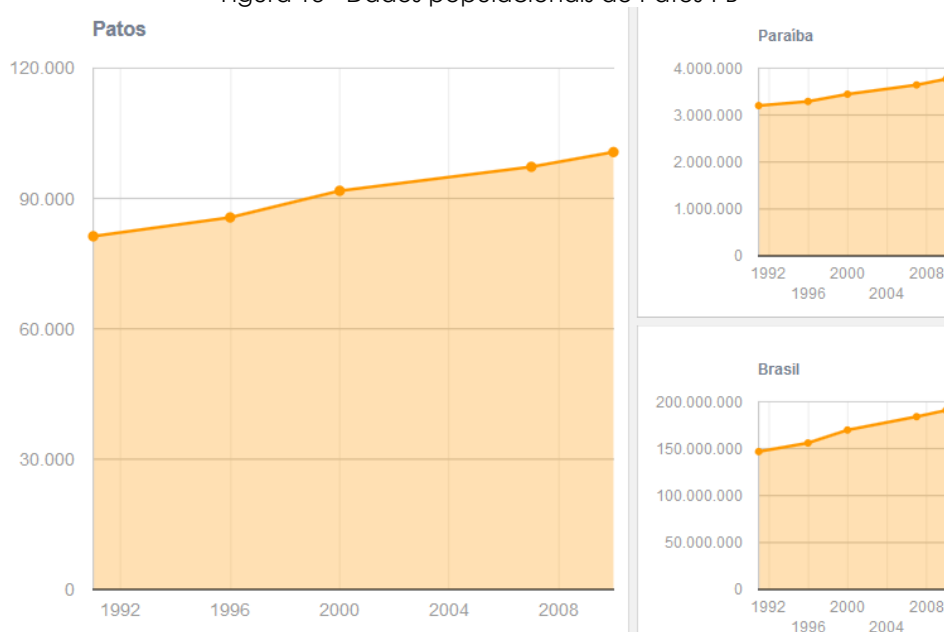
Uma das causas deste adensamento populacional da área urbana foi o êxodo rural, a migração dos moradores do campo para a cidade. Além disso, com a oferta de educação a nível superior e técnica (*cf. infra*, Figura 12), por meio de universidades (estadual e federal), escolas técnicas (públicas e particulares), e faculdades particulares, veio a influenciar positivamente tal acréscimo populacional.

Figura 12 - Algumas IES, e técnica, localizadas na cidade de Patos-PB. (1) Universidade Estadual da Paraíba; (2) Faculdades Integradas de Patos - FIP; (3) Instituto Federal da Paraíba - IFPB.



Fonte: (1) <http://www.patosonline.com>; (2) <http://blogdoadjamiltonpereira.com.br>; (3) <http://www.radioespinhas.com.br>. Acessado em: 08/10/2016

Figura 13 - Dados populacionais de Patos-PB



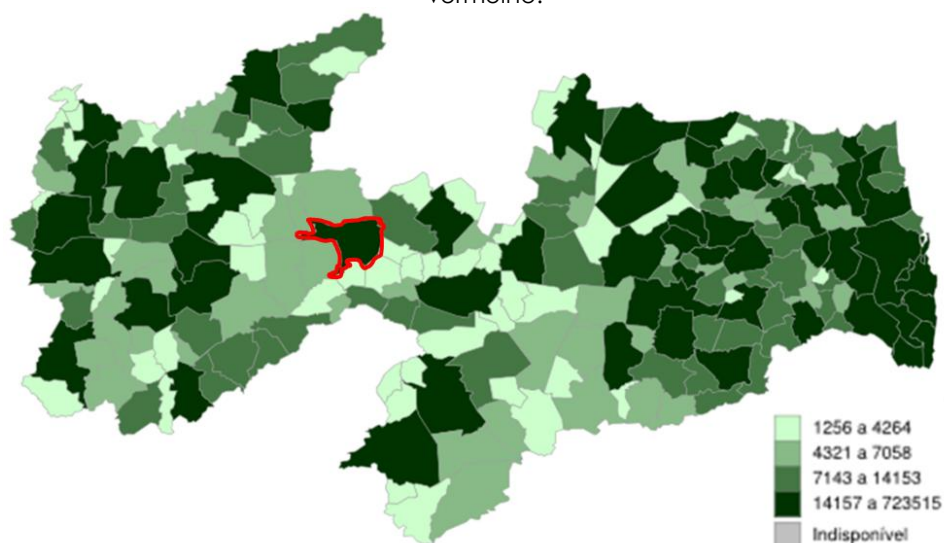
Fonte: IBGE, adaptação do autor (2016).

Figura 14 - Tabela comparativa da evolução populacional entre Patos, Paraíba e Brasil, pelo censo de 2010.

EVOLUÇÃO POPULACIONAL			
ANO	PATOS	PARAÍBA	BRASIL
1991	81.298	3.201.114	146.825.475
1996	85.631	3.290.081	156.032.944
2000	91.761	3.443.825	169.799.170
2007	97.276	3.641.395	183.987.291
2010	100.674	3.766.528	190.755.799

Fonte: IBGE (2016). Adaptação do autor (2016).

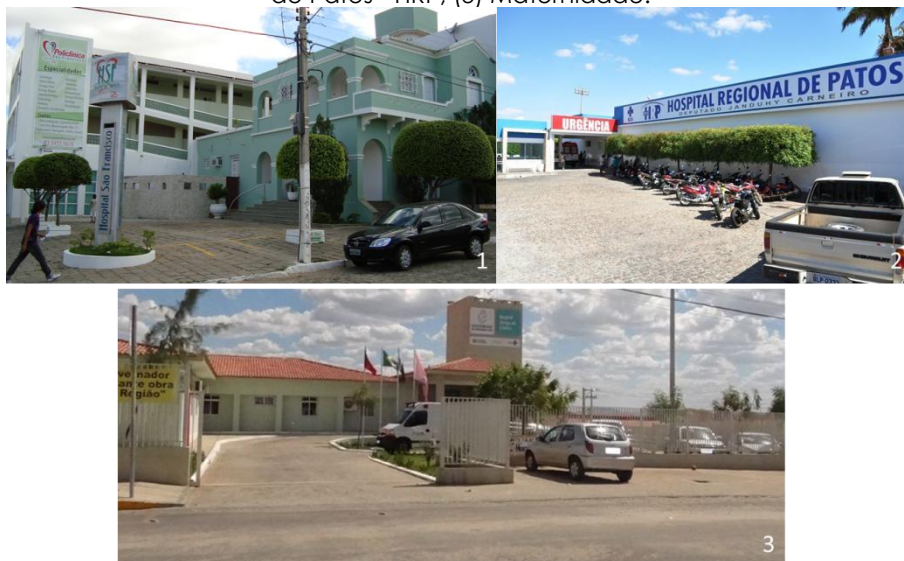
Figura 15 - População residente, em nível de Paraíba, com a cidade de Patos demarcada em vermelho.



Fonte: IBGE (2016). Adaptação do autor (2016).

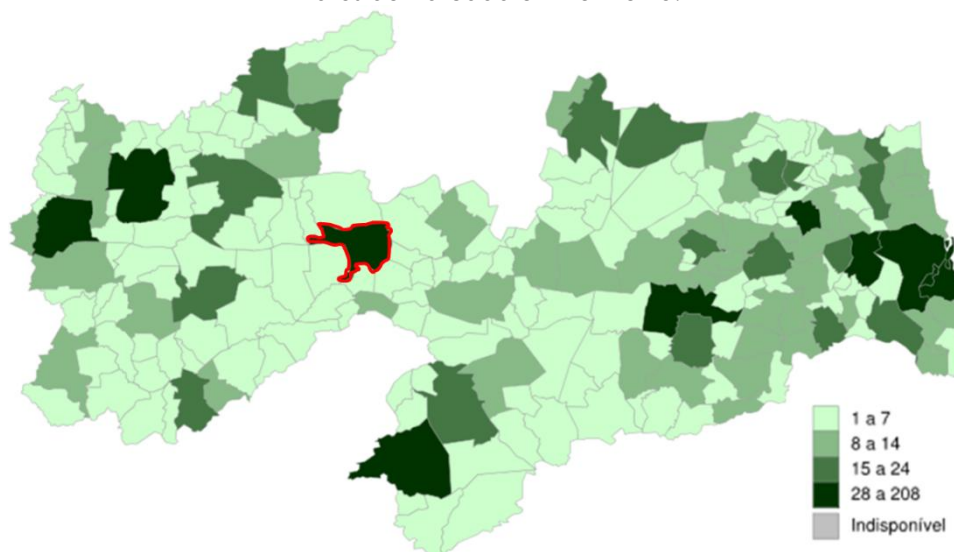
Além da educação, a saúde é um fator que ocasiona a mobilização de pessoas para a cidade de Patos-PB, visto que a cidade é uma das poucas no Sertão que possui unidades de atendimento de saúde, entre eles hospitais, Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - SAMU, maternidade, entre outros (*cf. infra*, Figura 16). Segundo o IBGE o município de Patos é uma das poucas cidades do Estado da Paraíba que possui mais de 32 estabelecimentos de saúde (*cf. infra*, Figura 17).

Figura 16 - Unidades hospitalares de Patos. (1) Hospital São Francisco - HSP; (2) Hospital Regional de Patos - HRP; (3) Maternidade.



Fonte: (1)<http://mapio.net>; (2)<http://patosonline.com>; (3) <http://patosonline.com>. Acessado em: 08/10/2016.

Figura 17 - Mapa de estabelecimentos de Saúde SUS, em nível de Paraíba, com a cidade de Patos demarcada em vermelho.



Fonte: IBGE (2016). Adaptação do autor (2016).

Todavia, mesmo sendo viva essa convergência de pessoas, aumentando o seu quantitativo populacional, a cidade não perde o seu caráter de “cidade do interior”, abrigando hábitos costumeiros e interioranos em sua população. Isso se reflete no modo de vida simples que os moradores da cidade de Patos-PB levam (*cf. infra*, Figura 18).

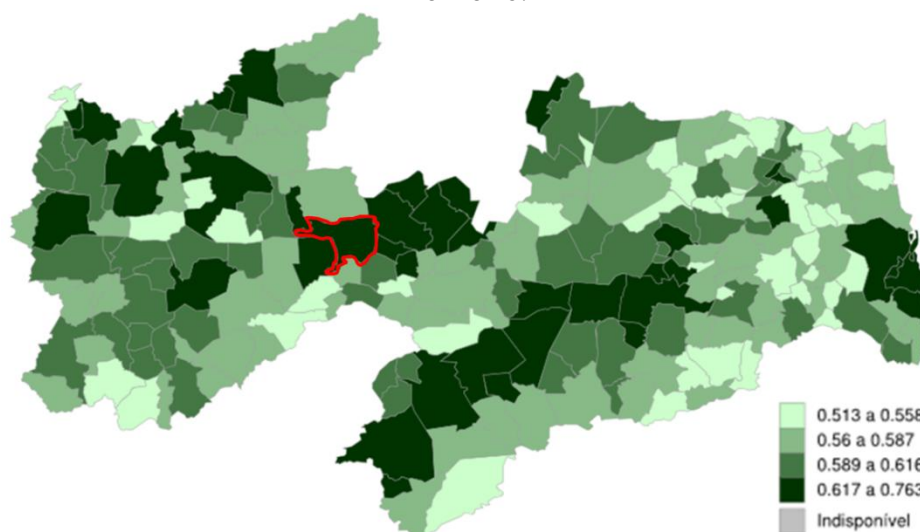
Figura 18 - Pessoas sentadas na calçada na cidade de Patos-PB.



Fonte: <http://erivandolimareporter.blogspot.com.br>. Acessado em: 08/10/2016.

Todos esses fatores influenciam diretamente para a cidade ser caracterizada como uma das cidades mais desenvolvidas do Sertão paraibano, recebendo inclusive o título de *Capital do Sertão*, sem perder o estilo de vida simplista de sua população, o que proporciona para a mesma benesse acerca da qualidade de vida. Isso é afirmado pelo IBGE no índice de Desenvolvimento Humano – IDH da cidade, um dos maiores do Estado da Paraíba (*cf. infra*, Figura 19).

Figura 19 - Mapa de IDHM em nível de Paraíba, com a cidade de Patos demarcada em vermelho.



Fonte: IBGE (2016). Adaptação do autor (2016).

Por fim, estes fatores juntos justificam a escolha da cidade em questão para o presente estudo. Aliando-se a esses, existe o fato desta região ser deficitária em investigações dessa natureza, os quais podem trazer benesses valiosas para este e tantos outros municípios semelhantes, igualmente à sua população.

2.2. CARACTERIZANDO O CLIMA DA CIDADE DE PATOS

Fundamentado em autores ligados ao bioclimatismo, que defendem o desenvolvimento da Arquitetura com base no clima local Rua (1998), Olgyay (1973), Romero (2003), mesoclima e microclima, se faz necessário o desenvolvimento do presente subcapítulo, que trata da descrição das variáveis climáticas da cidade de Patos, município onde se inserem as áreas objeto de estudo. Em suma, será abordado o clima de uma maneira genérica, deixando as especificidades da área para o próximo subcapítulo, que tratará das áreas objeto de estudo. O clima foi analisado no presente ano (2016) até o mês em curso (mês de julho), tendo como base os dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, sendo analisadas as seguintes variáveis:

2.2.1. Temperatura

Abaixo são demonstradas, por meio de tabelas e gráficos (cf. *infra*, Tabela 2, Gráfico 3, Gráfico 4), as médias máximas e mínimas da temperatura, além da diferença entre a maior e menor temperatura a cada mês, caracterizando uma amplitude térmica deveras acentuada. A diferença de temperatura chega a alcançar o valor de 17,7°C, no mês de Junho.

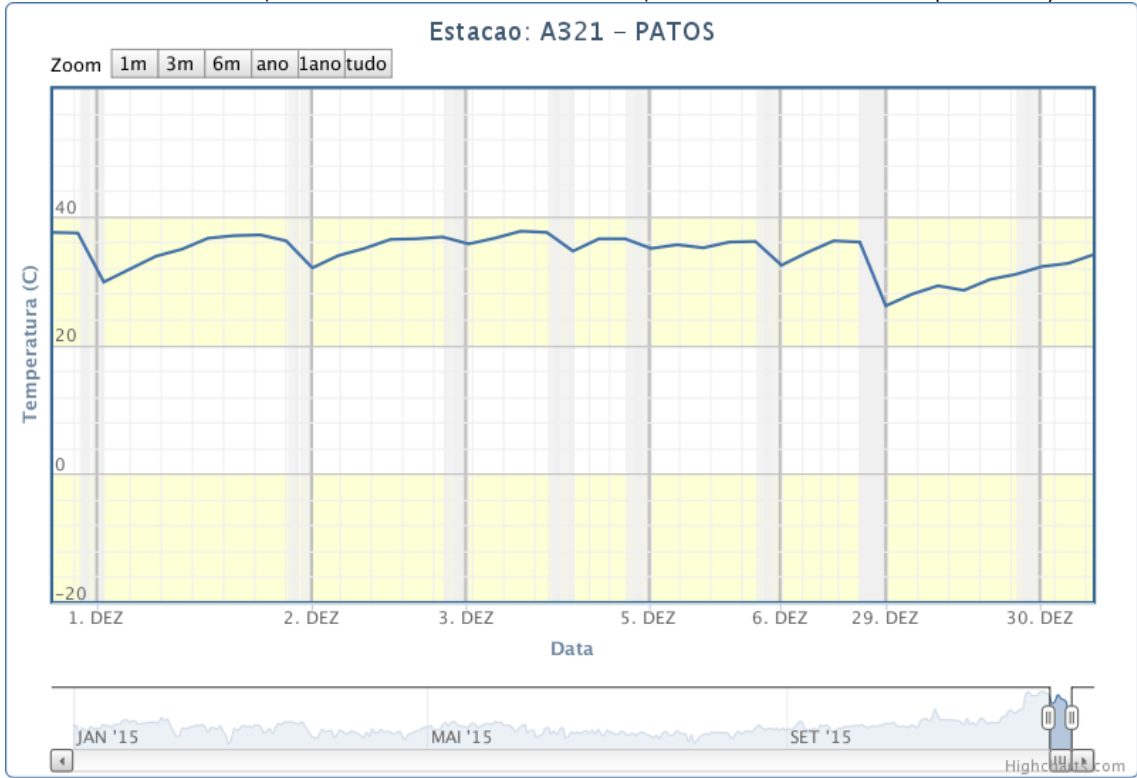
Gráfico 1 – Temperatura para a cidade de Patos (ano 2015).



Fonte: Inmet (2016).

Tratando-se mais especificamente da temperatura que se observa no próximo gráfico (cf. *infra*, Gráfico 2) um enfoque no mês com maior temperatura do ano de 2015 (Dezembro) na cidade de Patos-PB. Pode-se perceber que o dia 03/12/2015 alcançou o pico de temperatura aos 38°C. Esse período se reflete no período mais seco do ano de 2015, quando se mesclam as informações de outras variáveis para o mesmo mês (umidade relativa do ar e precipitação principalmente). Sendo assim, esta é adotado como data para simulação dos cenários, tendo em vista que o presente trabalho visa melhorar a qualidade ambiental a fim de amenizar a temperatura microclimática.

Gráfico 2 – Temperatura, no mês de Dezembro, para a cidade de Patos (ano 2015).



Fonte: Inmet (2016).

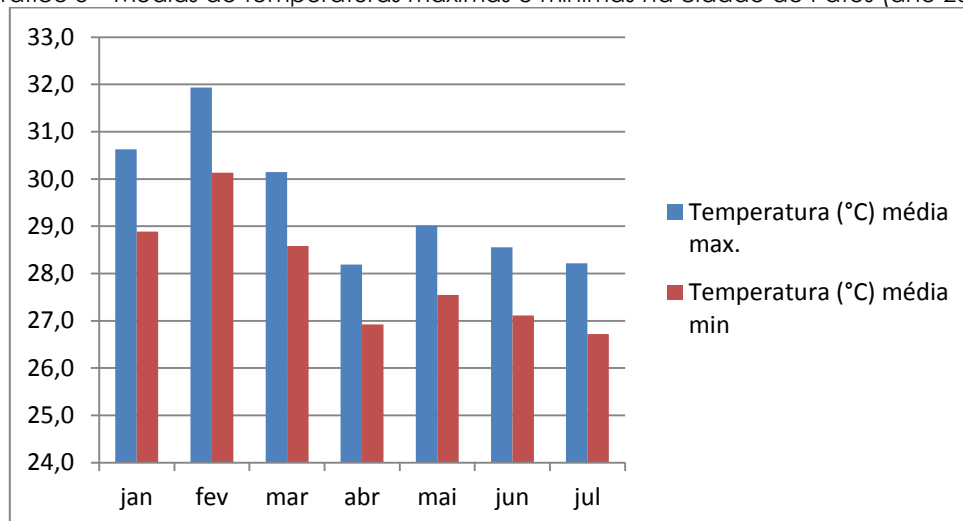
Tabela 2 - Tabela de médias de temperaturas máximas e mínimas na cidade de Patos (ano 2016).

	Temperatura (°C) média	
	max	min
jan	30,6	28,88947
fev	31,9	30,13258
mar	30,1	28,58245
abr	28,2	26,92472
mai	29,0	27,54745
jun	28,6	27,11389
jul	28,2	26,72306

	Temperatura (°C)		
	Temp. (°C) max	Temp. (°C) min	dif.
jan	37,1	22,4	14,7
fev	36,8	23	13,8
mar	38,4	22,4	16
abr	36,1	20,5	15,6
mai	37,2	20,4	16,8
jun	37,1	19,4	17,7
jul	37	19,5	17,5

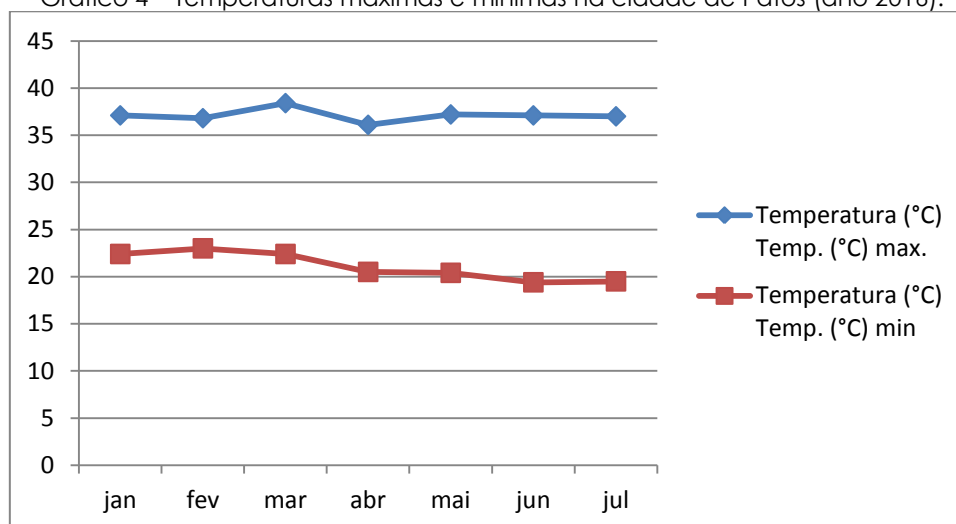
Fonte: Inmet (2016).

Gráfico 3 – Médias de temperaturas máximas e mínimas na cidade de Patos (ano 2016).



Fonte: Inmet (2016).

Gráfico 4 – Temperaturas máximas e mínimas na cidade de Patos (ano 2016).



Fonte: Inmet (2016).

Ainda tratando-se da amplitude térmica, Oliveira (2013) faz um comparativo entre as cidades de João Pessoa (capital do Estado), Campina Grande e Patos no que concernem as variáveis climáticas, no ano de 2009, em que se inclui a temperatura. Oliveira chega à conclusão de que entre as três cidades mencionadas, a última apresenta a maior amplitude térmica (*cf. infra*, Gráfico 5).

Gráfico 5 - Amplitude térmica na cidade de Patos, para o ano de 2009, em °C.

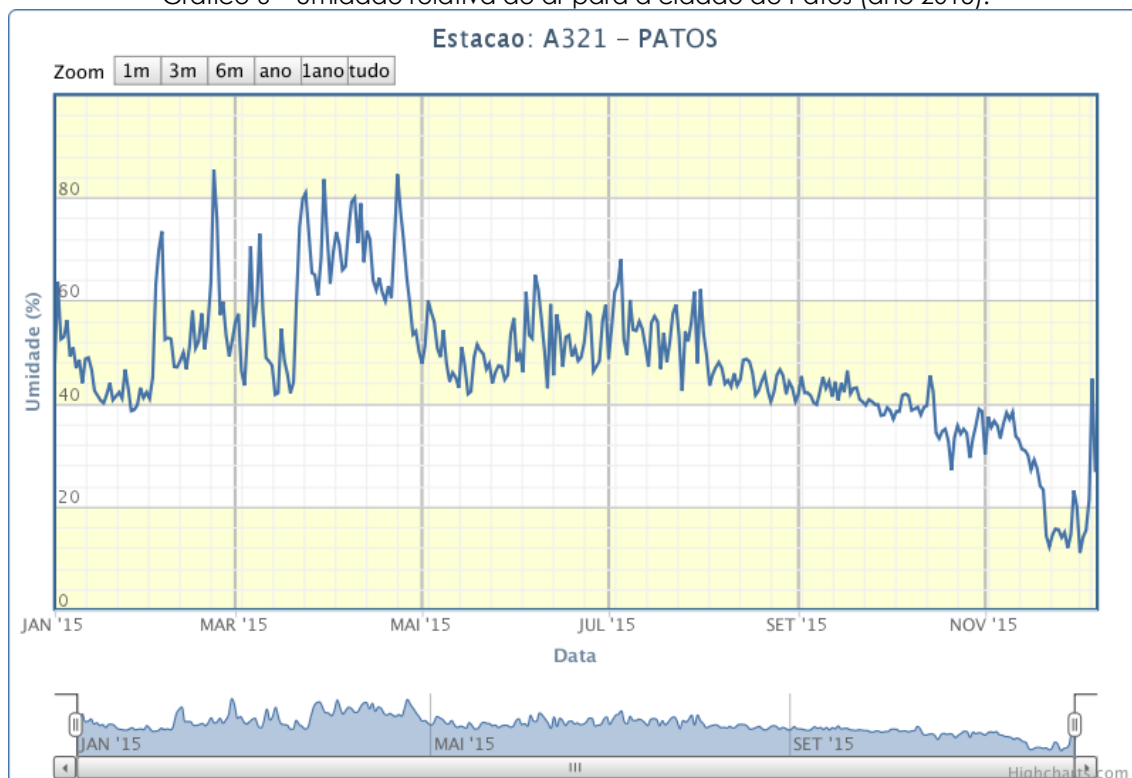


Fonte: Oliveira (2013).

2.2.2. Umidade relativa do ar

Concernente à umidade relativa do ar – UR, que variam entre a máxima de 60,92 %, no mês de abril, e mínima de 35,21%, no mês de fevereiro, sendo considerada baixa, resultado já esperado, tendo em vista as altas temperaturas e amplitudes térmicas encontradas nos gráficos (*cf. infra*, Tabela 3, Gráfico 7).

Gráfico 6 – Umidade relativa do ar para a cidade de Patos (ano 2015).



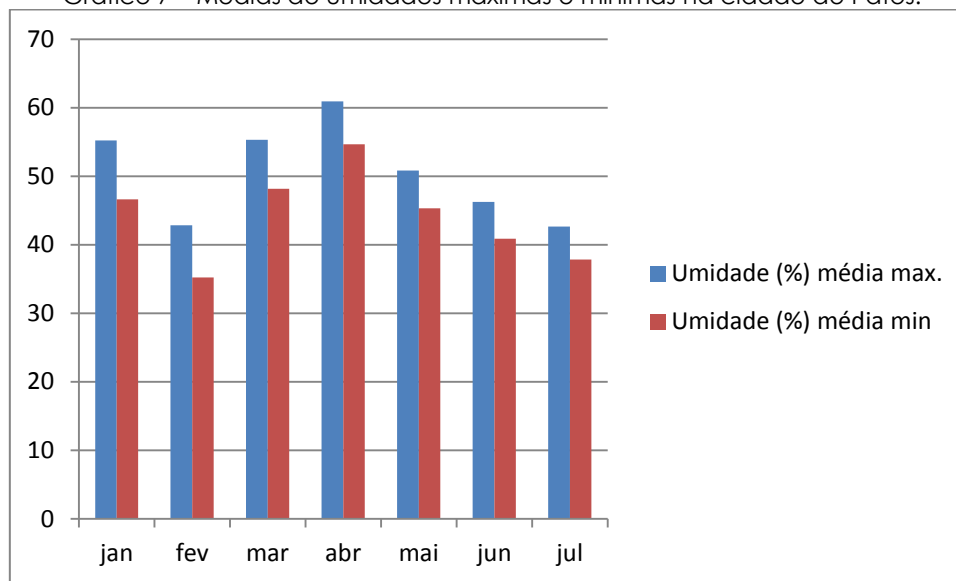
Fonte: Inmet (2016).

Tabela 3 - Tabela de médias de umidades máximas e mínimas na cidade de Patos.

	Umidade (%) média	
	max.	min
jan	55,2	46,6
fev	42,8	35,2
mar	55,3	48,2
abr	60,9	54,6
mai	50,8	45,3
jun	46,3	40,9
jul	42,7	37,9

Fonte: Inmet (2016).

Gráfico 7 – Médias de umidades máximas e mínimas na cidade de Patos.



Fonte: Inmet (2016).

O resultado encontrado é validado por Oliveira (2013), na comparação feita entre as cidades de Campina Grande, João Pessoa e Patos, sendo a UR mais baixa a da cidade de Patos (*cf. infra*, Gráfico 8).

Gráfico 8 – Comportamento da Umidade Relativa na cidade de Patos (ano 2009).

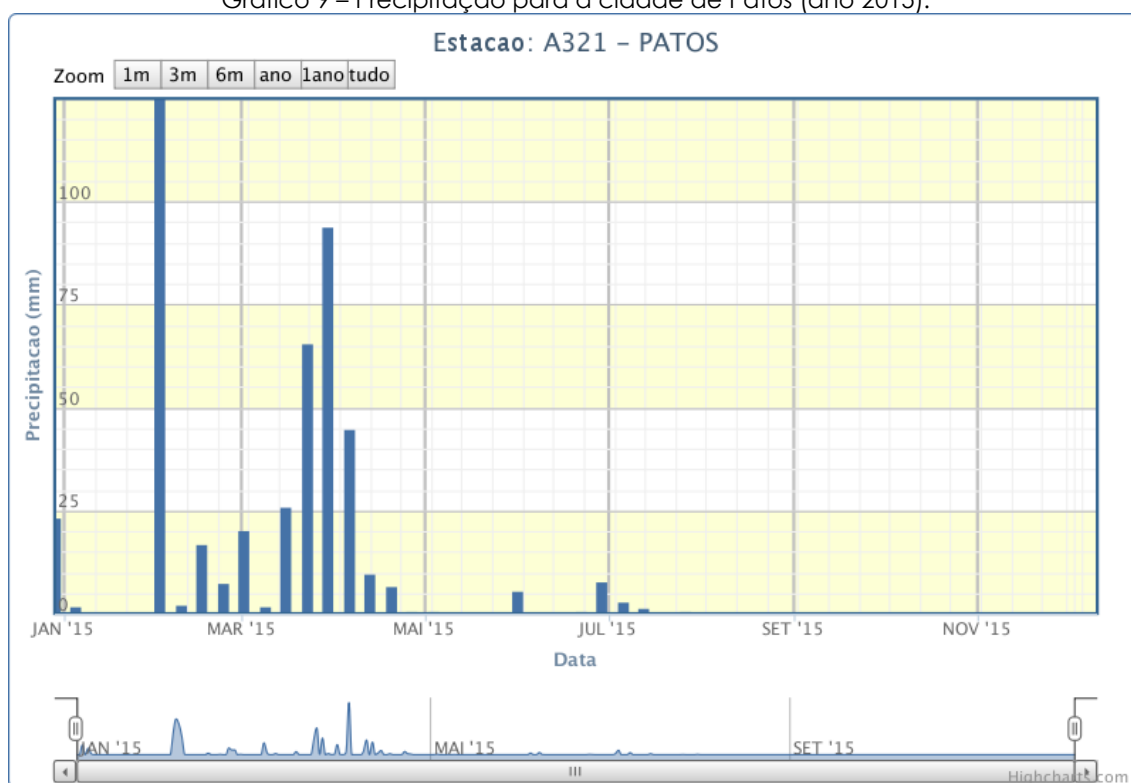


Fonte: Oliveira (2013).

2.2.3. Precipitação

Acerca da precipitação, esta se apresenta como sendo de baixo valor, como demonstrado na tabela e gráfico a seguir, sendo o máximo encontrado no mês de Junho, quando foi alcançada a quantidade de 12,4mm (cf. *infra*, Tabela 4, Gráfico 10).

Gráfico 9 – Precipitação para a cidade de Patos (ano 2015).



Fonte: Inmet (2016).

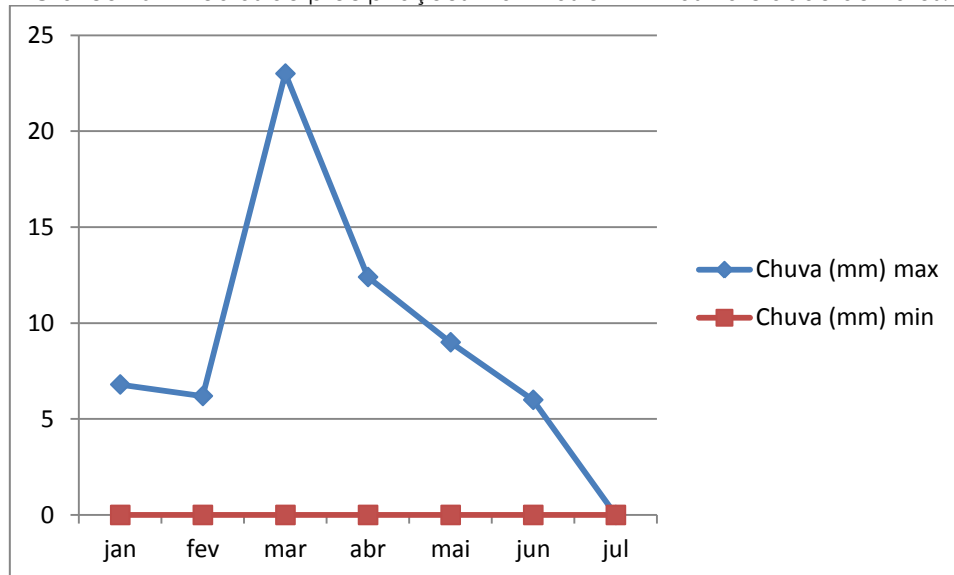
Tabela 4 - Tabela de médias de precipitações máximas e mínimas na cidade de Patos (ano 2016).

	Chuva (mm)		
	média	max	min
jan	0,2	6,8	0
fev	0,0	6,2	0
mar	0,4	23	0
abr	0,1	12,4	0
mai	0,0	9	0
jun	0,0	6	0

jul 0 0 0

Fonte: Inmet (2016).

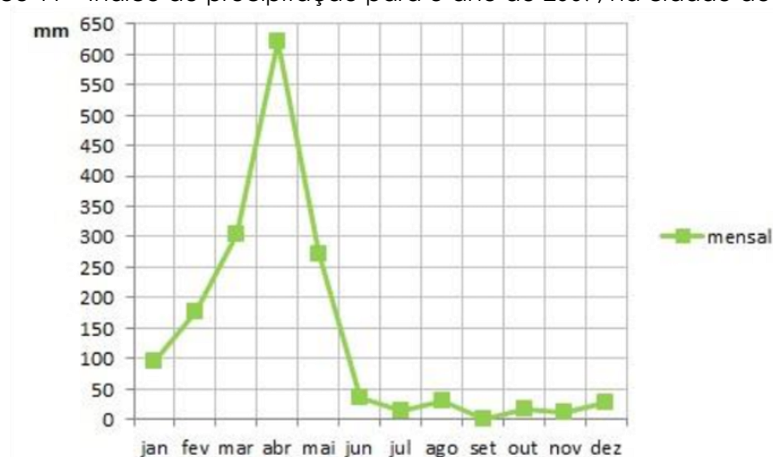
Gráfico 10 – Médias de precipitações máximas e mínimas na cidade de Patos.



Fonte: Inmet (2016).

O fator precipitação também é analisado no trabalho de Oliveira (2013), que, da mesma forma, para o ano de 2009, chega à uma conclusão semelhante. Mesmo o gráfico demonstrando um pico, atípico, no ano em que aconteceu o estudo, em um curto espaço de tempo, na maioria do ano o índice de precipitação é baixo (cf. *infra*, Gráfico 11).

Gráfico 11 – Índice de precipitação para o ano de 2009, na cidade de Patos.



Fonte: Oliveira (2013).

2.2.4. Comportamento dos ventos

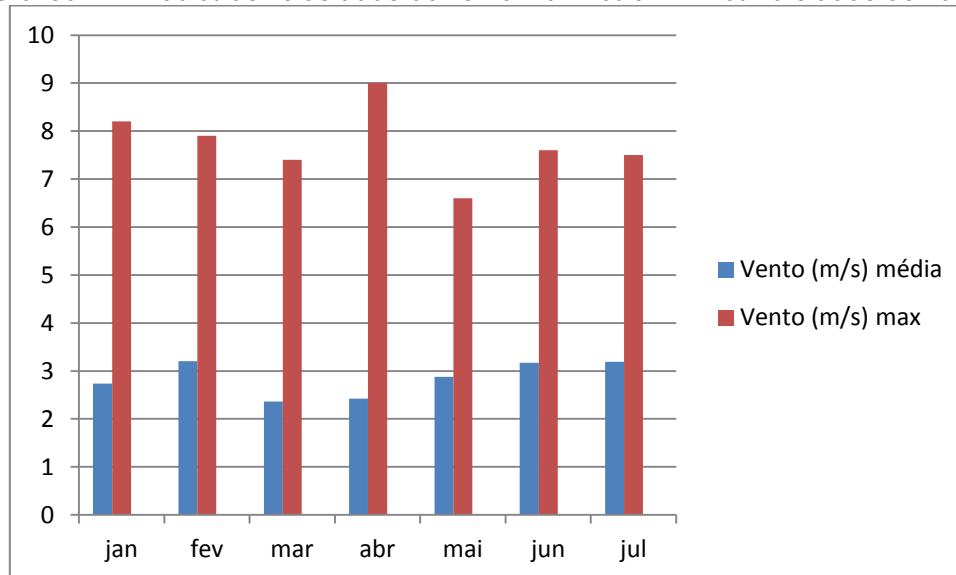
A ventilação, no âmbito de sua velocidade, é preponderante para o entendimento do clima no local onde se insere o objeto de estudo. A mesma influencia diretamente na sensação térmica dos usuários como cita Gouvêa (2002), isso quando aliada à proposição de um microclima, tendo em vista o umedecimento do ar, a fim de mitigar o caráter seco do clima em questão. Neste contexto, a seguir são apresentados dados estatísticos, tabela e gráficos que afirmam o descrito (*cf. infra*, Tabela 5, Gráfico 12).

Tabela 5 - Tabela de médias de velocidade do vento máximas e mínimas na cidade de Patos.

	Vento (m/s)		
	média	max	min
jan	2,7	8,2	0
fev	3,2	7,9	0
mar	2,4	7,4	0
abr	2,4	9	0
mai	2,9	6,6	0
jun	3,2	7,6	0
jul	3,2	7,5	0

Fonte: Inmet (2016).

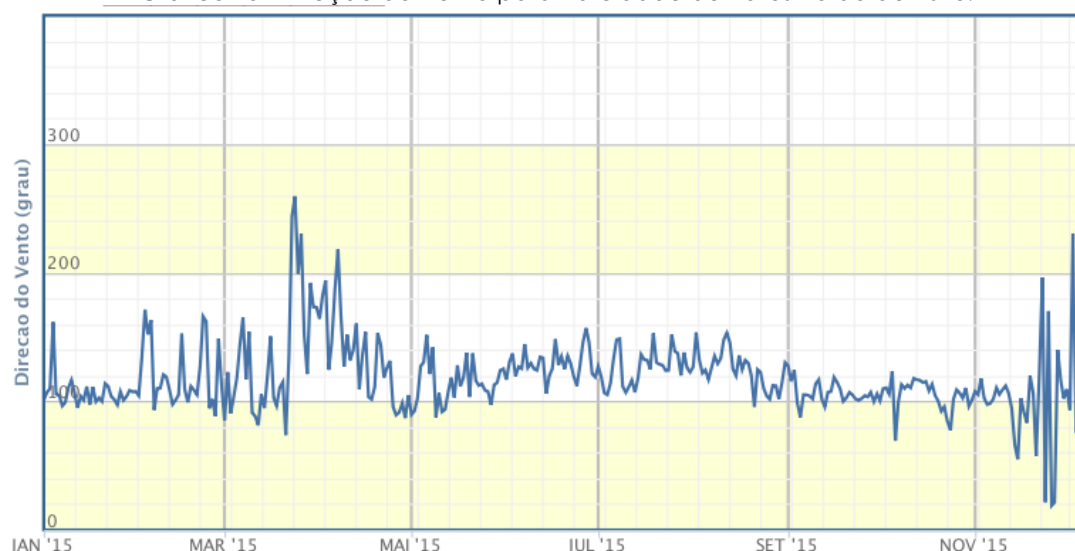
Gráfico 12 – Médias de velocidade do vento máximas e mínimas na cidade de Patos.



Fonte: Inmet (2016).

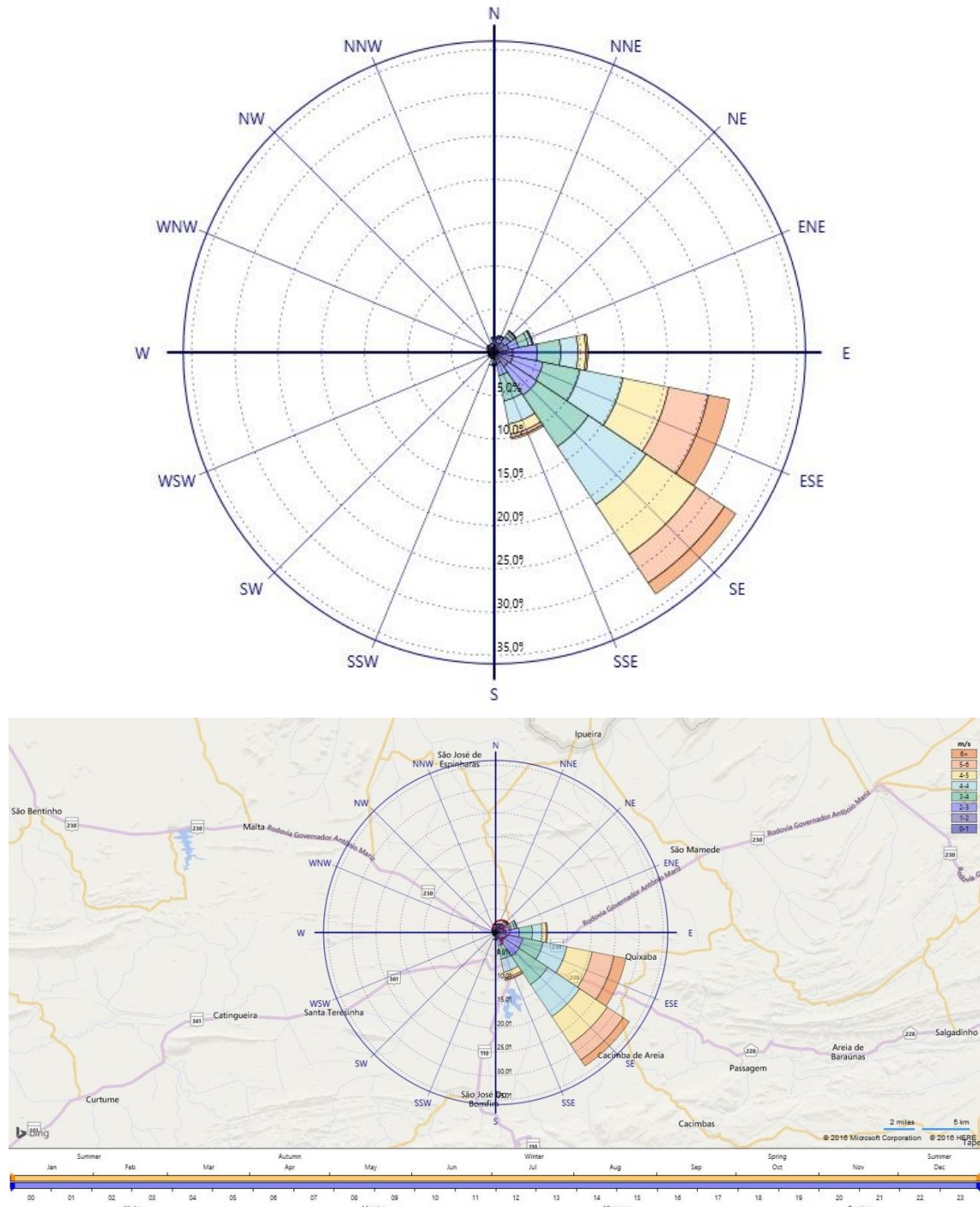
Tendo em vista que nos presentes dados observa-se que os picos de velocidade chegam a 9m/s e tendo ventilação mínima de 0m/s. Aliados a isso, têm-se os dados referentes à direção do vento, que tem como predominância o ângulo entre os valores de 100° e 200°, que se traduz na posição sudeste, com algumas oscilações pontuais para mais e para menos (*cf. infra*, Gráfico 13, Figura 20).

Gráfico 13 - Direção do Vento para na cidade de Patos no ao de 2015.



Fonte: Inmet (2016).

Figura 20 - Rosa dos ventos para a cidade de Patos (direção predominante e velocidade do vento).



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Vasari 2014.

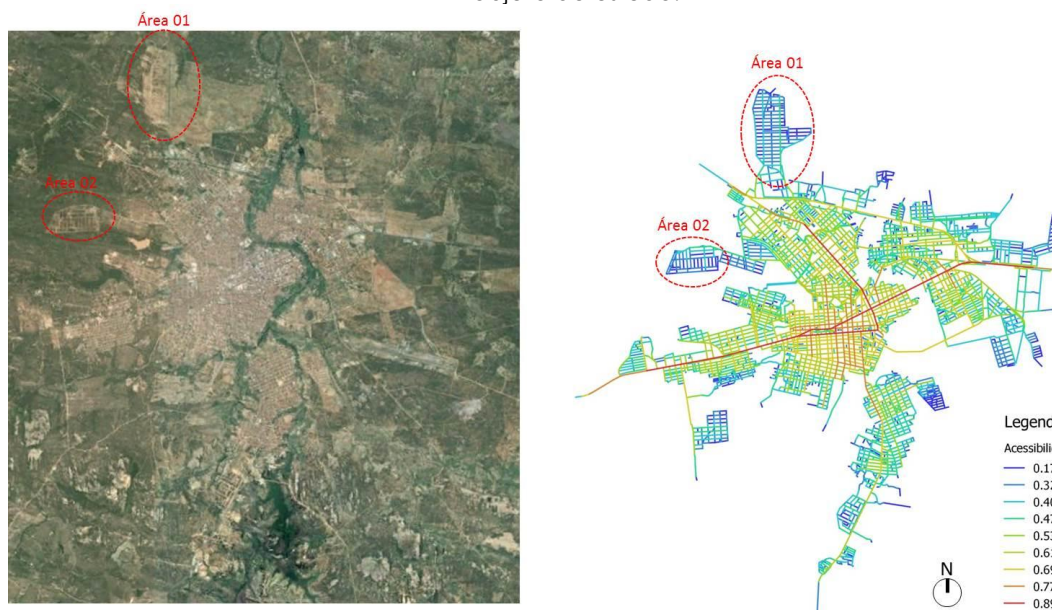
2.3. ESCOLHA E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA OBJETO DE ESTUDO: LOTEAMENTOS

Para a escolha das áreas, como objetos específicos de análise, foram levados em conta três fatores:

- **Ser caracterizada como área de expansão urbana recente**, que de certa forma é definida pelo mapa axial das áreas, ou seja, o quanto as áreas são segregadas, sendo escolhidas as que são menos integradas;
- **Pelo seu desenho**, seguindo os eixos norte-sul e leste oeste, o que permite estudos diferentes, possibilitando comparação de eficácia entre os mesmos;
- E, por último, ser uma **área não edificada, ou ser passível de ser edificada**, possibilitando os estudos em um caso real, sem a limitação de construções já existentes.

Então, levando-se em consideração essas diretrizes, o recorte espacial se dá em uma quadra de dois loteamentos horizontais, não edificados, localizados em áreas de expansão da mancha urbana da cidade de Patos-PB. Logo abaixo, tais áreas, são demarcadas no mapa axial da cidade de Patos:

Figura 21 - Mapa axial da cidade, e vista de satélite, de Patos-PB com a demarcação das áreas objeto de estudo.

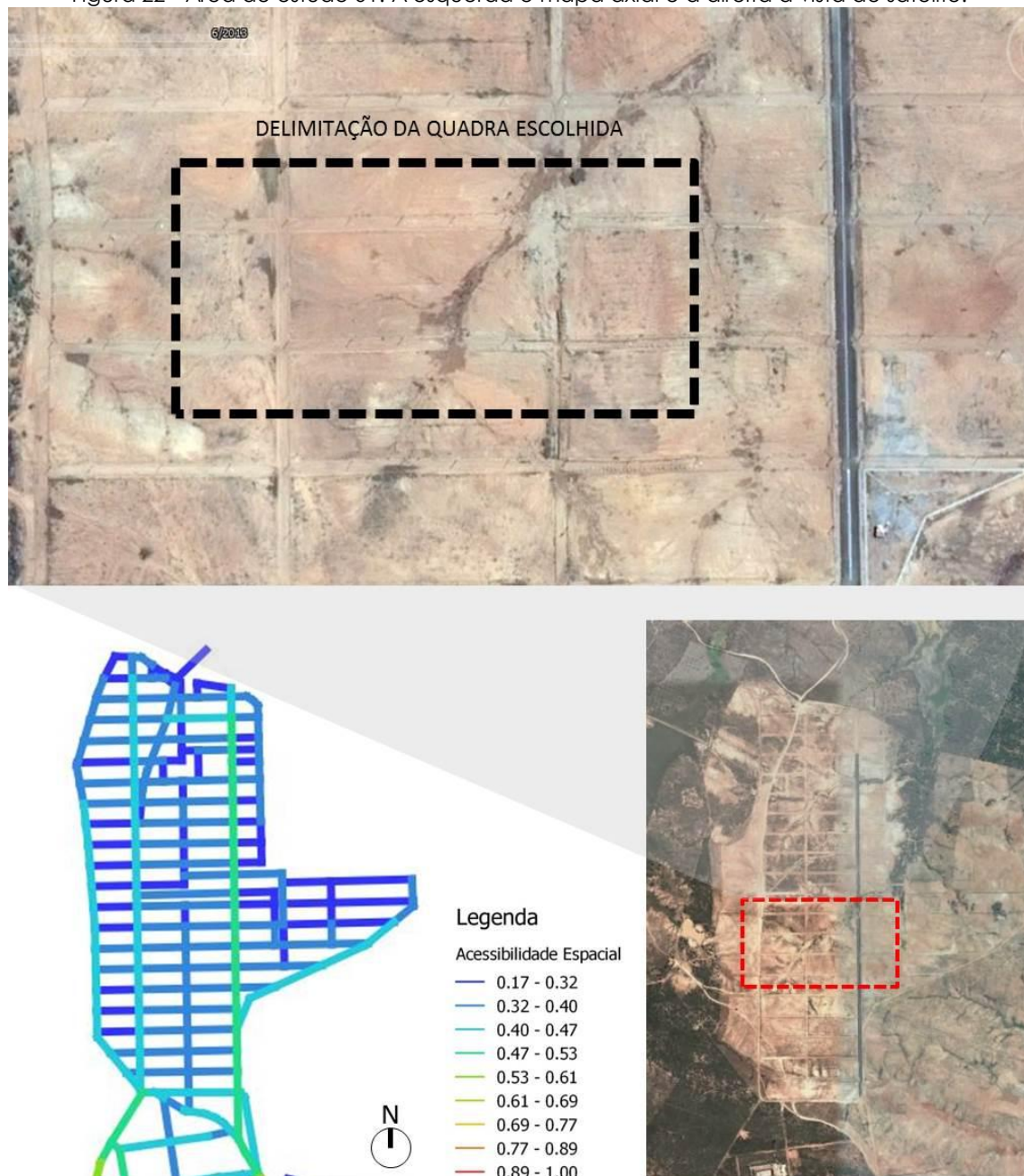


Fonte - Castro (2015). Adaptação do Autor (2016). Softwares utilizados Q-GIS, com Dephmap, e Google Earth.

2.3.1. Área de estudo 01

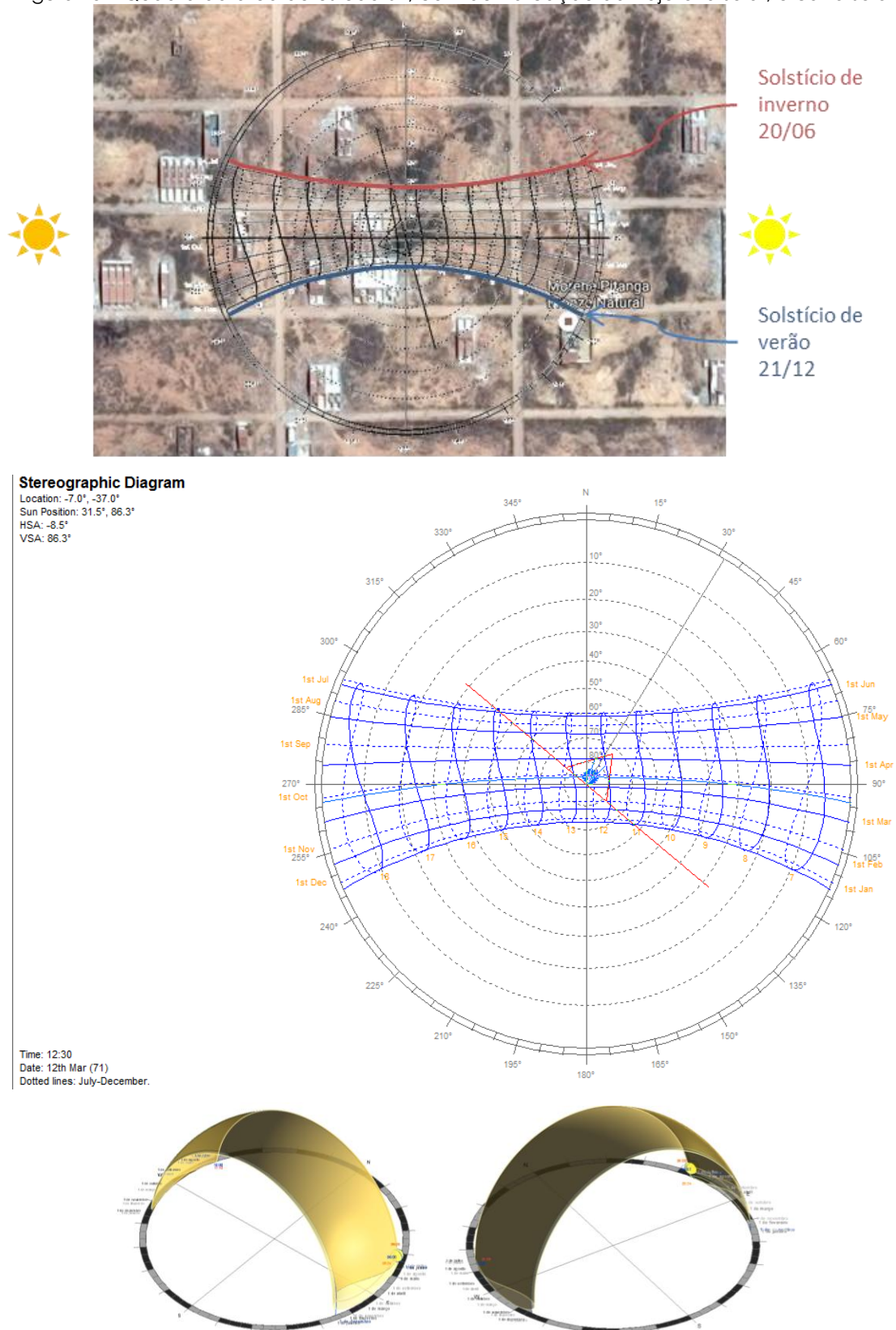
A primeira área escolhida apresenta-se como uma quadra de um loteamento, portanto passível de ser edificada, localizado ao norte da cidade de Patos. Tem como limites, ao Leste, Norte e Oeste, áreas rurais, e ao Sul faz limite com a zona urbana da cidade. Tem altos valores de segregação definidos entre 0.17 – 0.32 e 0.32 – 0.40, traduzidos na cor mais azul, como é possível observar no mapa axial (*cf. infra*, Figura 22). Tendo isso em mente, pode-se concluir que a área em questão se traduz em uma área de expansão da malha urbana da cidade de Patos-PB, validando assim a sua escolha. Em relação ao posicionamento das quadras, observa-se uma geometria retangular, com seu eixo longitudinal paralelo ao eixo Leste-Oeste, permitindo que uma transmissão de radiação solar aconteça da forma mais homogênea possível ao longo de todo o lote (*cf. infra*, Figura 23).

Figura 22 - Área de estudo 01. À esquerda o mapa axial e à direita a vista de satélite.



Fonte - Castro (2015). Adaptação do Autor (2016). Softwares utilizados Q-GIS, com Dephmap, e Google Earth.

Figura 23 – Quadra da área de estudo 01, com demarcação da trajetória solar, e carta solar.



Fonte: Adaptação do Autor (2016). Softwares utilizados Google Earth, Solar Tool e Revit 2016.

2.3.2. Área de estudo 02

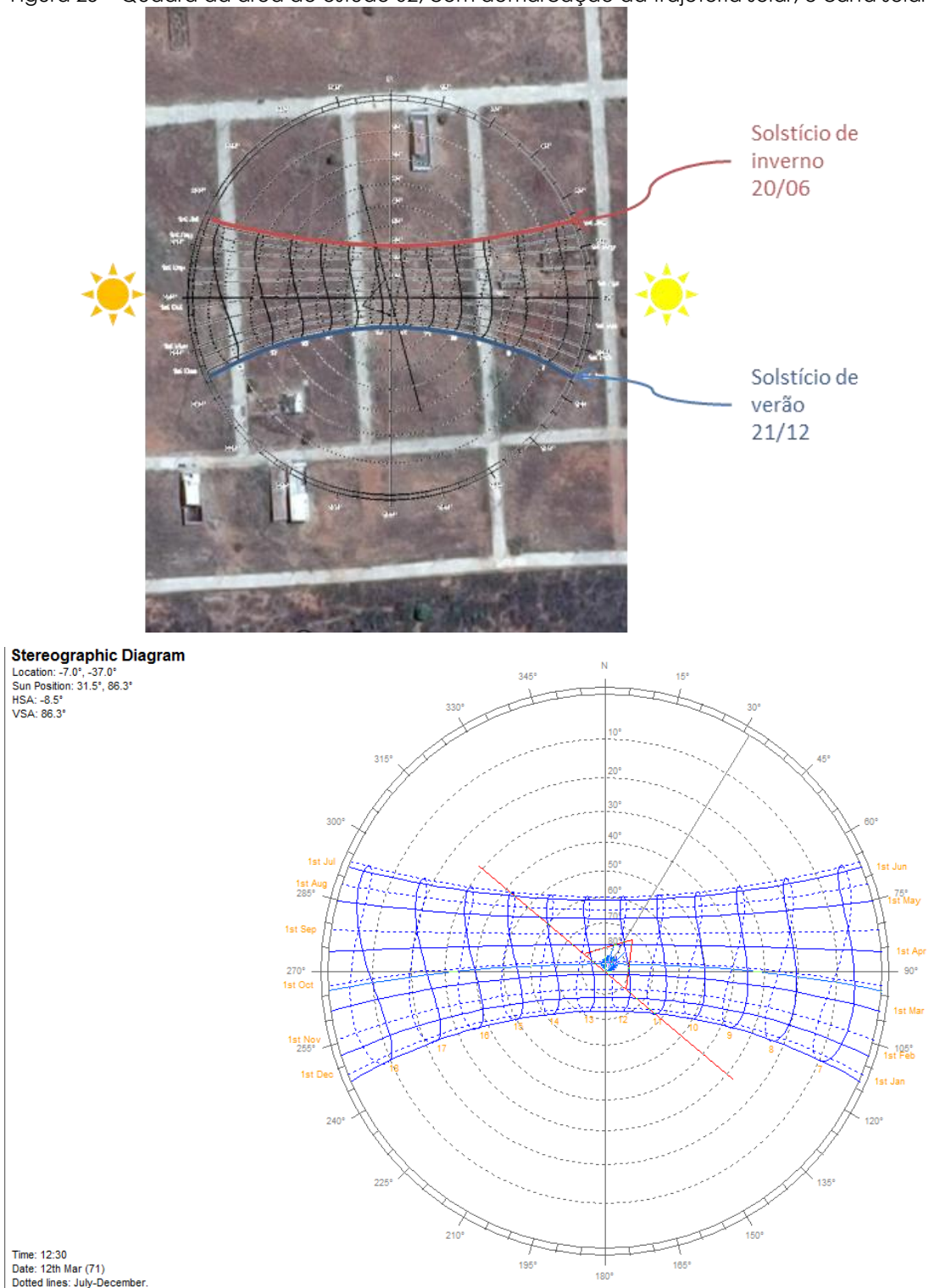
A segunda área escolhida como objeto de estudo para esse trabalho, de forma semelhante à primeira, apresenta-se como uma quadra de um loteamento, portanto passível de ser edificada, localizada a Oeste da cidade de Patos. Tem como limites, ao Leste, Norte e Oeste, áreas rurais, e ao Sul faz limite com a zona urbana da cidade. Tem altos valores de segregação definidos entre 0.17 – 0.32 e 0.32 – 0.40, traduzidos na cor mais azul, como é possível observar no mapa axial (*cf. infra*, Figura 24). Da mesma maneira que a área 01, a área 02 apresenta-se como uma área de expansão da malha urbana da cidade de Patos-PB. Acerca do posicionamento das quadras, observa-se uma geometria retangular, com seu eixo longitudinal paralelo ao eixo Norte-Sul, que diferente da área 01, modifica a transmitância de radiação em toda a quadra (*cf. infra*, Figura 24).

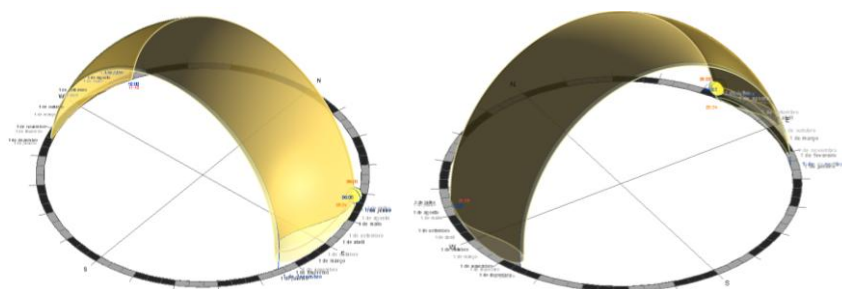
Figura 24 - Área de estudo 02. À esquerda o mapa axial e à direita a vista de satélite.



Fonte - Castro (2015). Adaptação do Autor (2016). Softwares utilizados Q-GIS e Google Earth.

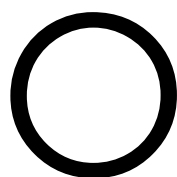
Figura 25 – Quadra da área de estudo 02, com demarcação da trajetória solar, e carta solar.





Fonte - Adaptação do Autor (2016). Google Earth, Solar Tool e Revit 2016.

3. MÉTODO, ABORDAGEM E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA



presente capítulo tem como fim descrever os procedimentos necessários para alcançar os objetivos propostos. Atendo-se à estrutura do capítulo em questão, este se resume a dois subcapítulos: 3.1- FERRAMENTAS OPERACIONAIS – PESQUISA E ESCOLHA DO SOFTWARE, que trata dos softwares de simulação bioclimática, abrange a pesquisa e apresentação destes, além do desígnio de um para utilização nesta dissertação, visto que esse se adequa às necessidades da mesma; e o 3.2 - UTILIZANDO O PROGRAMA ENVI-MET 4.0, onde serão demonstrados os procedimentos utilizados no processo de simulação para o programa selecionado.

Em relação à metodologia empregada na pesquisa, optou-se pela **abordagem de modelo misto (quantitativo e qualitativo)**, segundo Creswell (2007), ao passo que é necessário quantificar informações adquiridas com a coleta de dados, para analisá-las qualitativamente. Já em relação ao **método** empregado, entende-se esse como sendo **hipotético-dedutivo**, uma vez que, segundo Popper (1972), a partir de um problema, foi ventilada uma hipótese, onde a mesma será testada. Abaixo são enumerados os **procedimentos** para cumprimento dos objetivos propostos:

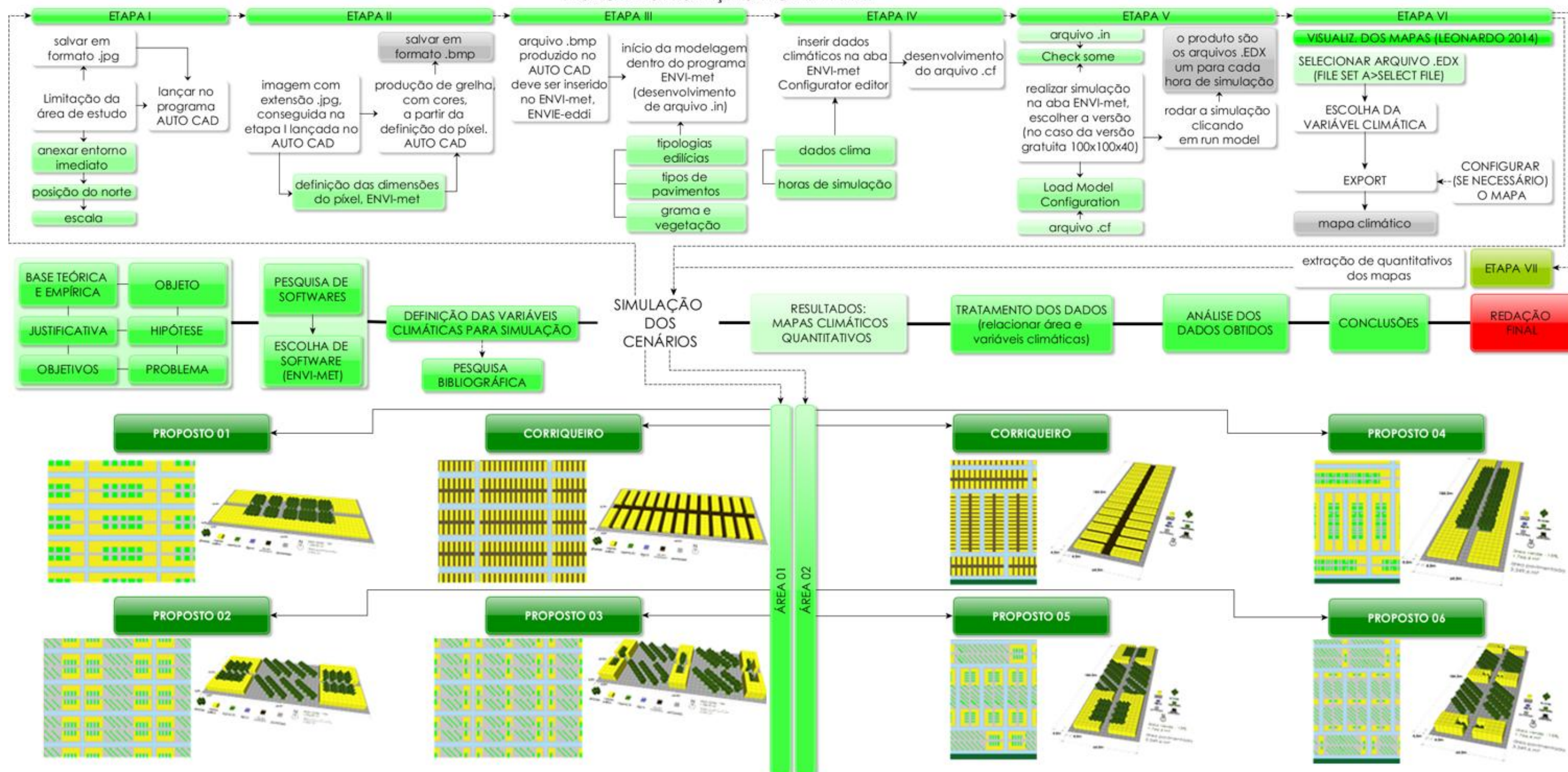
1. Escolha das áreas de estudo;
2. Aquisição de dados climáticos e geográficos sobre as áreas de estudo, assim como relacionados à cidade de Patos;
3. Modelagem e simulação dos cenários corriqueiros e dos cenários propostos, para cada objeto de estudo (ENVI-met 4.0);
4. Tratamento e análise de dados obtidos por meio das simulações, gerando tabelas e gráficos, por meio de programas específicos (Excel);

Da mesma maneira são identificados também os seguintes procedimentos:

1. Pesquisa de estudos relacionados ao urbanismo bioclimático, além de simulação ambiental e forma urbana (livros, artigos, sites, dissertações, teses, entre outros);
2. Levantamento e escolha do *software* de simulação bioclimática;
3. Comparação dos resultados obtidos a partir de cada cenário;
4. Conclusões.

O fluxograma abaixo foi desenvolvido para melhor ilustrar as etapas do presente trabalho (*cf. infra*, Figura 26).

Figura 26 - Fluxograma metodológico
FLUXO DE SIMULAÇÃO NO ENVI-MET



Fonte: Autor (2016).

3.1. FERRAMENTAS OPERACIONAIS – PESQUISA E ESCOLHA DO SOFTWARE

Silva (2013) discorre sobre a importância dos programas voltados à avaliação dos espaços construídos, arquitetônico e ambiental, como uma forma de monitoramento qualitativo da produção arquitetônica e urbanística contemporâneos. Observando a seriedade do assunto, o mercado desenvolve uma ampla gama de *softwares* voltados à área de simulação bioclimática. Neste sentido, agora é abordada a investigação sobre amplo leque de programas computacionais, ligados à simulação ambiental, que são passíveis de utilização neste trabalho, além de uma breve explanação sobre simulação computacional, assim como, sobre o programa escolhido para utilização neste trabalho, o ENVI-met 4.0.

3.1.1. Pesquisa de *softwares* aplicadas ao estudo bioclimático urbano

Visando a escolha do *software* para realizar as simulações, efetuou-se uma pesquisa relacionada aos programas que poderiam suprir a necessidade da pesquisa, visto a grande gama de produtos para esta natureza presentes no mercado, objetivando a escolha de um destes para a utilização neste trabalho. Foram então analisados vinte *softwares* em relação à **análise climática** (cf. *infra*, Tabela 6), onde se inserem critérios relacionados às possibilidades de trabalho de cada programa, por exemplo, temperatura do ar, voto predito médio – PMV, direção e velocidade do vento, temperatura de revestimento do solo, análise de trajetória solar.

Tabela 6 - softwares de simulação bioclimática - análise climática e simulação (em destaque o programa escolhido).

SOFTWARE		ANÁLISE CLIMÁTICA																			SIMULAÇÃO	
		Cart a Solar 3D	Consum o de energia	Desempenh o energético do edifício	Desempenh o dos materiais superficiais	Distribuiçã o de CO2	Grau de conforto térmico do edifício	Grau de conforto térmico urbano	Índice de Conforto Voto Médio Predito (PMV)	Índice de Fator de Visão do Céu	Máscara de sombreament o do entorno	Máscara de sombreament o do edifício	Nível da temperatur a do ar	Nível de radiação solar de fração urbana	Nível de umidad e do ar	Nível de ventilaçã o (urbana ou do edifício)	Nível de radiaçã o solar	Trajetóri a solar	Análise de ventilaçã o	Iluminaçã o (natural ou artificial)	Interio r	Exterio r
1	BREEZE																					
2	CLA																					
3	CLACA																					
4	COMFORT																					
5	CpCALC																					
6	DAYLIGHT																					
7	DesignBuilder																					
8	ECOTECT Analysis 2011																					
9	EnergyPlus																					
10	Energy10																					
11	eQUEST																					
12	ENVI-met																					
13	FCHART																					
14	GreenBuildingStudio																					
15	HEED																					
16	IES-VE																					
17	LESOCOOL																					
18	Luz Do Sol																					
19	TropLux																					
20	VASARI																					

Fonte: Lima (2014), Silva (2015), adaptação do autor (2016).



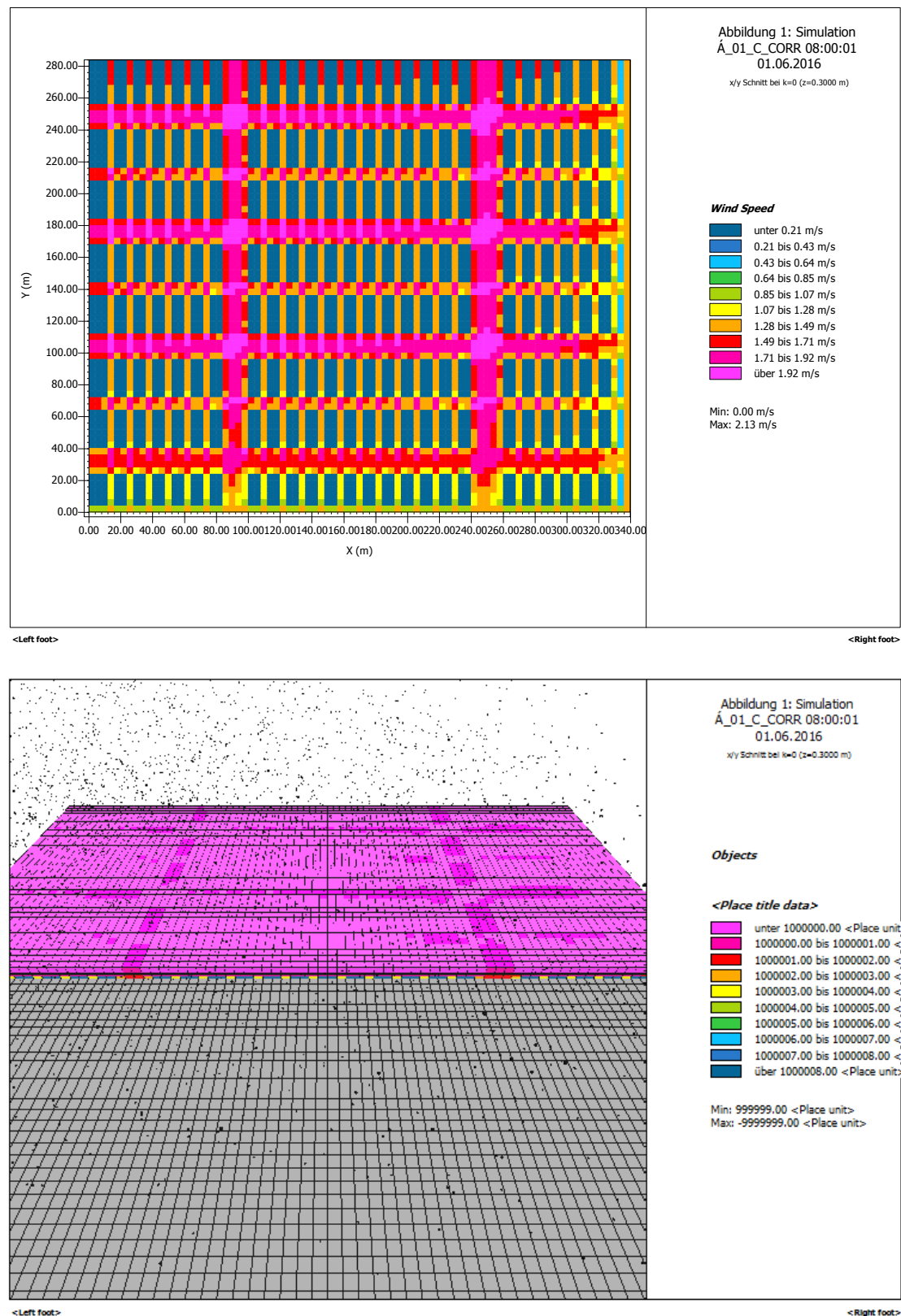
Dentre os programas pesquisados, optou-se por utilizar o **software ENVI-met** versão **4.0**, por trabalhar melhor na escala urbana. Além de também ter uma ampla gama de variáveis climáticas para análise, facilitando assim a quantidade de dados que podem ser obtidos e enriquecendo desta maneira as análises e conclusões. Abaixo são mostrados os dados gerados pelo ENVI-met 4.0 (*cf. infra* Figura 27), tendo como principal objeto concreto os mapas climáticos dos horários escolhidos para simulação (*cf. infra*, Figura 28), podendo ser representado tanto em 2D quanto em 3D.

Figura 27 - Arquivos gerados pelo ENVI-met.



Fonte: Autor (2016)

Figura 28 – mapas climáticos gerados pelo programa ENVI-met, acima representação em 2D. abaixo representação em 3D.



Fonte: Autor (2016).

3.1.2. Breve explanação sobre o software Envi-met 4.0

O ENVI-MET é uma consultoria multidisciplinar de simulação, com um portfólio de serviços essenciais incluindo a arquitetura, a construção física e microclima; arquitetura da paisagem e desenho de jardins; ele também inclui planejamento e adaptação às alterações climáticas urbanas e conforto humano e saúde (disponível em: <<http://www.envi-met.com>>.Acessado em: 2015). Ainda sobre o funcionamento do *software*, Silva (2012) discorre sobre o seu modelo de cálculo, as interações que são feitas por ele, como são feitos seus estudos, além de suas áreas de aplicação:

O programa ENVI-met avalia basicamente as interações entre as plantas, o solo e o ar. Além desta avaliação, oferece diversos parâmetros ambientais, operando por meio de uma plataforma tridimensional. O modelo de cálculo inclui: radiação de onda curta e longa, fluxo de sombreamento, reflexão e irradiação do edifício e a vegetação.

O modelo inclui estudos a partir do fluxo de radiação de ondas curtas e ondas longas. Em relação às sombras, reflexões e reirradiação de sistemas edificados e a transpiração da vegetação, transpiração, evaporação e fluxo de calor sensível da vegetação e simulação completa incluindo todos os parâmetros físicos do clima urbano.

A aplicação do ENVI-met se dá nas áreas da climatologia urbana, arquitetura, design de prédios ou planejamento ambiental, entre outras correlatas.[...] (SILVA, 2012, p. 14).

O ENVI-met 4.0 oferece uma ampla gama de variáveis climáticas para simulação, como por exemplo, *Velocidade do Vento*, *Direção do Vento*, *Perturbação de pressão*, *Fluxo de temperatura*, *Radiação Difusa*, *Radiação Refletida*, *Humidade Relativa*, *Fluxo de vapor*, *PMV – Voto Médio Predito (sensação de desconforto térmico das pessoas)*, *CO*, entre outros. Silva (2012) remete sobre os problemas que o ENVI-met 3.1 (a versão presente na época) aborda em suas simulações

em uma tabela de apresentação (*cf. infra*, Tabela 7), demonstrando o quão completo, em relação aos resultados obtidos.

Tabela 7 - problemas que o ENVI-met pode trabalhar

N	TIPO DE PROBLEMA	ENVI-met
01	CARTA SOLAR 3D	
02	CONSUMO DE ENERGIA	
03	DESEMPENHO ENERGÉTICO DO EDIFÍCIO	
04	DESEMPENHO DOS MATERIAIS SUPERFICIAIS	X
05	DISTRIBUIÇÃO DE CO ₂	X
06	GRAU DE CONFORTO TÉRMICO DO EDIFÍCIO	
07	GRAU DE CONFORTO TÉRMICO URBANO	X
08	ÍNDICE DE CONFORTO VOTO MÉDIO PREDITO (PMV)	X
09	ÍNDICE DE FATOR DE VISÃO DO CÉU	X
10	MÁSCARA DE SOMBREAMENTO DO ENTORNO	
11	MÁSCARA DE SOMBREAMENTO DO EDIFÍCIO	
12	NÍVEL DE ILUMINAÇÃO NATURAL	
13	NÍVEL DA TEMPERATURA DO AR	X
14	NÍVEL DE RADIAÇÃO SOLAR DE FRAÇÃO URBANA	X
15	NÍVEL DE UMIDADE DO AR	X
16	NÍVEL DE VENTILAÇÃO URBANA	X

Fonte: Silva (2012), adaptação do autor (2016).

É factível a ampla utilização do software ENVI-met, sendo esse utilizado em todo o mundo, ao longo de mais de 20 anos, tendo mais de 4.000 simulações (na época desta pesquisa), numa extensão territorial que vai além de 145 países, como citado no site oficial do software (*cf. infra*, Figura 29). Dentre os usuários do programa estão docentes e pesquisadores, planejadores urbanos, estudantes de áreas afins, entre outros, o que dá mais segurança para sua utilização. Além disso, esses estudos contribuem para o desenvolvimento de um amplo

material de consulta que pode ser utilizado como embasamento para este trabalho.

Figura 29 - Países em que o ENVI-met é utilizado.



Fonte: < <http://www.envi-met.com> >. Acesso em: 24 de Abril de 2015

3.1.3. Pesquisas relacionadas – breve panorama nacional e internacional

Muitas pesquisas foram realizadas com a utilização do ENVI-met 3.1 como ferramenta para simulação ambiental, tanto no panorama nacional quanto no internacional, demonstrando a eficácia do *software* como instrumento para análise urbana.

Dentre as pesquisas realizadas no panorama internacional, destaca-se o trabalho de Taleghani (2014), onde foi realizada simulação computacional utilizando o *software* ENVI-met em três cenários distintos nos países baixos, de clima temperado: um bloco com um pátio interno, blocos singulares dispostos Norte/Sul e Leste/Oeste e por fim, blocos lineares também com disposição Norte/Sul e Leste/Oeste. Foram analisadas as variáveis, temperatura do ar exterior, temperatura

radiante média, humidade relativa e velocidade do vento; sendo os dados obtidos quantificados em Temperatura Fisiológica de Temperatura – PET. Tal pesquisa contribui para o presente estudo por meio das variáveis climáticas estudadas, sendo algumas dessas utilizadas nesta dissertação.

Já no Brasil, dentre as várias pesquisas realizadas visando localizar trabalhos que utilizaram o ENVI-met como ferramenta para simulação, algumas obtiveram um maior destaque, sendo pertinentes para o presente estudo, são essas Silva (2009), Branco (2009), Nakata (2010), Nogueira (2011), Silva (2013), Rosseti (2014).

O trabalho de Silva (2009) tem como objeto de estudo, vias públicas na cidade de Teresina-PI, visando contribuir para o desenho urbano tornando-o mais confortável para o usuário. Para tanto, o mesmo leva em consideração, fatores determinantes para o microclima, vegetação, revestimento do solo, topografia e a presença de barreiras. Este utiliza como ferramenta de trabalho, para simulação ambiental o ENVI-met, obtendo dados climáticos da área de estudo, utilizados para análise e conclusões, com diretrizes gerais para o desenho urbano de vias públicas. A contribuição vem no âmbito, do seu vasto referencial teórico, explanando sobre simulação ambiental, assim como, na sua metodologia, elucidando o método para utilização da ferramenta ENVI-met.

Branco (2009), realiza a análise dos microclimas de 03 pontos na superquadra 108 Sul, localizada no Plano Piloto da cidade de Brasília-DF, levando-se em consideração as variáveis: temperatura do ar, humidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos, e temperatura superficial dos materiais. Foram realizadas medições em campo, assim como simulações computacionais utilizando o programa ENVI-met, visando à comparação de informação e validação do modelo virtual.

O trabalho de Branco (2009) dá referências de quais variáveis necessárias para utilização nas simulações, além de demonstrar a importância do método de validação por meio de medições *in loco*, sendo assim de grande contribuição para a presente pesquisa.

Já Nakata (2009) se atém ao estudo da relação existente entre o pedestre e a temperatura, no âmbito de seu comportamento, ou seja, se dá a relação entre o comportamento do pedestre e os níveis de temperatura no ambiente urbano. Tendo a pesquisa como área de estudo, um bairro residencial da cidade de Bauru-SP, onde foram realizados levantamentos com pedestres em área externas, assim como medições de temperatura. Em paralelo, foram produzidas simulações de temperatura com o *software* ENVI-met, assim como, a simulação de sensações e comportamentos de pedestres, o BOTworld. Os dados obtidos, nesses dois momentos, são comparados, a fim de validar as simulações computacionais. A posteriori, é feita uma simulação, térmica e de comportamento, para um cenário de verticalização da área. Esta pesquisa contribui por meio de seu método de trabalho, por utilizar a ferramenta ENVI-met atrelada a medições reais, como forma de validação dos modelos. Além disso, a utilização da proposta de cenário verticalizado, também é de grande valia, uma vez que se aproxima do que se pretende realizar nesta pesquisa.

A relação de cenários desenvolvidos, com o apoio da ferramenta ENVI-met também, se apresenta como pertinente. É do que trata a dissertação de Nogueira (2011), com foco do estudo em Maceió-AL, na fração de um loteamento são analisadas duas situações: a ocupação atual dos lotes e a ocupação total do mesmo. Isso resultou na confirmação da influência dos elementos, densidade construída, características termodinâmicas dos materiais de revestimento do solo e a ausência de sombreamento pela arborização, na conformação do

microclima. Esta pesquisa valida a metodologia de construção de cenários, atual e propostos, presentes neste trabalho, a fim de demonstrar as diferenças microclimáticas conseguidas em cada cenário.

Silva (2013), trata do objeto de estudo são os cânions urbanos, termo substituído em seu trabalho de cavidades urbanas. O referido autor estuda as relações de alturas e larguras das cavidades urbanas por meio de simulação computacional, utilizando o *software* ENVI-met. Foram gerados 42 (quarenta e dois) cenários de diferentes cavidades urbanas hipotéticas, tendo como área de trabalho a zona urbana de Brasília-DF., em que foi analisada a variável voto médio predito – PMV para análise de conforto. Esta metodologia de relação entre cenários se apresenta como pertinente para o presente trabalho, oferecendo a possibilidade de encontrar resultados e objetos concretos satisfatórios para análise e futuras conclusões.

Rossetti (2014), trata da utilização do telhado vegetado para solução à melhoria do conforto dos pedestres na cidade de Cuiabá-MT. Após a validação do modelo por meio de medições de temperatura *in loco*, foram desenvolvidos cenários, utilizando o programa ENVI-met, com 10, 50 e 100% da área total dos telhados vegetados, utilizando como variável de análise o PMV. Então, observaram-se os melhores números do PMV nos cenários que apresentavam telhados 50 e 100% vegetados. A solução dos telhados verdes se apresenta como uma solução para melhoria do conforto, como mostra Rosseti (2014), podendo ser atrelada a presente pesquisa como item dos cenários propostos, tendo assim sua contribuição.

3.2. UTILIZANDO O PROGRAMA ENVI-MET 4.0

A importância desta etapa se dá pela elucidação de todo o processo de simulação, o qual poderá facilitar a utilização do processo de simulação proposto por outros pesquisadores em futuras pesquisas neste tema. Por isto, é necessário discriminar o processo de simulação computacional, que em suma, se dá com a **escolha da área de estudo** para modelagem matemática da área (geração de arquivo .in), **desenvolvimento de arquivo climático** (geração de arquivo .cf) e a **geração da simulação**. Cada etapa pode ser acessada pelo respectivo ícone da barra de inicialização do ENVI-met (cf. *infra*, Figura 36). No processo serão utilizados programas de suporte, específicos em cada etapa, dependentes entre si, o Google Earth² e o AUTOCAD³.

Para uma melhor apresentação do método de simulação o presente capítulo foi dividido em seis etapas: 3.2.1 - Delimitação da área (Google Earth), 3.2.2 - Tratamento da área (Auto Cad), 3.2.3 - Modelagem (ENVI-met 4.0), 3.2.4 - Desenvolvimento do arquivo climático (ENVI-met 4.0), 3.2.5 - Realizando a simulação (ENVI-met 4.0), 3.2.6 - Processo de extração de mapas, que serão discriminadas abaixo, acrescidas de fluxograma de rotina de trabalho.

3.2.1. Delimitação da área (Google Earth)

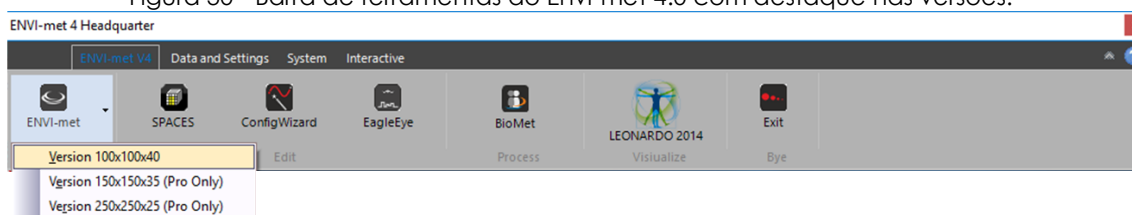
A primeira etapa no processo de simulação é a escolha da área, para tanto é necessária a utilização do programa Google Earth. Limita-se a área de estudo, levando em consideração o Norte, presente na imagem, e a escala que estão presentes na interface do *software*. Além disso, também se devem levar em consideração as dimensões da área

² Programa que permite visualizações planas da superfície da Terra, possibilitando o estudo das malhas urbanas.

³ Programa para desenvolvimento de desenhos técnicos.

de estudo, assim como a quantidade de malha urbana que deve ser limitada para o estudo. É necessário ir além da área que se quer analisar, ou seja, acrescentar algumas quadras periféricas, adicionando o entorno imediato à simulação, pois estas tem influência direta na simulação. A escolha distância limítrofe de estudo foi realizada, tendo em vista a utilização da versão gratuita do Envi-met 4.0, que limita a área de simulação de 100x100x40 *píxels* (cf. *infra*, Figura 30). O cálculo deve ser ver dividido o comprimento e a largura da área pelo comprimento e largura do *píxel* escolhido, onde o resultado encontrado será a quantidade de *píxels* que será utilizada no software. Este valor deve estar entre 100x100, que é a quantidade máxima para utilização da versão gratuita do Envi-met 4.0.

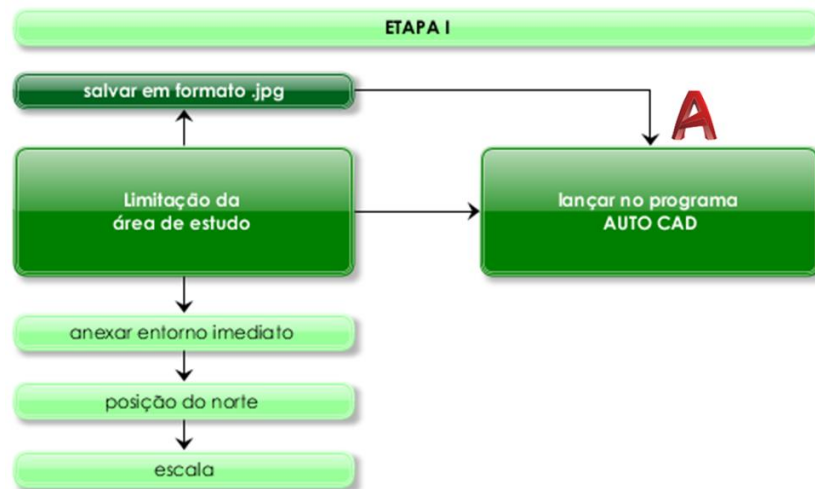
Figura 30 - Barra de ferramentas do Envi-met 4.0 com destaque nas versões.



Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: Envi-met 4.0.

Com a imagem escolhida, é preciso salvar em extensão .jpg para que possa ser utilizado pelo programa AUTO CAD (cf. *infra*, Figura 31).

Figura 31 - Fluxograma de trabalho da etapa I.



Fonte: autor (2015). Software utilizado: Yed.

Figura 32 - Recorte para simulação





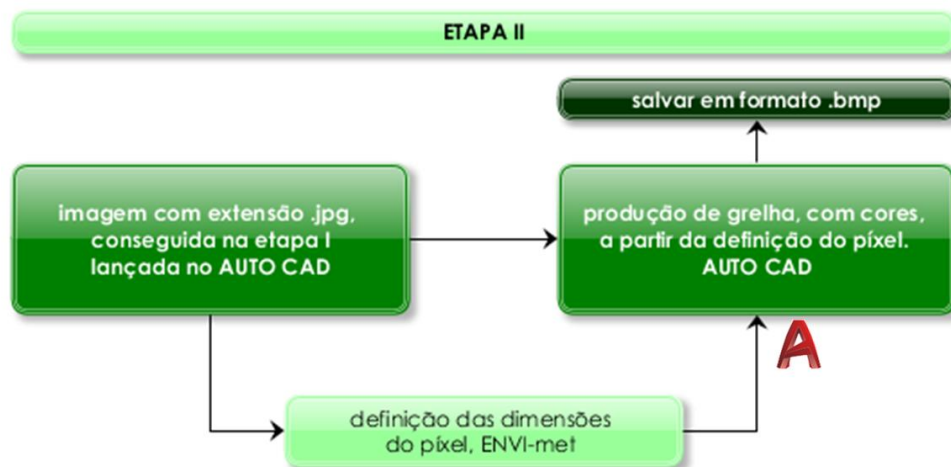
Fonte: Google Earth. Adaptação do autor (2015).

3.2.2. Tratamento da área (Auto Cad)

A segunda etapa do processo é o tratamento da imagem .jpg da área de estudo, conseguida com o auxílio do Google Earth, para o programa AUTOCAD, onde será confeccionada uma grelha com sua quadrícula dimensionada pelo calibre do *píxel* (cf. *infra*, Figura 34), utilizado no arquivo do ENVI-met, esta quadrícula será colorida com cores diferentes, uma para cada material/superfície, edificação ou vegetação da área (cf. *infra*, Figura 35). A definição desta quadrícula visa facilitar a modelagem dentro do ENVI-met, ao passo que limita melhor as tipologias construtivas, assim como os materiais presentes na área de estudo. Com a quadrícula devidamente desenhada, a mesma será salva em formato .bmp⁴ (cf. *infra*, Figura 33).

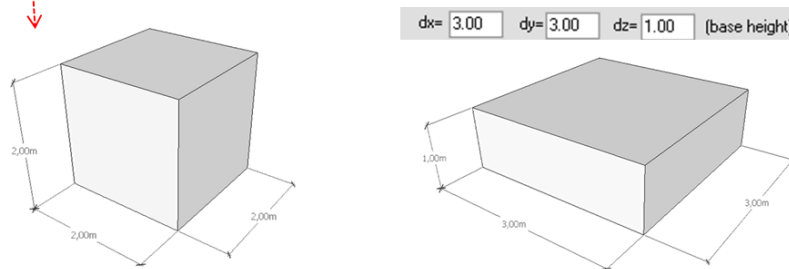
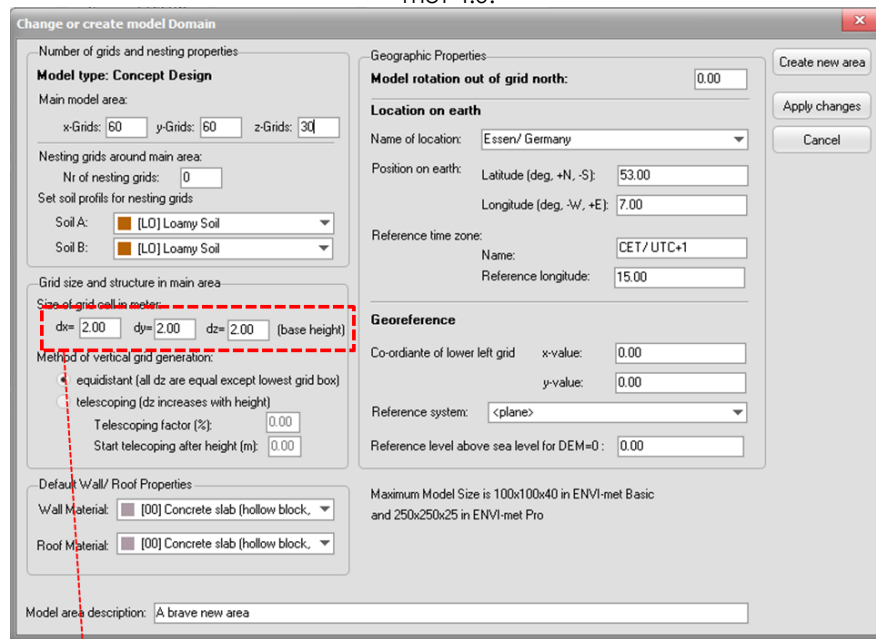
⁴ .bmp – arquivo *bitmap*. Formato aceito pelo ENVI-met para modelagem.

Figura 33 - Fluxograma de trabalho da etapa II.



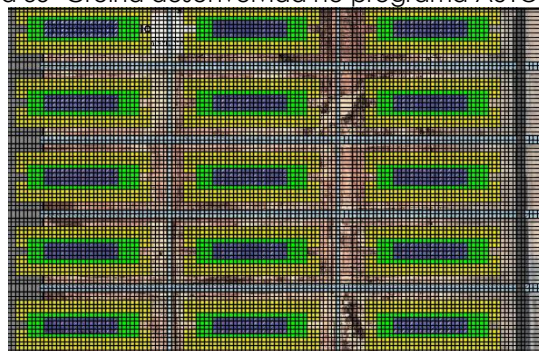
Fonte: autor (2015), software utilizado: Yed.

Figura 34- Demonstração do dimensionamento de píxel para utilização no AUTO CAD e ENVI-met 4.0.



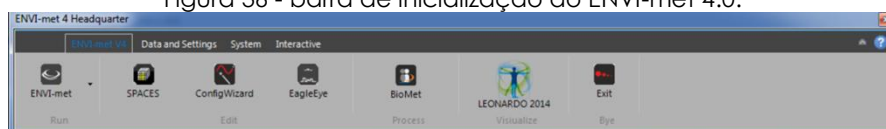
Fonte: Adaptação do autor (2016). Softwares utilizados: Sketchup e ENVI-met.

Figura 35- Grelha desenvolvida no programa AUTO CAD.



Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: AUTO CAD.

Figura 36 - barra de inicialização do ENVI-met 4.0.

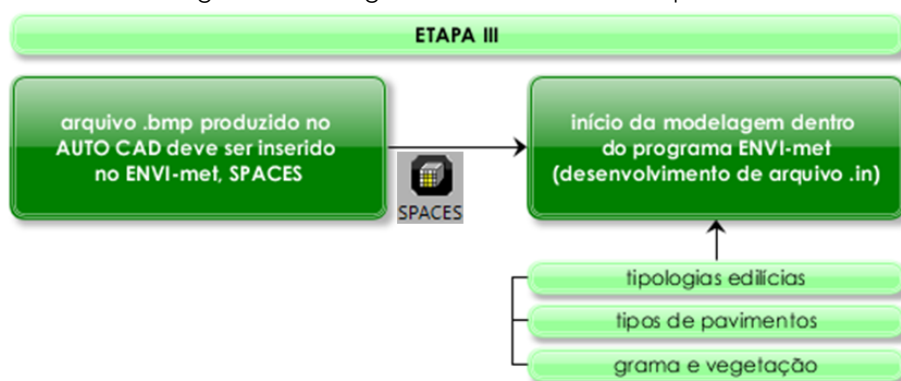


Fonte: Adaptação do autor (2016). software ENVI-met.

3.2.3. Modelagem (ENVI-met 4.0)

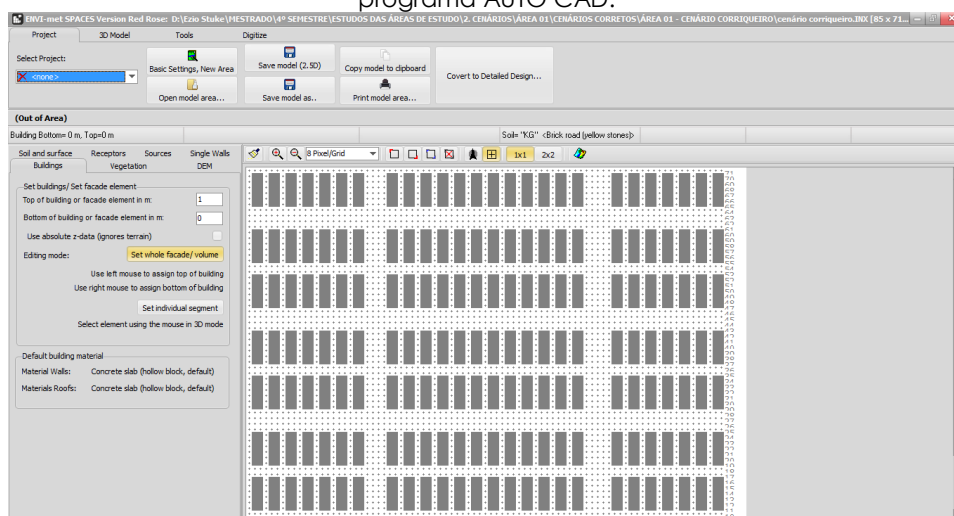
Com a imagem devidamente produzida com o programa AUTOCAD, é necessário inseri-la no software ENVI-met, na interface nomeada de ENVIEddi, podendo ser acessado pelo primeiro ícone da barra de inicialização (cf. *supra*, Figura 36). É necessário modelar a área dentro do programa, implantando edifícios, grama, e tipo de pavimento, encontrados na aba do lado esquerdo da interface do programa.

Figura 37 - Fluxograma de trabalho da etapa III.



Fonte: autor (2015), software utilizado: Yed.

Figura 38 - Modelagem no programa ENVI-met a partir de imagem hachurada advinda do programa AUTO CAD.



Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: ENVI-met.

3.2.4. Desenvolvimento do arquivo climático (ENVI-met 4.0)

Com o modelo matemático concluído e salvo o arquivo .in, é necessário passar para a próxima etapa, desenvolvimento do arquivo climático (.cf). Isto se dá utilizando o segundo ícone da barra de inicialização do ENVI-met, ENVI-met Configurator editor (cf. *infra*, Figura 42). Com a janela do ícone aberto, clicando em *File* e *New configuration*, será aberta janela para inserção de dados climáticos, onde os mesmos serão escolhidos para que seja realizada a simulação. Feito isso, será salvo o arquivo .cf o qual será utilizado na próxima etapa (cf. *infra*, Figura 39).

Figura 39 - Fluxograma de trabalho da etapa III.



Fonte: autor (2015), software utilizado: Yed.

Figura 40 - Inserção de horários para simulação, *Time and Date, Output*.

9h_C_CORR_A_01.SIM - ENVIWIZARD

Welcome

- Area Input file
- Names and folders
- Time and Date, Output**
- Meteorology: Basic settings
- Meteorology: Simple forcing
- Meteorology: Further settings
- Model timing
- Soils and Plants
- Pollutant dispersion
- Experts Settings
- Finish and save

Time and Date, Output
Define date and length of simulation and output options

Start and duration of model run

Start Date (DD.MM.YYYY): 03.12.2016

Start Time (HH:MM:SS): 8:00:00

Total Simulation Time (h): 3

Output settings

Output interval for files

Receptors and buildings (min): 30

All other files (min): 60 ☐ Include Nesting cells in output files

Edit as text... www.envi-met.com < Back Next >

Fonte: Autor (2016), software utilizado: Envi-met.

Figura 41 - Inserir dados meteorológicos, *Meteorology: Basic settings*.

9h_C_CORR_A_01.SIM - ENVIWIZARD

Welcome

- Area Input file
- Names and folders
- Time and Date, Output
- Meteorology: Basic settings**
- Meteorology: Simple forcing
- Meteorology: Further settings
- Model timing
- Soils and Plants
- Pollutant dispersion
- Experts Settings
- Finish and save

Meteorology: Basic settings
Define the basic meteorological framework for your simulation

Initial meteorological conditions

Wind uvw

Wind speed measured in 10 m height (m/s): 3.0

Wind direction (deg): 176 (0 = from North...180 = from South...)

Roughness length at measurement site: 0.01

Temperature T

Initial temperature of atmosphere (K): 311.15 = 38.00 °C (Calculated when forcing is used)

Humidity q

Specific humidity at model top (2500 m, g/kg): 5

Relative humidity in 2m (%): 10

Edit as text... www.envi-met.com < Back Next >

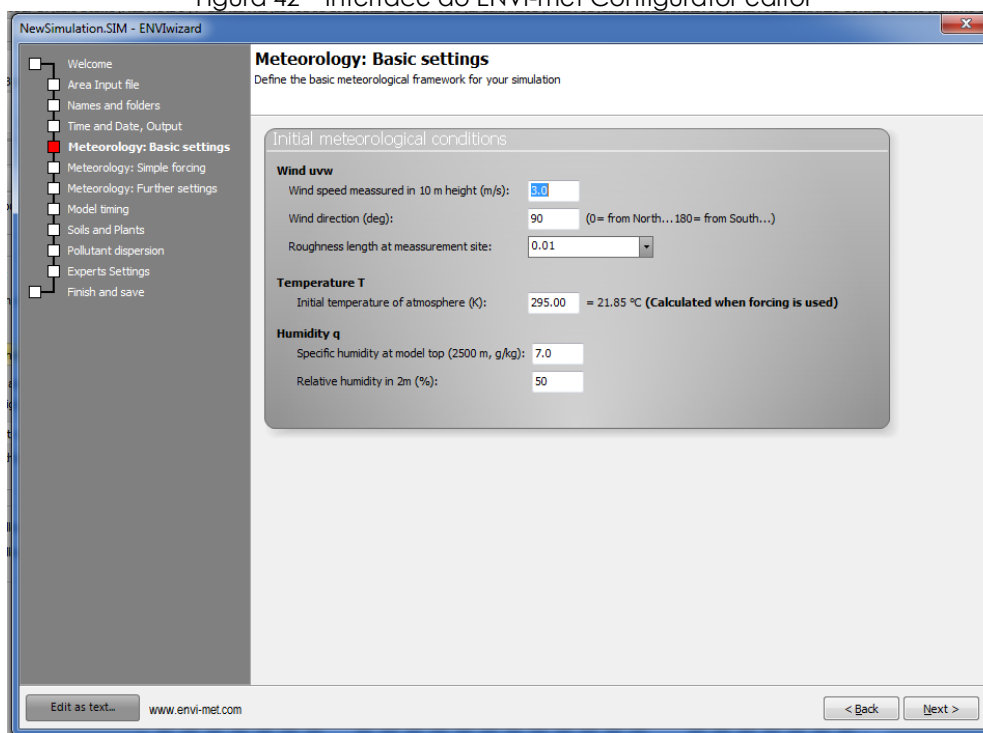
Fonte: Autor (2016), software utilizado: Envi-met.

Tabela 8 - Dados de entrada do Envi-met 4.0.

DADOS			
Dia típico	21/12/2015		
Horário de início de simulação	9h	12h	15h
Velocidade do vento a 10 m [m/s]	10		
Direção do Vento (0:N.90:E.180:S.270:W)	176		
Rugosidade da superfície de referência	0.01		
Temperatura atmosférica inicial [K]	311,15		
Umidade específica a 2.500m 5,05 9,66 [gWater/kg air]	5,05		
Umidade relativa a 2m [%]	10		

Fonte: Branco (2009) *apud* Silva (2009). Adaptação do autor (2016).

Figura 42 – Interface do ENVI-met Configurator editor

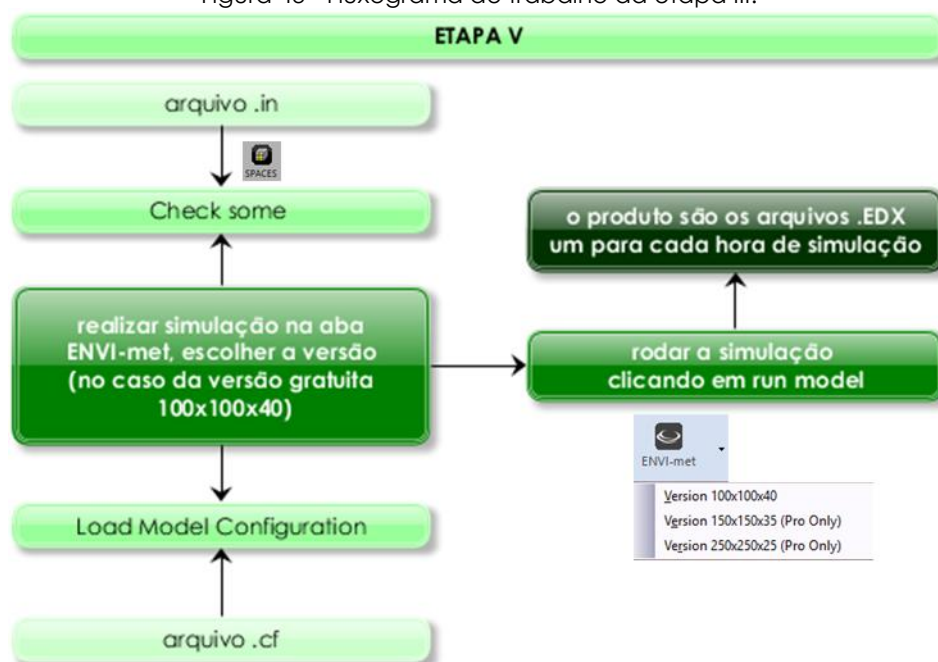


Fonte: ENVI-met, adaptação do autor

3.2.5. Realizando a simulação (ENVI-met 4.0)

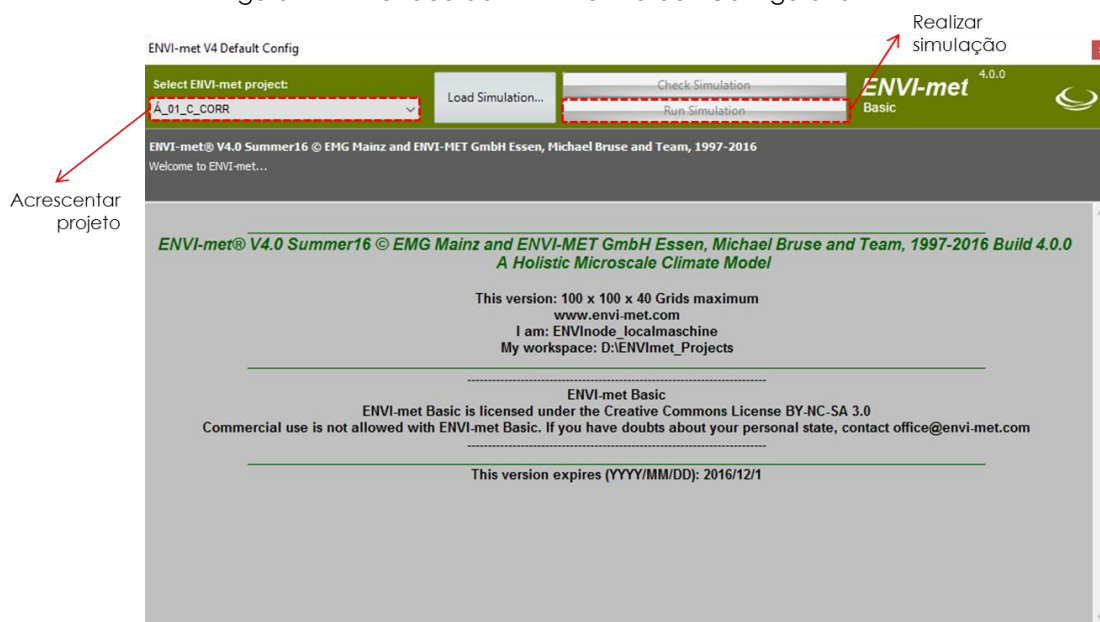
Na terceira e última etapa da modelagem será realizada a simulação, isso com a utilização dos arquivos .in e .cf. A mesma será realizada por meio do terceiro ícone da barra de inicialização, *ENVI-met Default Configuration*, com a interface aberta, clicando em *ENVI-met Output*, inserem-se o arquivo .cf, em *Load Model Configuration*, e o arquivo .in, em *Check some .in file*. Inseridos os arquivos é necessário realizar a simulação clicando em *run model*. Realizando todos estes passos serão gerados arquivos .EDX, um arquivo para cada hora em que foi feita a simulação (cf. *infra*, Figura 43).

Figura 43 - Fluxograma de trabalho da etapa III.



Fonte: Autor (2015), software utilizado: Yed.

Figura 44 – Interface do ENVI-met Default Configuration



Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: ENVI-met 4.0.

3.2.6. Processo de extração de mapas

Finalizada as etapas da modelagem é necessária uma extração dos mapas climáticos, produtos para realizar a análise de variáveis climáticas. Para tanto é necessário utilizar o plugin do programa ENVI-met chamado Leonardo, o qual se localiza na barra de inicialização (cf. *supra*, Figura 45). Então, com a mesma aberta, pela aba *Tools*, em *Data Navigator* é inicializada uma janela onde será possível inserir arquivos .EDX, gerados anteriormente, assim como em cada um deles escolher a variável climática que será analisada.

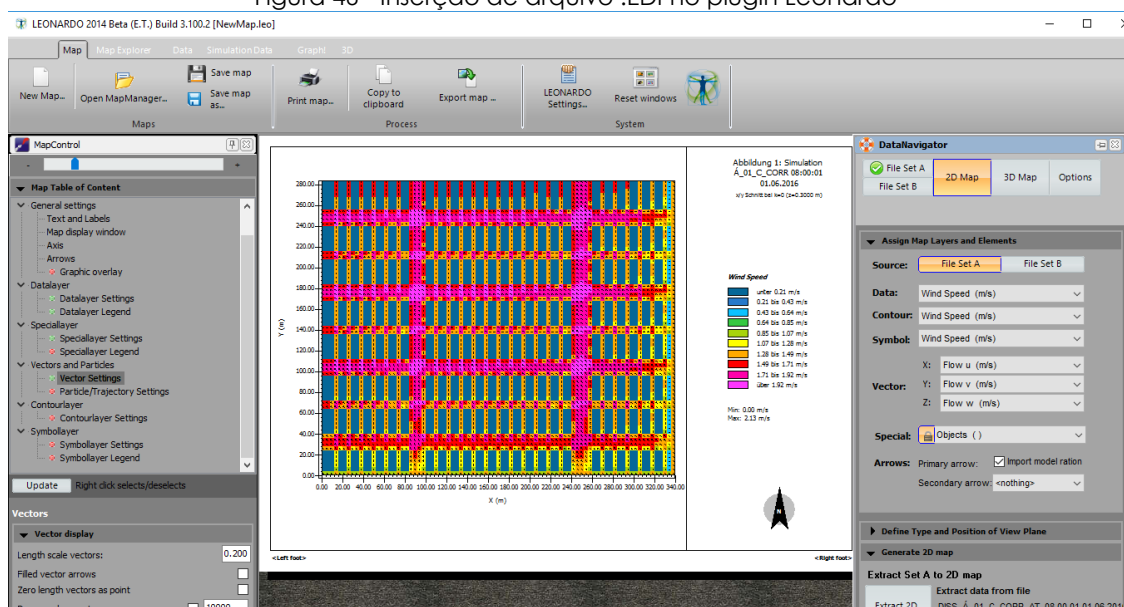
BIOCLIMATISMO E FORMA URBANA: SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL EM ÁREAS NO CLIMA QUENTE-SECO DO SERTÃO PARAIBANO

Figura 45 - Barra de ferramentas com ênfase no ícone do Leonardo.



Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: ENVI-met 4.0.

Figura 46 - Inserção de arquivo .EDI no plugin Leonardo



Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: ENVI-met 4.0.

4. SIMULAÇÕES BIOCLIMÁTICAS DOS CENÁRIOS

Uma vez discriminado o método de trabalho utilizando o software ENVI-met, no atual capítulo dá-se continuidade ao processo de cumprimento dos objetivos propostos, ou seja, gerar cenários, atual e desejados, levando-se em consideração algumas variáveis climáticas. O presente capítulo é dividido estruturalmente em três subcapítulos: o primeiro, 4.1 - VARIÁVEIS E DIA PARA SIMULAÇÃO, discorrerá sobre as variáveis climáticas que serão utilizadas para as simulações ambientais, apresentando-as, assim como justificando sua escolha; no segundo, terceiro e quarto subcapítulos, 4.2 - DIRETRIZES GERAIS PARA DESENVOLVIMENTO DOS CENÁRIOS DESEJADOS, 4.2 - DIRETRIZES GERAIS PARA DESENVOLVIMENTO DOS CENÁRIOS DESEJADOS, 4.3 - APRESENTAÇÃO DOS CENÁRIOS, 4.3.1 - CENÁRIOS - ÁREA 01, serão apresentados, respectivamente, o cenário atual e os dois cenários desejados.

4.1. VARIÁVEIS E DIA PARA SIMULAÇÃO

Antes de realizar as simulações, é necessária a definição das variáveis, climáticas e de conforto, que serão utilizadas pelo programa. Neste caso, foram escolhidas as variáveis:

- **Temperatura do ar**
- **Umidade relativa do ar**
- **Velocidade de direção do vento**

Além de terem influência direta no conforto dos usuários, e serem validadas por outras pesquisas já citadas, com a relação entre essas variáveis é possível comparar os cenários entre si.

Acerca do dia escolhido para a realização das simulações, observou-se o período seco do ano, ou seja, o de menor precipitação,

refletindo-se numa maior temperatura e menor umidade relativa do ar. Entendendo-se que, se são propostos cenários para uma melhoria do conforto urbano achou-se por bem adotar o período onde as características deste tipo de clima são mais acentuadas, pois em outros períodos os mesmos funcionariam de forma também salutar. Por fim, o mês escolhido foi o de Dezembro, no dia 21, pois é onde se apresenta o Solstício de Verão, dia em que o local recebe maior radiação solar.

4.2. DIRETRIZES GERAIS PARA DESENVOLVIMENTO DOS CENÁRIOS DESEJADOS

Para o desenvolvimento dos cenários foram levadas em conta algumas diretrizes, onde as mesmas são defendidas por autores das áreas de morfologia urbana e bioclimatismo. Além dos autores, foi levado em conta o conteúdo do plano urbanístico da cidade de Patos, sobretudo na definição da área construída possível.

Para o desenvolvimento dos cenários considerou-se algumas diretrizes, onde as mesmas são defendidas por autores das áreas de morfologia urbana e bioclimatismo. Além dos autores, observou-se o conteúdo do plano urbanístico da cidade de Patos, sobretudo na definição da área construída possível.

A priori, tem-se como diretriz propositiva a de que todos os cenários tem de **utilizar o mesmo volume edifício encontrado no cenário corriqueiro (uma edificação por lote)**. Isso por que é vivo o questionamento de que é possível, com um mesmo volume edifício, gerar formas mais eficientes do ponto de vista bioclimático. Acerca da tipologia utilizada foi realizada uma pesquisa bibliográfica com autores relacionados com o tema, os quais apresentam tipologias ligadas ao contexto urbano. A utilização do conceito do pátio é tratada por vários

autores sendo uma escolha de grande valia ao conforto ambiental. Sendo assim, a tabela a seguir demonstra a quantidade de autores que discorrem acerca das contribuições positivas que a **utilização do pátio** traz ao âmbito urbano.

Tabela 9 - Diretrizes bioclimáticas para o clima Quente e seco.

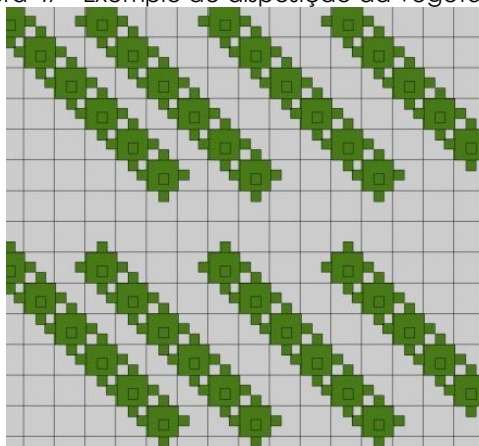
		1. ORDENAÇÃO DO CONJUNTO (URBANISMO)					2. DESENHO DA CASA (ARQUITETURA)							3. ELEMENTOS CONSTRUTIVOS						
		ELEIÇÃO DO EMPRAÇAMENTO	ESTRUTURA URBANA	ESPAÇOS PÚBLICOS	PAISAGEM	VEGETAÇÃO	TIPOLOG. DE RESID.	DISTRIB. GERAL	PLANTA DE DISTRIB.	FORMA E VOLUME	ORIENTAÇ.	O INTERIOR	A COR	ABETURAS E JANELAS	MUROS	COBERTA	MAT.	ELEM. DE PROT. SOLAR	CIMENTOS E SOTÃOS	EQUIP. MECÂNICOS
1	FROTA																			
2	OLGYAY									pátio interno										
3	ROMERO									pátio interno										
4	GUYOT																			
5	SERRA																			
6	LAMBERTS																			
7	MASCARÓ									pátio interno										
8	HILGUERAS									pátio interno										
9	MONTENEGRO									pátio interno										
10	MEIR, PEARLMUTTER, ETZION.									pátio interno										
11	HOLANDA																			
12	GOUVÊA																			

Fonte: Autor (2016).



Além disso, a maioria dos autores citados acrescenta que aliado à utilização do pátio, a **anexação de vegetação**, próximas às edificações, contribuem como medidas mitigadoras à sensação térmica para o clima Quente-Seco. Em relação a isso, Duarte e Serra (2003) defendem o uso da vegetação em áreas públicas, a qual influencia diretamente na poluição do ar ao passo o filtra indiretamente incrementando benesses de ventilação nos espaços. De forma quantitativa, Lombardo (1995) apud Gouvêa (2002) define um critério para a definição de utilização de massas verdes em áreas públicas, destinando em **15% da área de estudo para vegetação**. Entendendo esse valor como parâmetros na definição dos cenários propositivos, esses valores serão utilizados como definição de cada cenário proposto. Tendo em mente a percentagem de área verde locada, observa-se que a mesma foi disposta de forma a permitir o fluxo de ventilação, visando que o mesmo não seja barrado, diminuindo sua velocidade (cf. *infra*, Figura 47). Por fim, ao passo que foram anexadas as áreas verdes e massas edificadas, foram definidas as áreas pavimentadas, tendo em vista a utilizadas das mesmas como rotas de deslocamento pelos pedestres.

Figura 47 - Exemplo de disposição da vegetação.

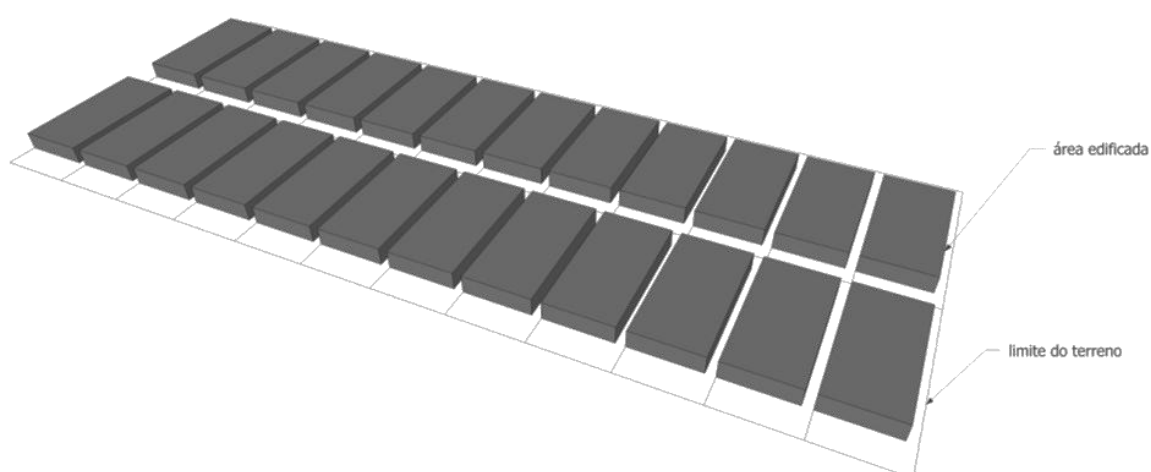


Fonte: Autor (2016).

4.3. APRESENTAÇÃO DOS CENÁRIOS

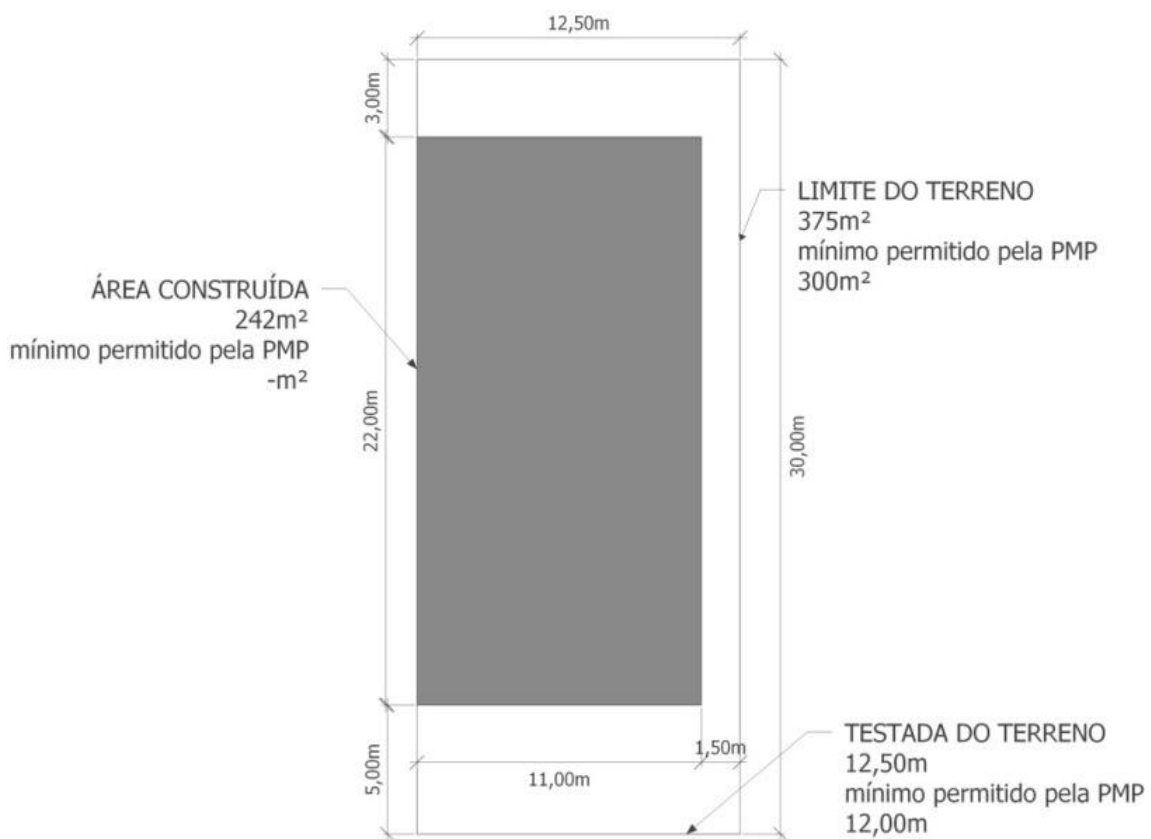
Tendo em vista a área 01, e levando-se em consideração o plano urbanístico da cidade de Patos, o mesmo cita no Livro II, Título II, Capítulo III, Seção I, que cada lote deverá ter área inferior a 300m², com testada de no mínimo 12m (cf. *anexo*). A partir do exposto foi realizado o parcelamento da quadra (120m x 60m) da área objeto de estudo 01 em 24 lotes no total (cf. *infra*, Figura 48), com testada de 12,50m cada um (cf. *infra*, Figura 49), obedecendo assim às normativas propostas pelo plano diretor.

Figura 48 - Demonstração volumétrica da área construída, por quadra, da situação usual, da quadra 01, permitida pela Prefeitura Municipal de Patos.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup

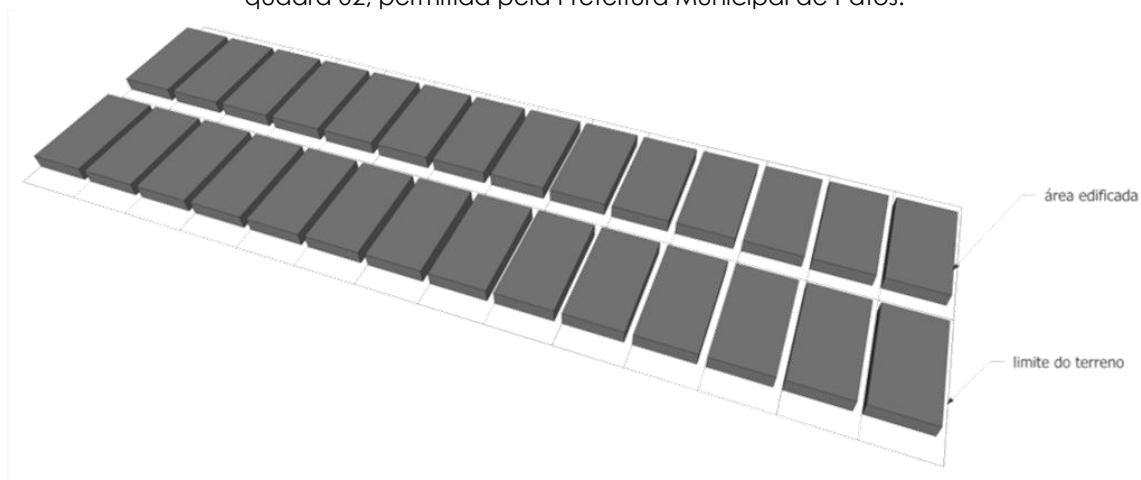
Figura 49 - Demonstração volumétrica da área construída, por lote, da situação usual, da quadra 01, permitida pela Prefeitura Municipal de Patos.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

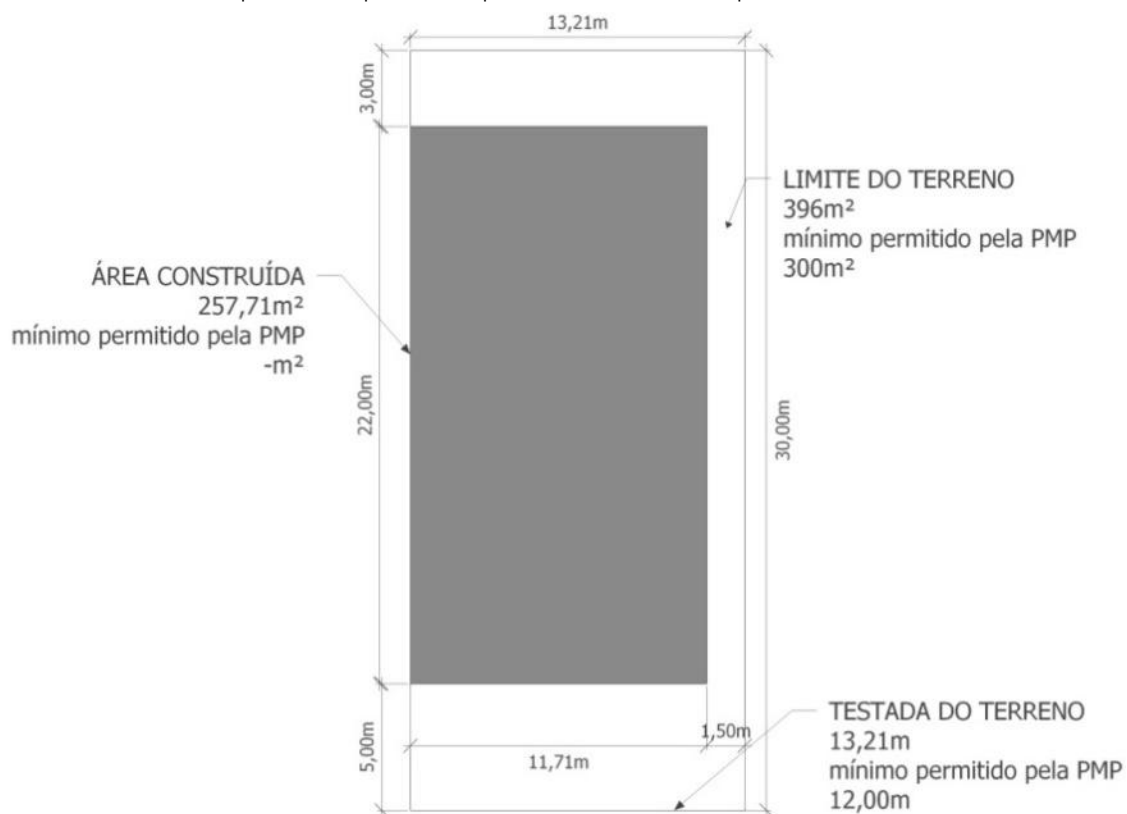
Da Mesma forma, na área 02, no capítulo III, foi realizado o parcelamento da quadra (185m x 60m) em 28 lotes no total (*cf. infra*, Figura 50), com testada de 13,21m cada um (*cf. infra*, Figura 51), obedecendo assim às normativas propostas pelo plano diretor.

Figura 50 - Demonstração volumétrica da área construída, por quadra, da situação usual, da quadra 02, permitida pela Prefeitura Municipal de Patos.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 51 - Demonstração volumétrica da área construída, por lote, da situação usual, da quadra 01, permitida pela Prefeitura Municipal de Patos.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

De maneira geral foram desenvolvidos, para as áreas 01 e 02, um total de oito cenários, quatro para cada uma, sendo um corriqueiro e

mais seis propositivos. Tendo isso em vista, o cenário corriqueiro se caracteriza como sendo o que reflete a tipologia de quadra utilizada atualmente no Brasil. Ou seja, de acordo com a legislação vigente em cada município são obedecidas as diretrizes para parcelamento de solo, resultando em uma divisão da área total da quadra em lotes, em que cada um pode abarcar uma edificação. Desta maneira, o cenário corriqueiro se apresenta de caráter ultra para o desenvolvimento das proposições, ao passo que deste é calculado o volume edilício. O qual será utilizado e remodelado nos últimos, desde que não se modifique seu valor, para mais ou para menos, a fim de tornar a quadra mais eficiente do ponto de vista bioclimático.

4.3.1. CENÁRIOS - ÁREA 01

a. Cenário corriqueiro

Neste cenário é simulada a situação atual que acontece na maioria dos parcelamentos de solo, quadras que são divididas em lotes, sendo cada lote reservada para uma edificação (seguindo as diretrizes urbanísticas de cada município onde se localizam as quadras) (cf. *infra*, Figura 52).

Tabela 10 - Quantitativos do cenário corriqueiro para a área 01.

Tabela 6 - Quantitativos do cenário completo para a área 01		
L(m)	C (m)	ÁREA
340	284	

DIMENSÃO MÍN. DE TESTADA		LOTES
12		
QUANT. DE LOTES(/QUADRA)		
13,333	13,000	
13		
26.6667		

QUANT. DE PIXELS TOTAL (/QUADRA)		PIXELS TOTAL
640		
QUANT. DE PIXELS CONST.(/QUADRA)		
312		
QUANT. DE PIXELS LIVRE(/QUADRA)		
328		

26			
ÁREA(/LOTES)			
393,8461538			
TESTADA		COMPRIMENTO	
12,30769231		32	
RECUOS			
R. F	R. P	R. L.D	R. L. E
5	3	1,5	1,5
ÁREA RECUOS (m²)			
A.R.F	A.R.P	A.R.L.D	A.R.L.E
61,538	36,923	36	36
TOTAL REC. (m²)	170,4615385		
ÁREA CONSTRUÍDA			
223,3846154		223	
VOLUME EDILÍCIO			
670,1538462		670	

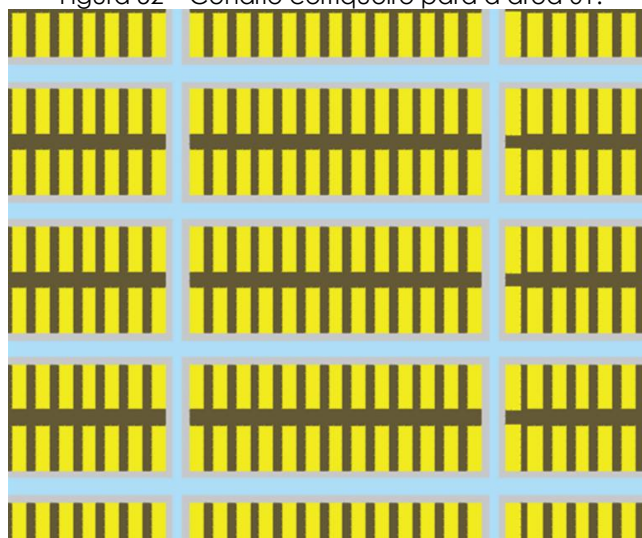
DIMENSÃO DO PÍXEL (LxCxA)		
L (m)	C (m)	A (m)
4	4	3
Á. A SER TRABALHADA (ENVI-MET)		
L (m)	C (m)	
85	71	
QUANT. PIXELS POR LOTE (Á. CONST)		
13,96153846	12	
c	l	
2	6	

obs: foi diminuído 01 pixel a fim de melhorar a compacidade da área

DIMENSÕES DA QUADRA		QUADRA
L (m)	C (m)	
160	64	
AREA TOTAL DA QUADRA (m²)		
10240		
QUANT. DE PIXELS (/QUADRA)		
C (unid.)	L (unid.)	
40	16	
640		

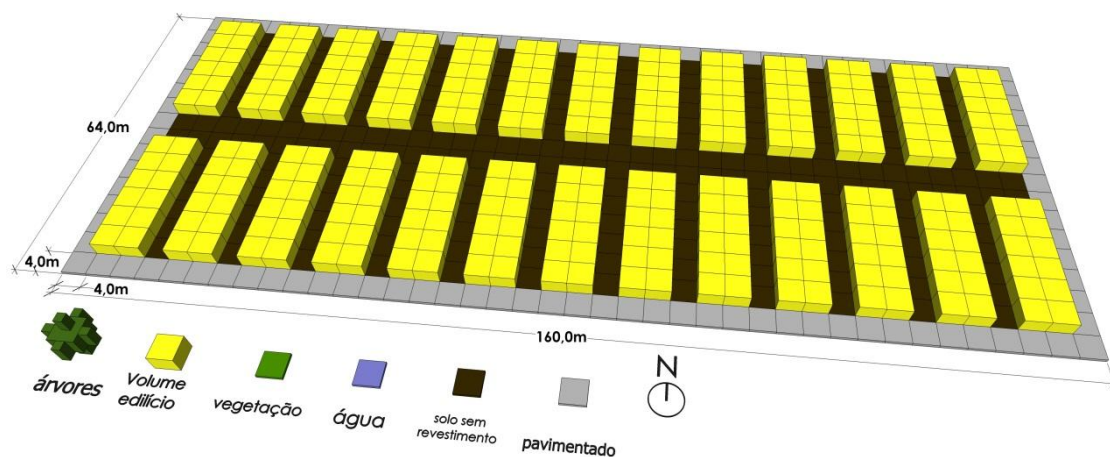
Fonte: Autor (2016).

Figura 52 – Cenário corriqueiro para a área 01.



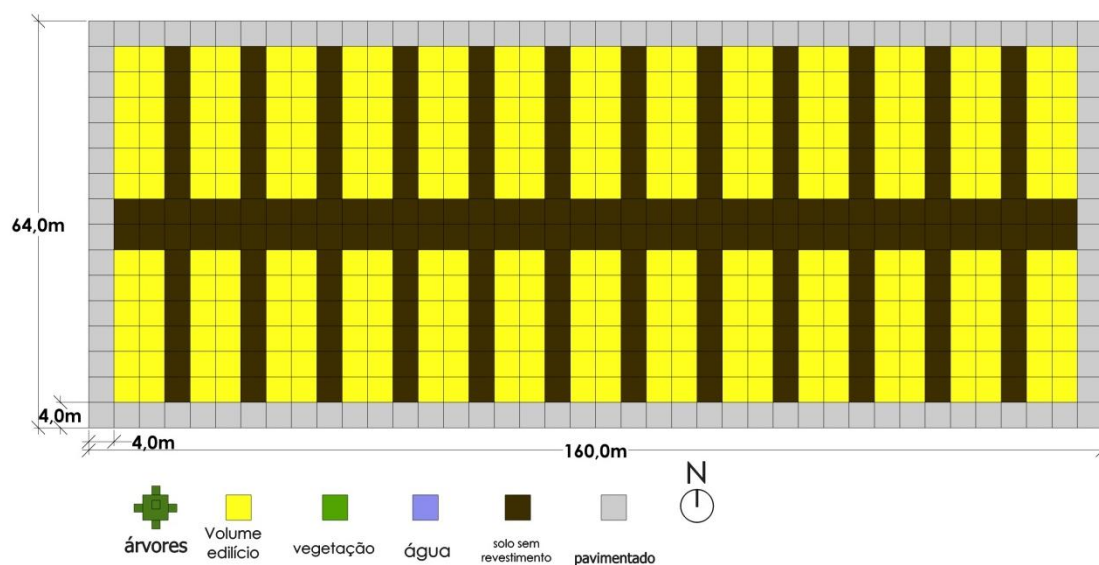
Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Auto CAD.

Figura 53 - Representação em 3D do Cenário Corriqueiro – Área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 54 – Representação em vista de topo do Cenário Corriqueiro – Área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

A importância da simulação deste tipo de cenário é a constituição do quantitativo do volume edílico que servirá como base para a construção dos cenários propostos. Além disso, servir como comparativo para os outros modelos, apontando quais as possíveis benesses trazidas pelas últimas, tendo em vista o aspecto bioclimático.

b. Cenário proposto 01

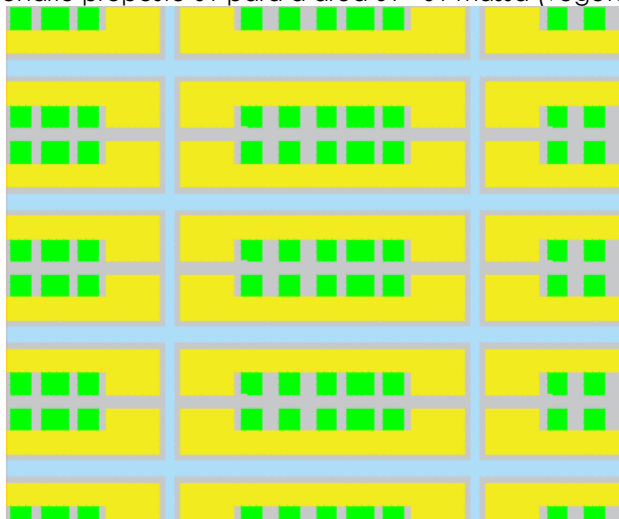
Aqui se iniciam as proposições morfológicas para a área 01. O primeiro cenário, assim como todos os de caráter propositivo, utiliza da mesma quantidade de volume edílico encontrado no cenário corriqueiro. Este se caracteriza por ser constituído por apenas um agrupamento de massas, que se relacionam por meio de um pátio interno (*cf. infra*, Figura 55).

Tabela 11 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 01 para a área 01.

1 MASSA	
1 MASSA	156
LINHA	38
LINHA x LARG.	3 114
LATERAIS	42
1 LATERAL	21
CxL	7 3
2 MASSAS	312
PÁTIO INTERNO	
CxL	24 8
total	192
grama (píxels)	96
grama (m²)	1536
paviment. (píxels)	136
paviment. (m²)	2906

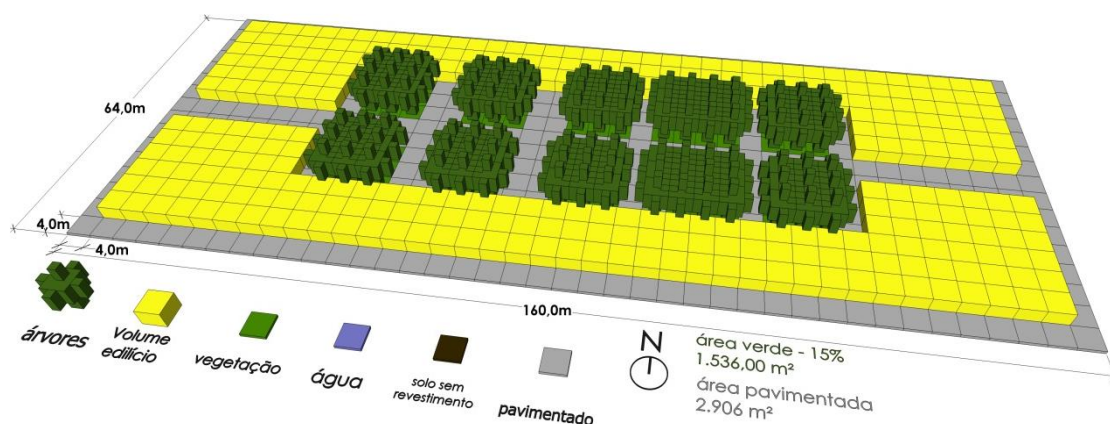
Fonte: Autor (2016).

Figura 55 – Cenário proposto 01 para a área 01 - 01 massa (vegetação central).



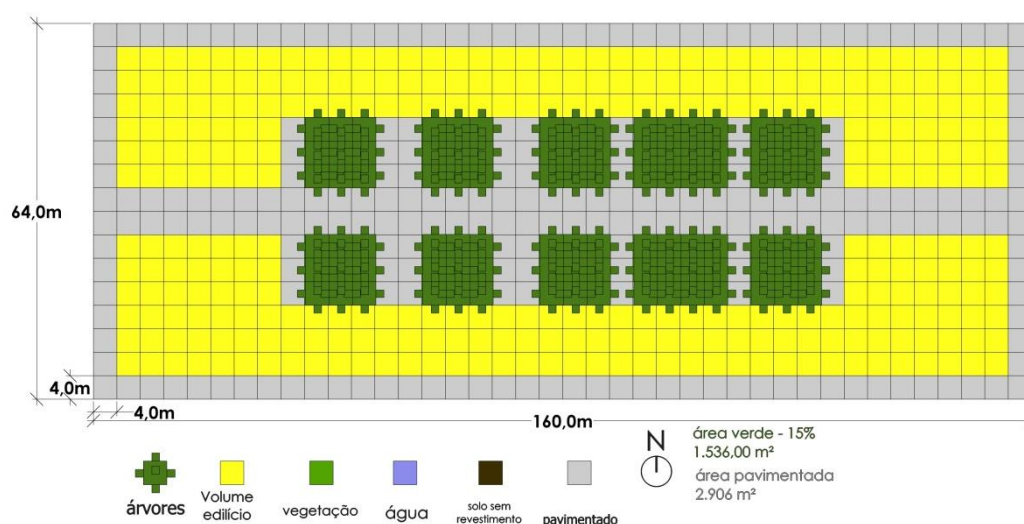
Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Auto CAD.

Figura 56 - Representação em 3D do Cenário proposto 01 - 01 massa (com 15% de área verde) – Área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 57 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 01 - 01 massa (com 15% de área verde) – Área 01.



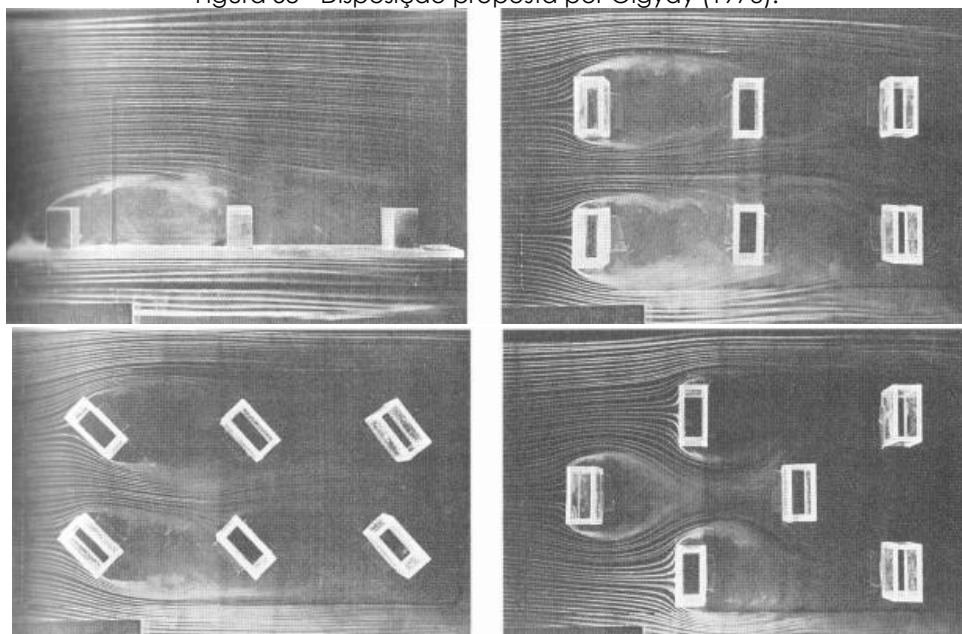
Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

c. Cenário proposto 02

O segundo cenário proposto apoia-se na variável ventilação e sua benesse para as edificações do clima quente e seco, quando há uma configuração salutar para o desenvolvimento de um microclima como cita Olgyay(1973) (cf. *infra*, Figura 59).O mesmo se configura ainda com o mesmo volume edilício encontrado no cenário corriqueiro

(base para a construção de todas as propostas da área 01), além de uma bipartição da massa edilícia, gerando dois conjuntos de volumetrias, com um pátio interno cada um (*cf. infra*, Figura 59). Tendo em mente o descrito acima, espera-se que a separação em duas massas beneficie o critério ventilação, ao passo que possibilita uma melhor circulação entre os volumes de edificação. Nesta proposta, semelhante ao desenvolvido no primeiro cenário, pode-se observar a limitação da vegetação.

Figura 58 - Disposição proposta por Olgyay (1973).



Fonte: Olgyay (1973).

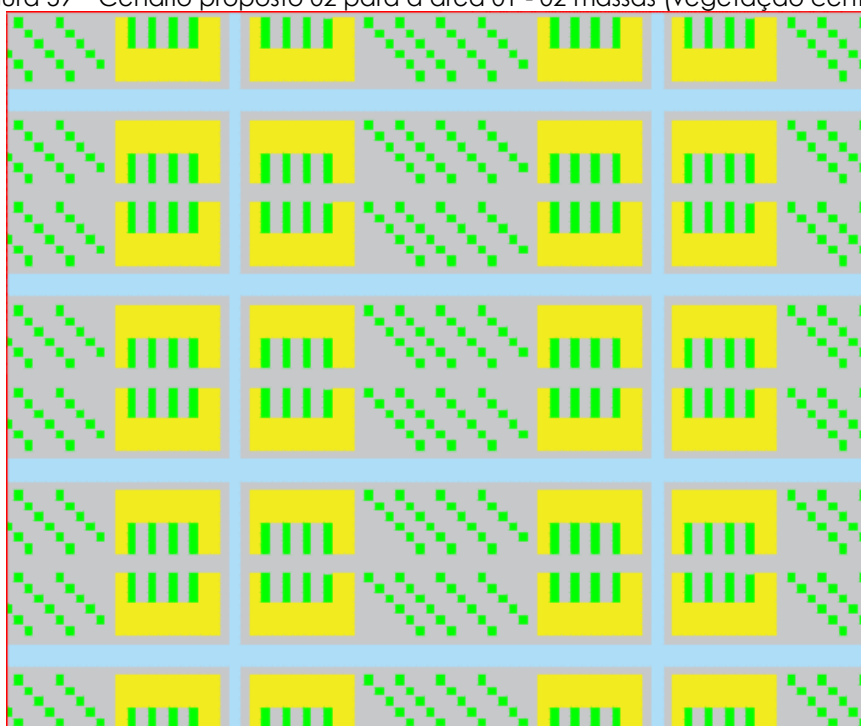
Tabela 12 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 03 para a área 01.

1 MASSA											
1 CONJ. DE MAS.					156						
1 MASSA					78		1 PAV.	39			
LINHA					10						
LINHA x LARG.					3	30					
LT. DIR.				2	3	6		LT. ESQ	1	3	3
TOTAL LAT.					9						
B. LIVRE				2	3	6					
PÁTIO INTERNO / CONJ DE MAS.											

CxL	7	8
total	56	
grama (píxels)	96	
grama (m ²)	1536	
paviment. (píxels)	581	
paviment. (m ²)	2906	

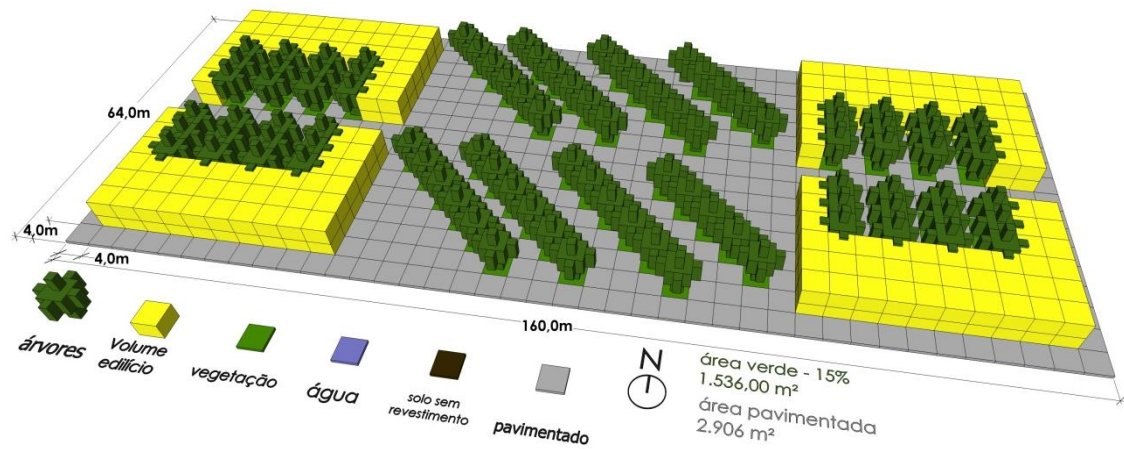
Fonte: Autor (2016).

Figura 59 – Cenário proposto 02 para a área 01 - 02 massas (vegetação central).



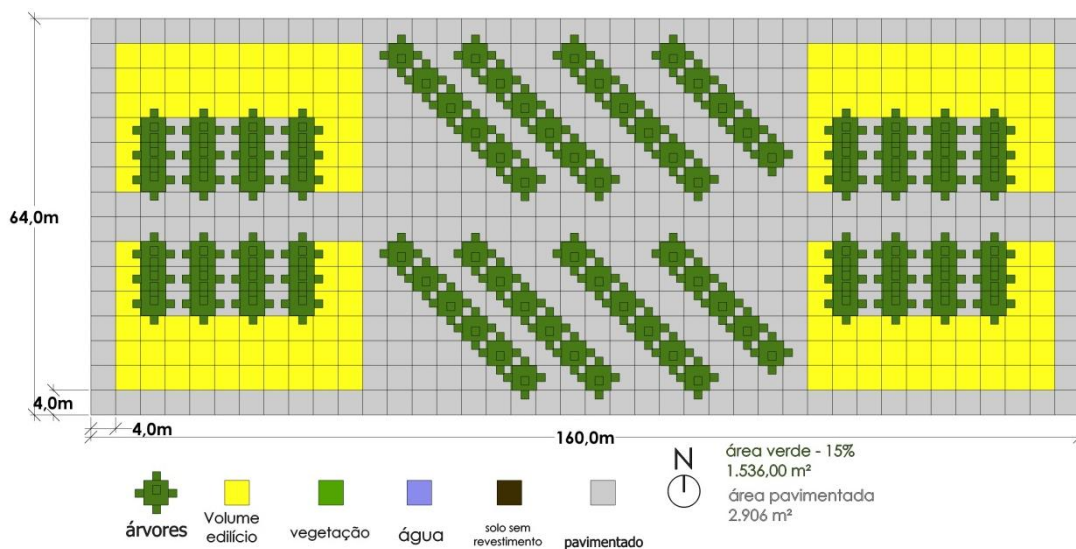
Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Auto CAD.

Figura 60 - Representação em 3D do Cenário proposto 02 – 02 massas (com 15% de área verde) – Área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 61 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 02 – 02 massas (com 15% de área verde) – Área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

d. Cenário proposto 03

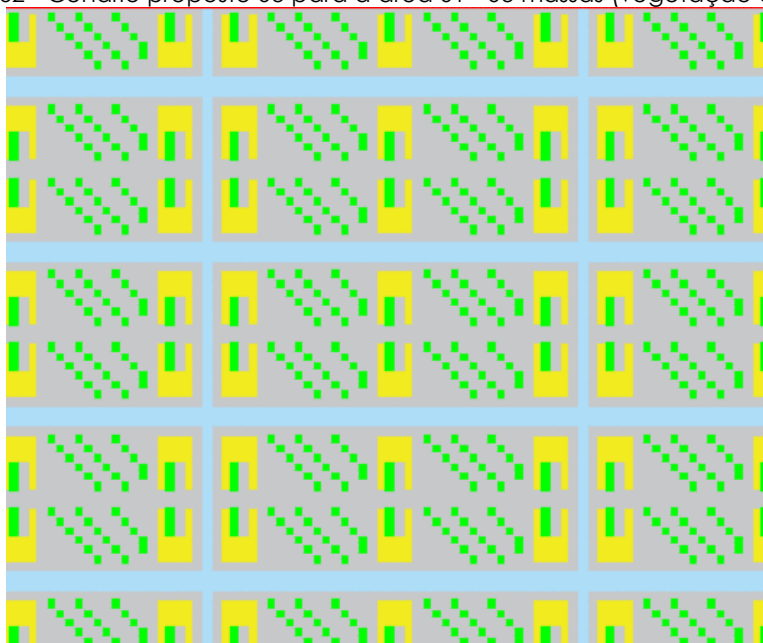
O último cenário acrescenta-se com uma tripartição, com cada conjunto de massas interligadas por meio de um pátio interno, local onde se limitam a área verde (cf. *infra*, Figura 62).

Tabela 13 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 05 para a área 01.

1 MASSA					
1 CONJ. DE MAS.			104		
1 MASSA			52		1 PAV. 18
LINHA			4		
LINHA * 3			12		
1 LAT. DIR.			1x3	3	1 LAT. ESQ 1x3 3
TOTAL LAT.			6		
B. LIVRE	2		2	4	
PÁTIO INTERNO					
CxL			7	8	
total			16		
grama (píxels)			96		
grama (m²)			1536		
paviment. (píxels)			622		
paviment. (m²)			2906		

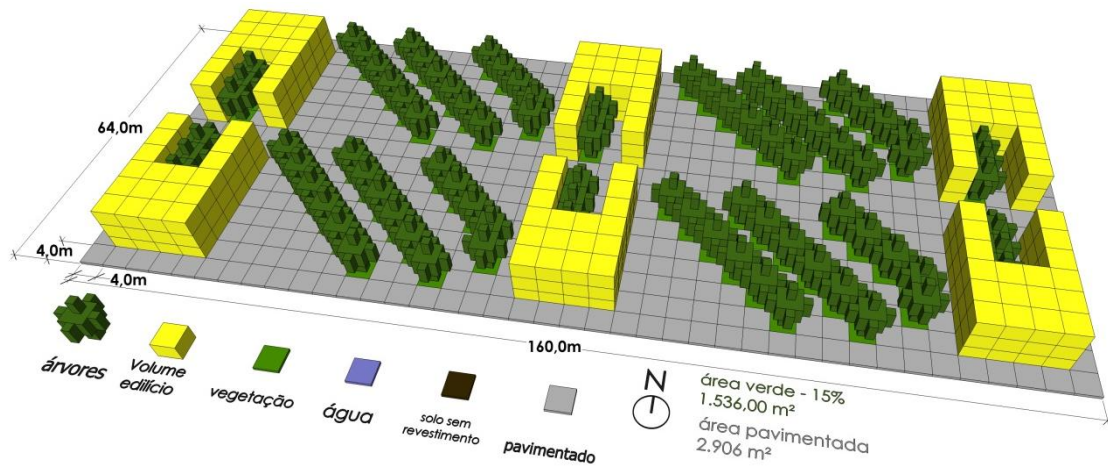
Fonte: Autor (2016).

Figura 62 - Cenário proposto 03 para a área 01 - 03 massas (vegetação central).



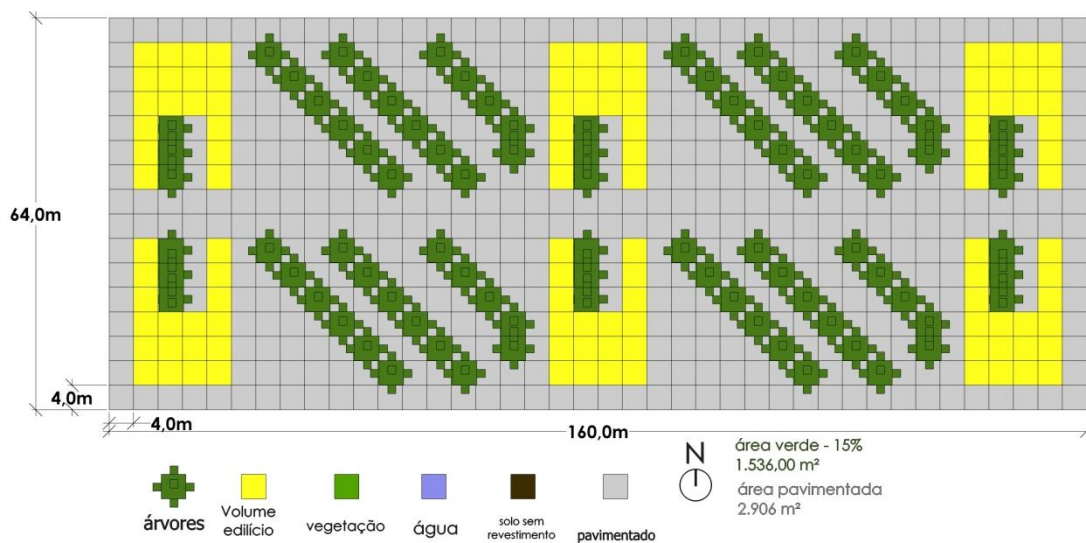
Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Auto CAD.

Figura 63 - Representação em 3D do Cenário proposto 03 – 03 massas (com 15% de área verde)
– Área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 64 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 03 – 03 massas (com 15% de
área verde) – Área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

4.3.2. CENÁRIOS - ÁREA 02

a. Cenário corriqueiro

Da mesma maneira que a área 01, o presente cenário se caracteriza como sendo o que reflete o estilo de parcelamento de solo da atualidade, ou seja, separação da quadra por lote sendo cada um com sua devida área passível de edificação (cf. *infra*, Figura 65).

Tabela 14 - Quantitativos de pixels para o cenário corriqueiro para a área 02.

L(m)	C (m)	ÁREA
268	386	

DIMENSÃO MÍN. DE TESTADA			
12			
QUANT. DE LOTES(/QUADRA)			
15,333		15,000	
15			
30,66667			
30			
ÁREA(/LOTES)			
392,5333333			
TESTADA		COMPRIMENTO	
12,26666667		32	
RECUOS			
R. F	R. P	R. L.D	R. L.E
5	3	1,5	1,5
ÁREA RECUOS (m²)			
A.R.F	A.R.P	A.R.L.D	A.R.L.E
61,333	36,800	36	36
TOTAL REC. (m²)	170,1333333		
ÁREA CONSTRUÍDA			
222,4		222	
VOLUME EDILÍCIO			
667,2		667	

LOTES

QUANT. DE PIXELS TOTAL (/QUADRA)		
736		
QUANT. DE PIXELS CONST.(/QUADRA)		
360		
QUANT. DE PIXELS LIVRE(/QUADRA)		
376		
DIMENSÃO DO PÍXEL (LxCxA)		
L (m)	C (m)	A (m)
4	4	3
Á. A SER TRABALHADA (ENVI-MET)		
L (m)	C (m)	
67	96,5	
QUANT. PIXELS POR LOTE (Á. CONST)		
13,9		12
c	l	obs: foi diminuído 01 pixel a fim de melhorar a compacidade da área
2	6	

PIXELS TOTAL

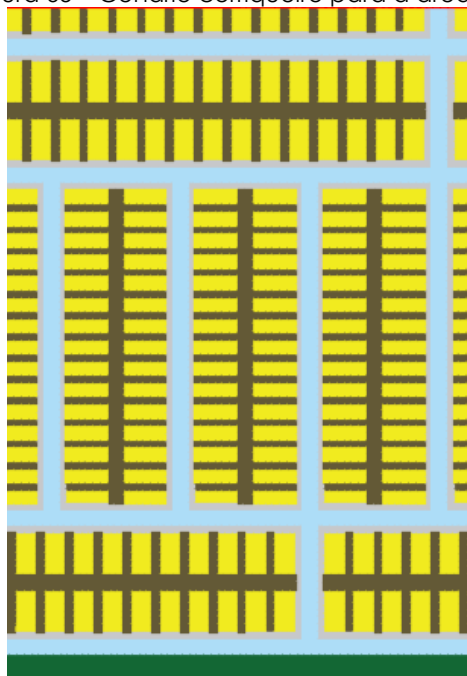
obs: foi diminuído 01 pixel a fim de melhorar a compactação da área

DIMENSÕES DA QUADRA	AD
---------------------	----

C (m)	L (m)
184	64
AREA TOTAL DA QUADRA (m ²)	
11776	
QUANT. DE PIXELS (/QUADRA)	
C (unid.)	L (unid.)
16	46
736	

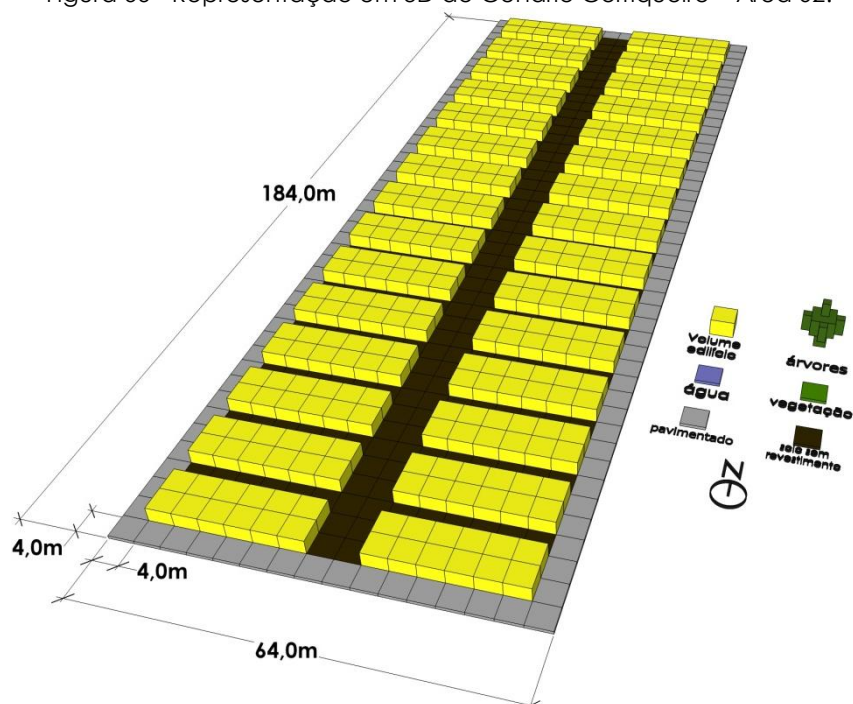
Fonte: Autor (2016).

Figura 65 – Cenário corriqueiro para a área 02.



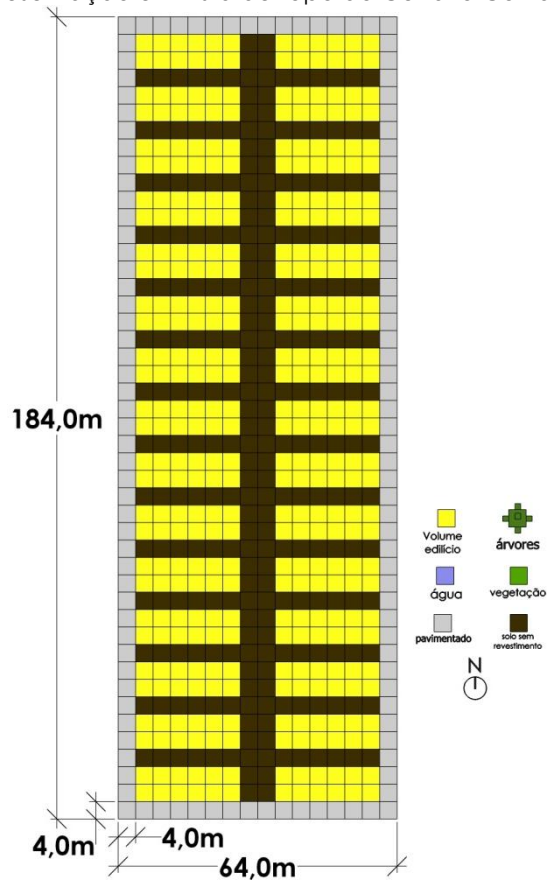
Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: Auto CAD.

Figura 66 - Representação em 3D do Cenário Corriqueiro – Área 02.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 67 – Representação em vista de topo do Cenário Corriqueiro – Área 02.



Fonte: Autor. Software utilizado: Sketchup.

b. Cenário proposto 04

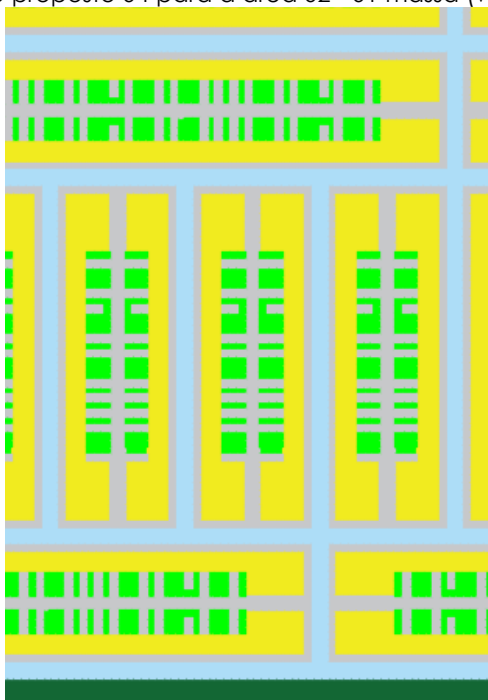
O quarto cenário se apresenta como sendo um conjunto de massas com pátio interno onde se localizam a área verde (cf. *infra*, Figura 68).

Tabela 15 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 04 para a área 02.

1 MASSA	
1 MASSA	180
LINHA	44
LINHA x LARG.	3 132
LATERAIS	48
1 LATERAL	24
CxL	8 3
2 MASSAS	360
PÁTIO INTERNO	
CxL	28 8
total	224
grama (píxels)	110,4
grama (m ²)	1766,4
paviment. (píxels)	152
paviment. (m ²)	3349,6

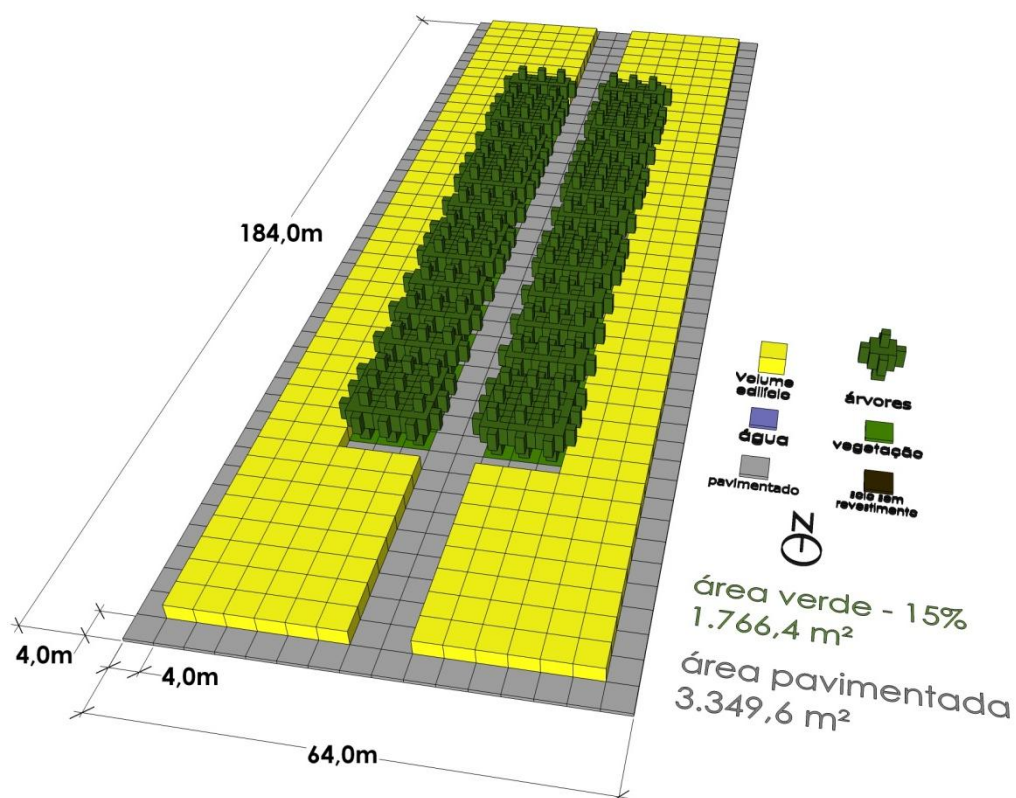
Fonte: Autor (2016).

Figura 68– Cenário proposto 04 para a área 02 - 01 massa (vegetação central).



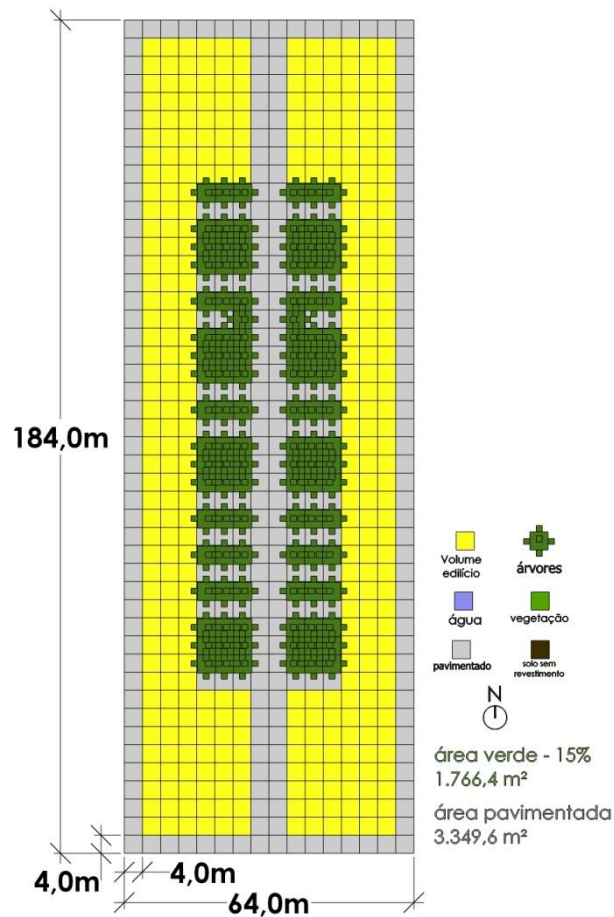
Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: Auto CAD.

Figura 69 - Representação em 3D do Cenário proposto 04 - 01 massa (com 15% de área verde) – Área 02.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 70 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 04 – 01 massa (com 15% de área verde) – Área 02.



Fonte: Autor. Software utilizado: Sketchup.

c. Cenário proposto 05

Neste cenário acontece uma bipartição da massa edílica com a localização da área verde e massas de água na sua zona central (cf. *infra*, Figura 71).

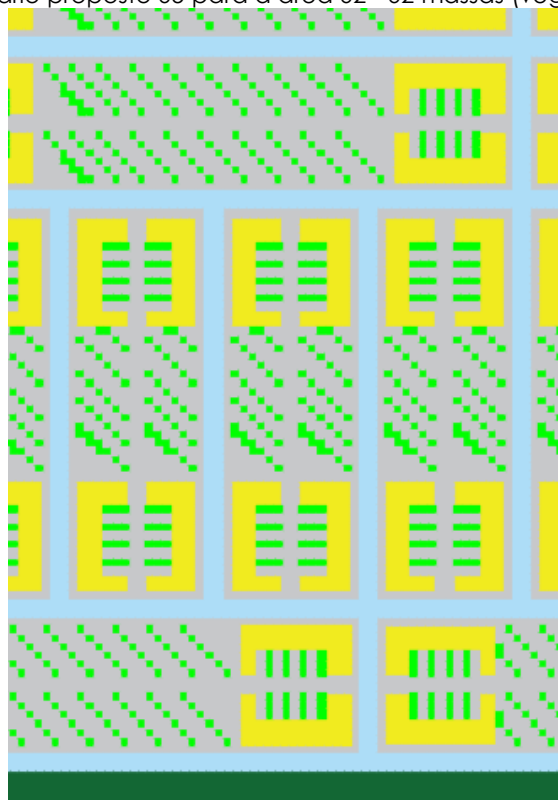
Tabela 16- Quantitativos de pixels para o cenário proposto 05 para a área 02.

1 MASSA			
1 CONJ. DE MAS.	180		
1 MASSA	90	1 PAV.	45

LINHA		10					
LINHA x LARG.		3	30				
LT. DIR.	2	3	6	LT. ESQ	1	3	9
TOTAL LAT.		15					
B. LIVRE	2	3	6				
PÁTIO INTERNO / CONJ DE MAS.							
CxL		7	8				
total		344					
grama (píxels)		110,4					
grama (m²)		1766,4					
paviment. (píxels)		389					
paviment. (m²)		3349,6					

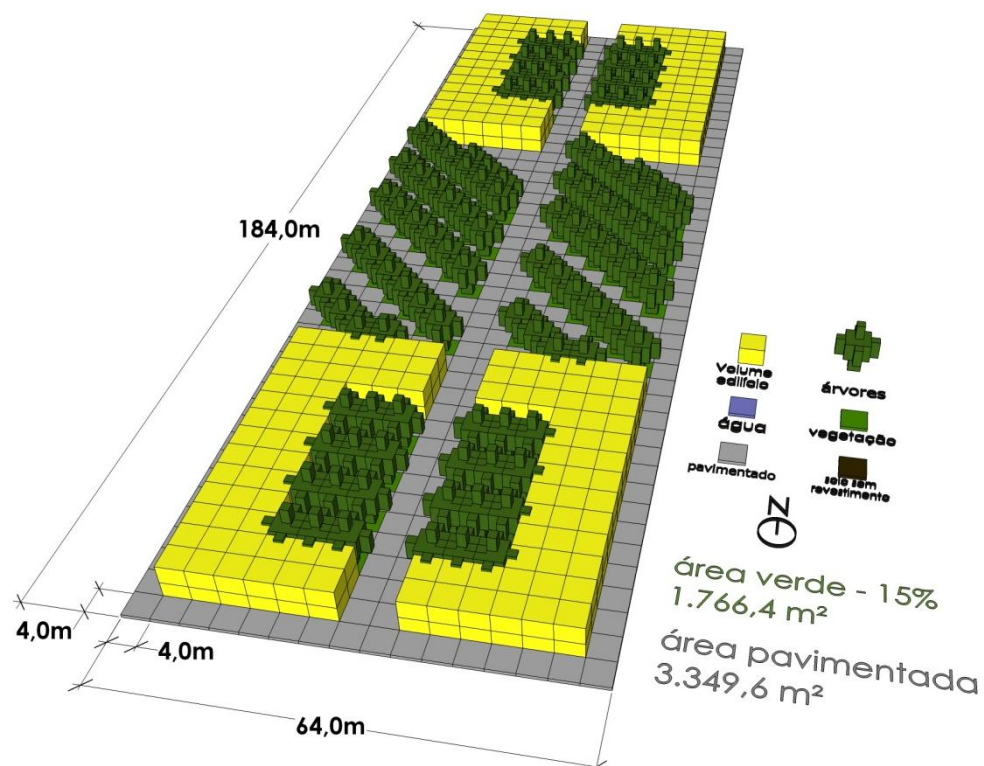
Fonte: Autor (2016).

Figura 71 – Cenário proposto 05 para a área 02 - 02 massas (vegetação central).



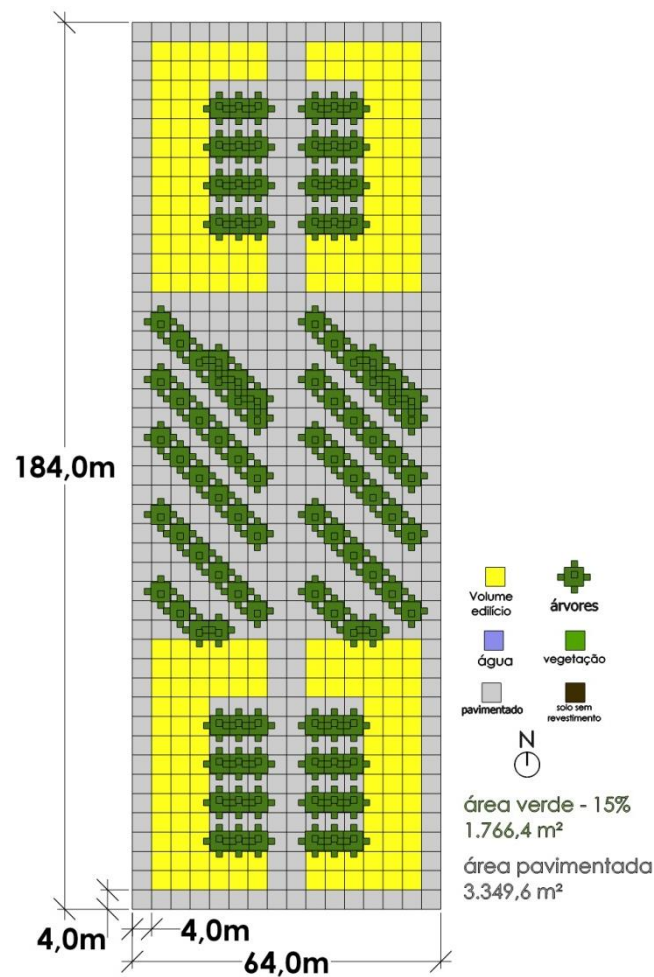
Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: Auto CAD.

Figura 72 - Representação em 3D do Cenário proposto 05 - 02massa (com 15% de área verde) –
Área 02.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 73 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 05 – 02 massas (com 15% de área verde) – Área 02.



Fonte: Autor. Software utilizado: Sketchup.

d. Cenário proposto 06

Já o sexto, e último, cenário se configura com o volume edifício tripartido e área verde e massas de água localizadas no pátio interno (cf. *infra*, Figura 74).

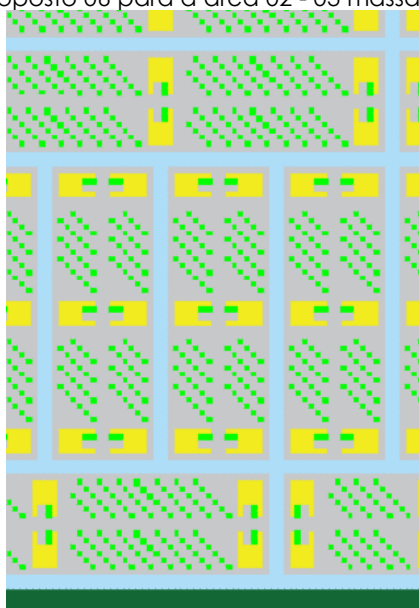
Tabela 17 - Quantitativos de pixels para o cenário proposto 06 para a área 02.

1 MASSA			
1 CONJ. DE MAS.	120		
1 MASSA	60	1 PAV.	20

LINHA		4		1 LAT. ESQ			1x3		4	
LINHA * 3		12								
1 LAT. DIR.		1x3					4			
TOTAL LAT.		8								
B. LIVRE		2					2		4	
PÁTIO INTERNO										
CxL		7		8						
total		132								
grama (píxels)		110,4								
grama (m²)		1766,4								
paviment. (píxels)		602								
paviment. (m²)		3349,6								

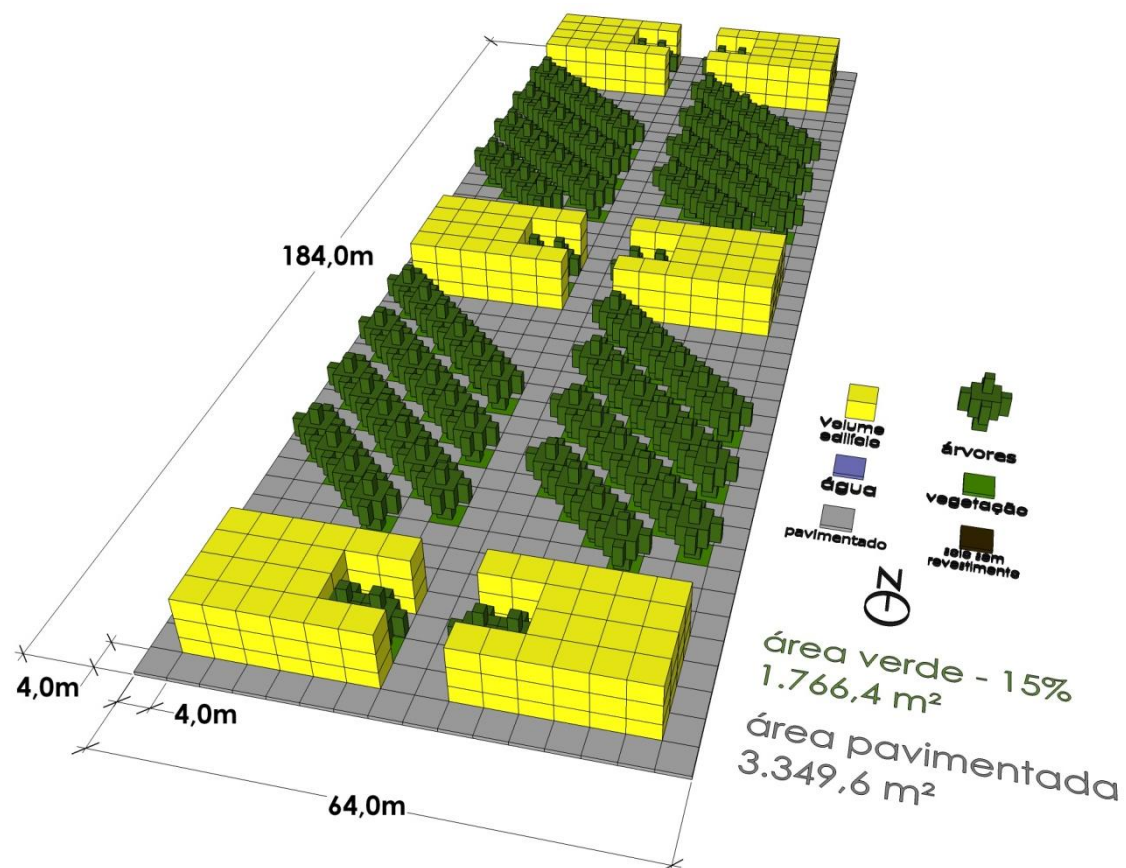
Fonte: Autor (2016).

Figura 74 - Cenário proposto 06 para a área 02 - 03 massas (vegetação central).



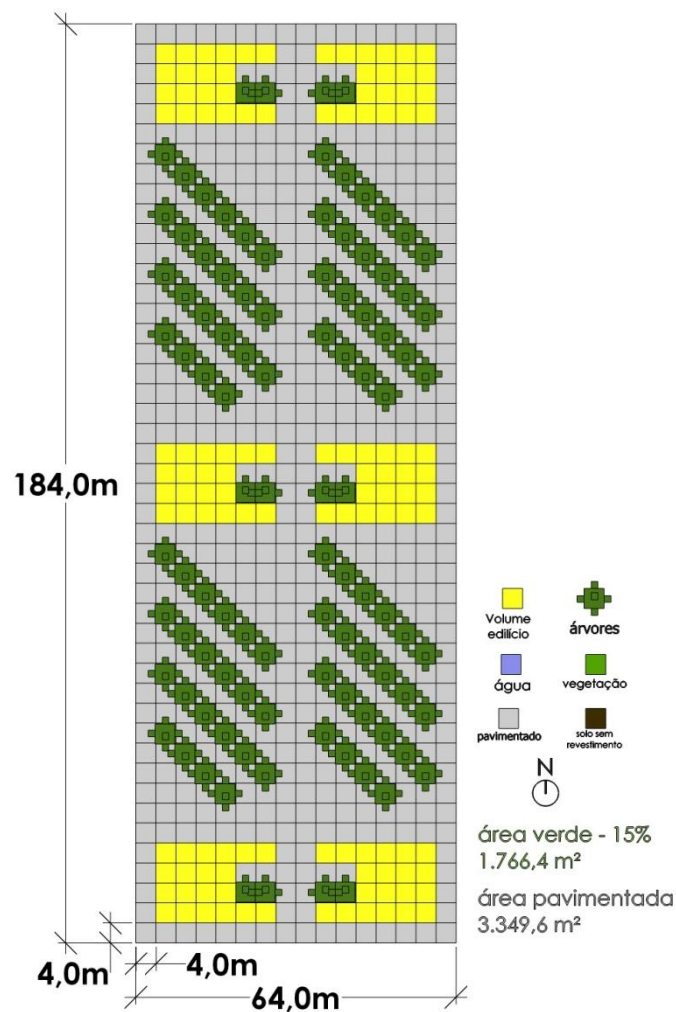
Fonte: Adaptação do autor (2016). Software utilizado: Auto CAD.

Figura 75 - Representação em 3D do Cenário proposto 06 – 03 massas (com 15% de área verde)
– Área 02.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

Figura 76 - Representação em vista de topo do Cenário proposto 06 – 03 massas (com 15% de área verde) – Área 02.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Sketchup.

5. SIMULAÇÕES

Este momento da pesquisa se traduz basicamente na obtenção de objetos concretos, ao passo que origina os mapas dos cenários, corriqueiro e propostos, obtidos através de simulação computacional.

5.1. TEMPERATURA DO AR

5.1.1. Área 01

Cenário corriqueiro

É importante citar que, os resultados apresentados para o presente cenário têm como principal objetivo servir como parâmetro para os resultados dos cenários propositivos, visto que o mesmo se apresenta a disposição corriqueira de parcelamento de solo (uma edificação por lote).

- 09h00min

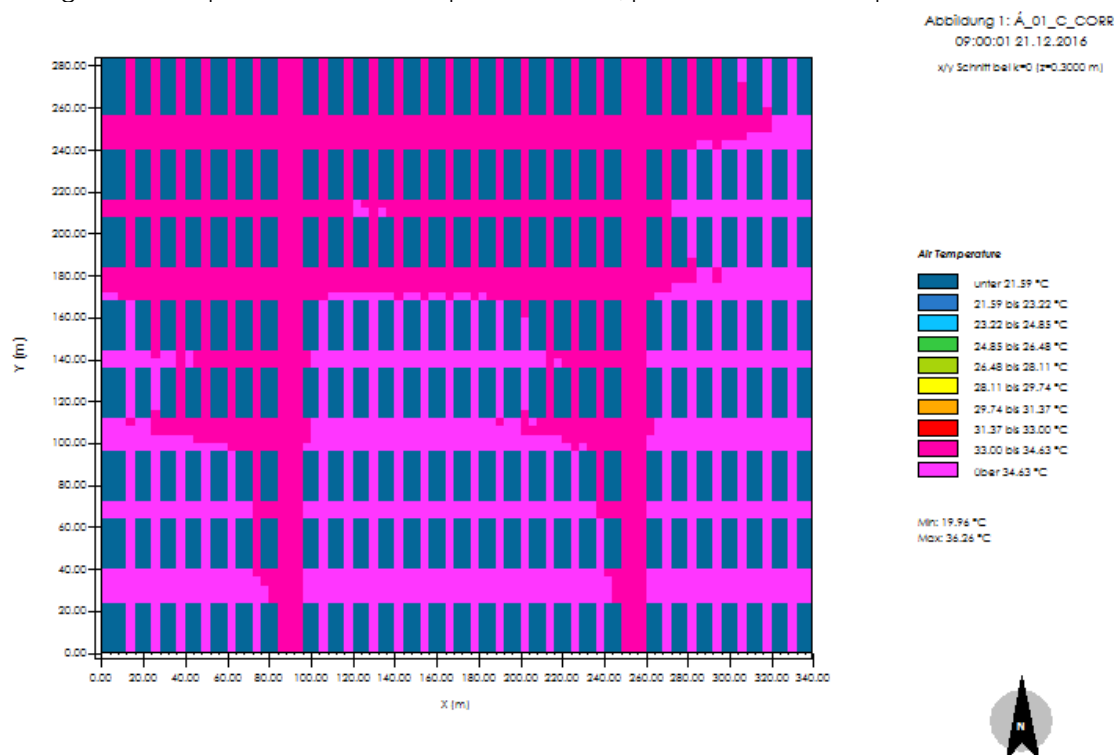
Às 9h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 33,00 até mais de 34,63 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre de 33°C até 34,63°C, chegando ao valor máximo de 36,26 °C (cf. *infra*, Figura 77, Tabela 18). Entende-se que as altas temperaturas caracterizam bem o tipo de clima em que são realizadas as simulações, principalmente quando são aliadas a outras variáveis (humidade relativa do ar, por exemplo).

Tabela 18 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 21,59°C	0,0000 21,59°C até 23,22°C	0,00 23,22°C até 24,85°C
0,00 24,85°C até 26,48°C	0,00 26,48°C até 28,11°C	0,00 28,11°C até 29,74°C
0,00 29,74°C até 31,37°C	0,00 31,37°C até 33,00°C	27296,00 33,00°C até 34,63°C
26480,00 mais de 34,63°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 77 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário corriqueiro da área 01.



Fonte – Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

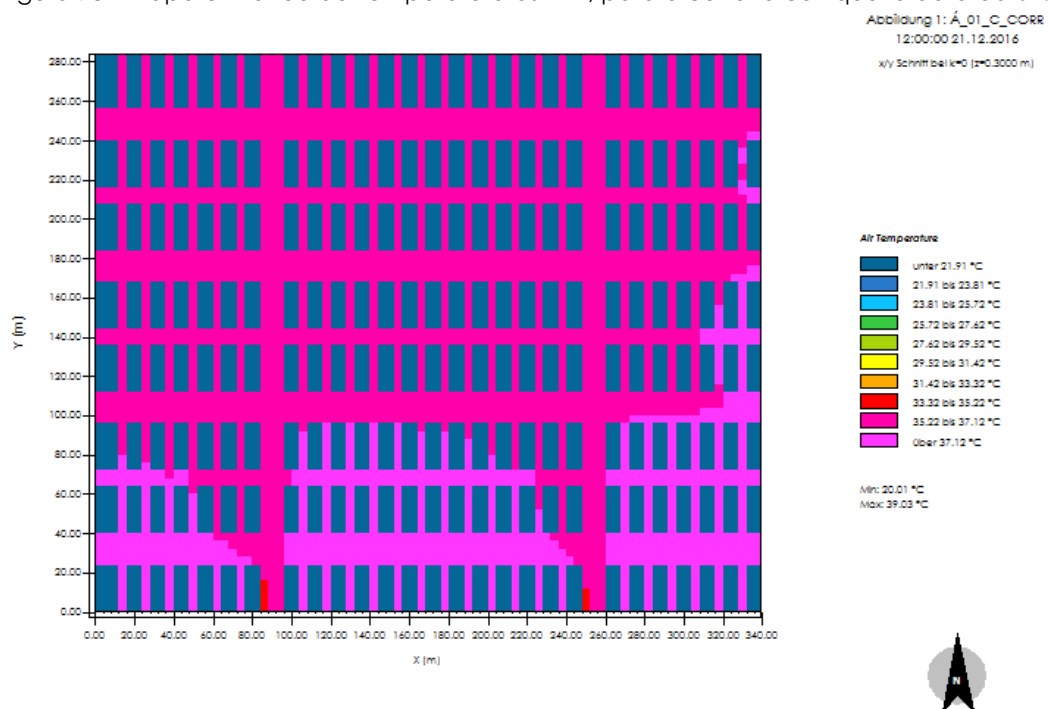
Às 12h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 35,22 até mais de 37,12 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 35,22 até 37,12 °C, chegando ao valor máximo de 39,03 °C (*cf. infra*, Figura 78, Tabela 19).

Tabela 19 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 21,91°C	0,0000 21,91°C até 23,81°C	0,00 23,81°C até 25,72°C
0,00 25,72°C até 27,62°C	0,00 27,62°C até 29,52°C	0,00 29,52°C até 31,42°C
0,00 31,42°C até 33,32°C	112,00 33,32°C até 35,22°C	39568,00 35,22°C até 37,12°C
13760,00 mais de 37,12°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 78 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário corriqueiro da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

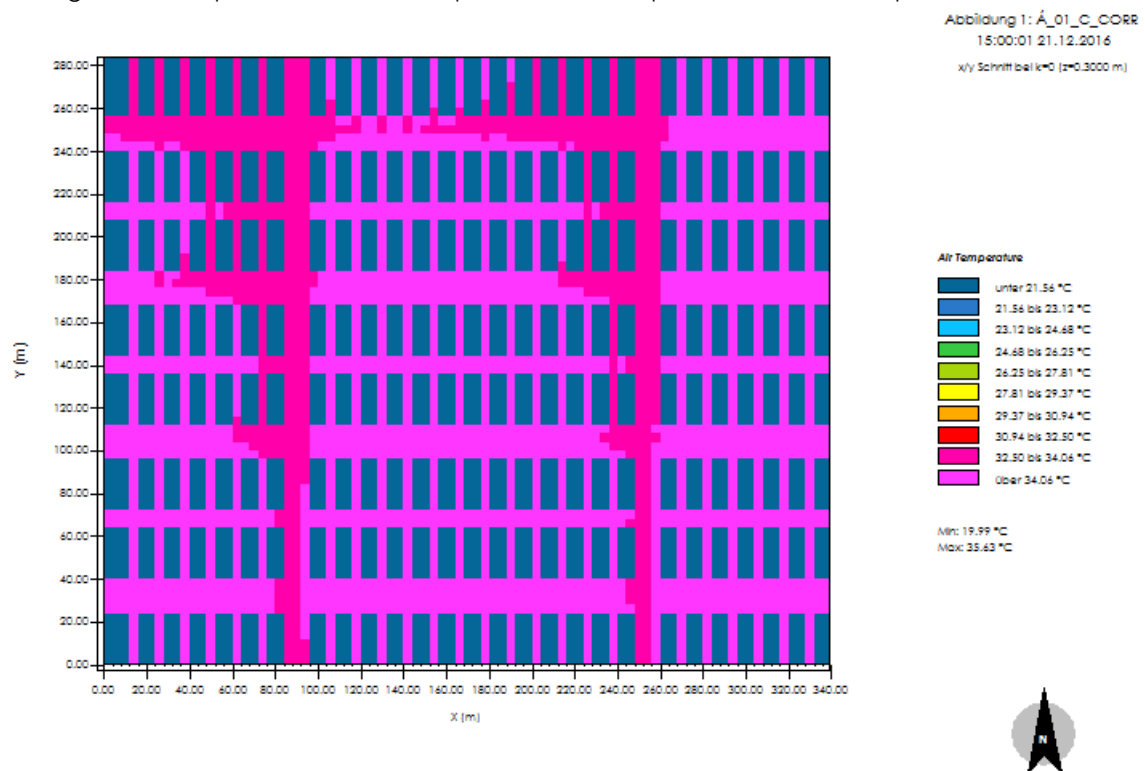
Às 15h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 32,50 até mais de 34,06 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar maiores que 34,06 °C, chegando ao valor máximo de 35,63 °C (cf. *infra*, Figura 79, Tabela 20).

Tabela 20 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 21,56°C	0,0000 21,56°C até 23,12°C	0,00 23,12°C até 24,68°C
0,00 24,68°C até 26,25°C	0,00 26,25°C até 27,81°C	0,00 27,81°C até 29,37°C
0,00 29,37°C até 30,94°C	0,00 30,94°C até 32,50°C	13632,00 32,50°C até 34,06°C
39808,00 mais de 34,06°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 79 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário corriqueiro da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 01

- 09h00min

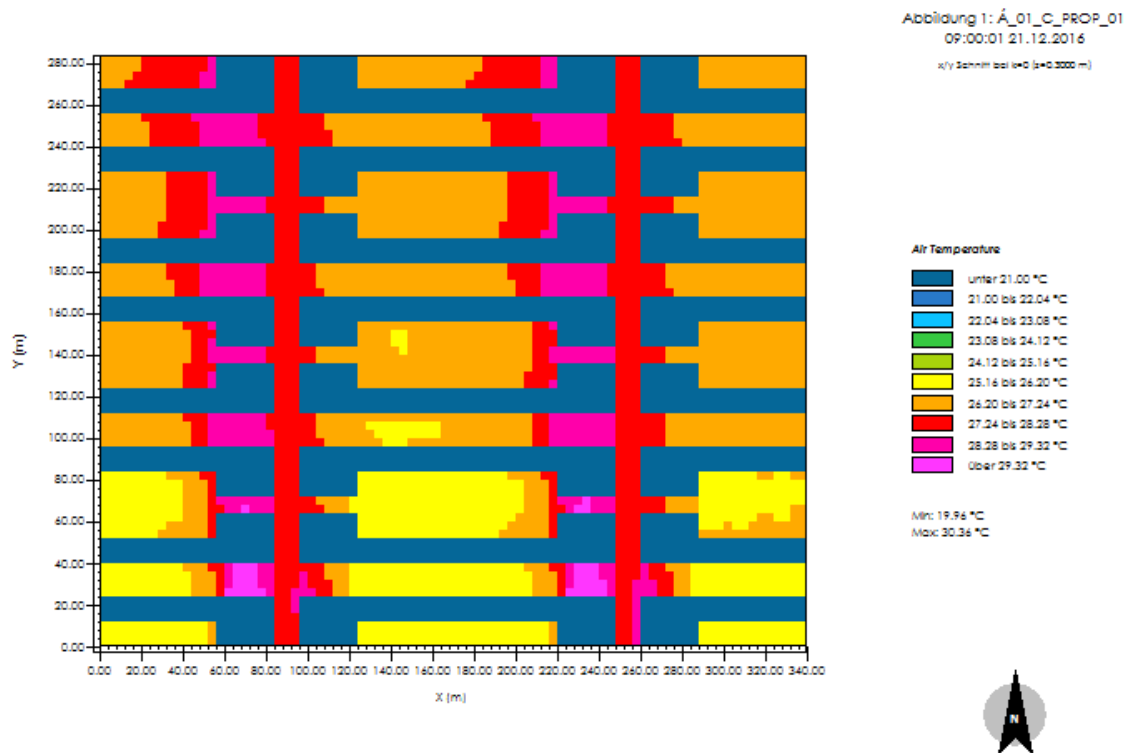
Às 9h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 25,16 até mais de 29,32 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 26,20 até 27,24 °C, chegando ao valor máximo de 30,36 °C (cf. *infra*, Figura 80, Tabela 20).

Tabela 21 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 21,00°C	0,0000 21,00°C até 22,04°C	0,00 22,04°C até 23,08°C
0,00 23,08°C até 24,12°C	0,00 24,12°C até 25,16°C	10608,00 25,16°C até 26,20°C
23952,00 26,20°C até 27,24°C	14176,00 27,24°C até 28,28°C	5408,00 28,28°C até 29,32°C
528,00 mais de 29,32°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 80 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 01 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

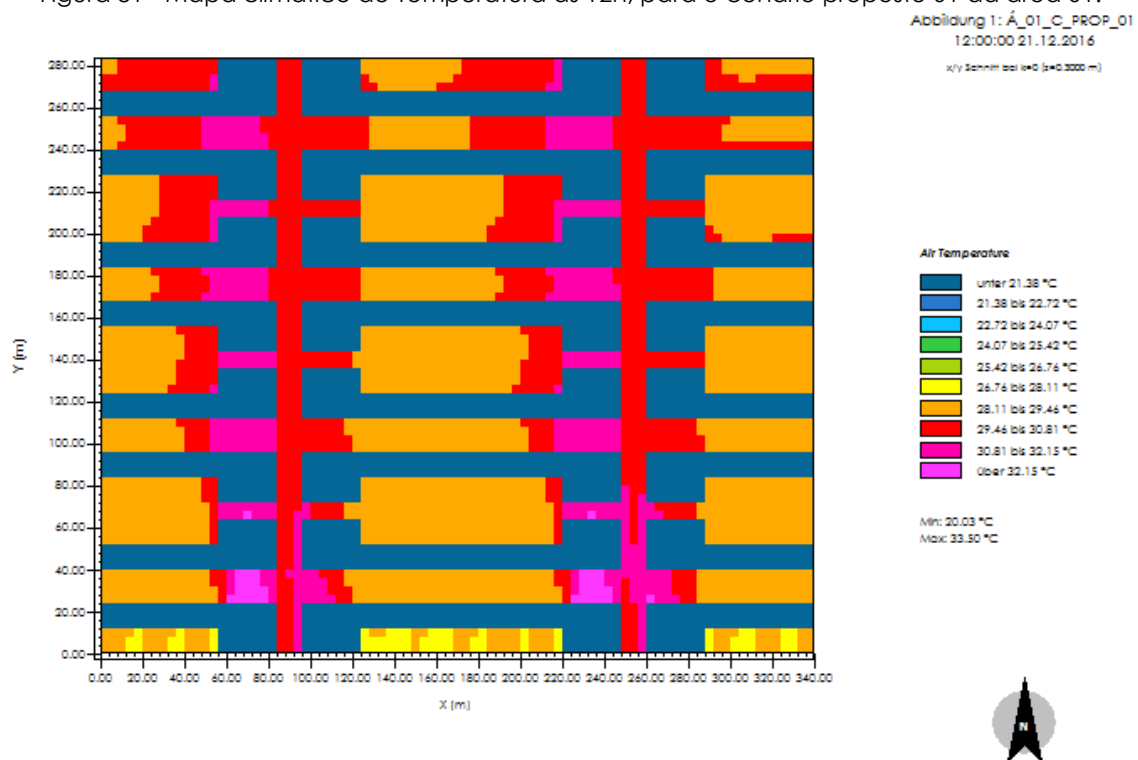
Às 12h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 28,11 até mais de 32,15 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 28,11 até 29,46 °C, chegando ao valor máximo de 33,50 °C (*cf. infra*, Figura 81, Tabela 22).

Tabela 22 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 21,38°C	0,0000 21,38°C até 22,72°C	0,00 22,72°C até 24,07°C
0,00 24,07°C até 25,42°C	0,00 25,42°C até 26,76°C	1088,00 26,76°C até 28,11°C
26032,00 28,11°C até 29,46°C	18848,00 29,46°C até 30,81°C	6080,00 30,81°C até 32,15°C
528,00 mais de 32,15°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 81 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 01 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

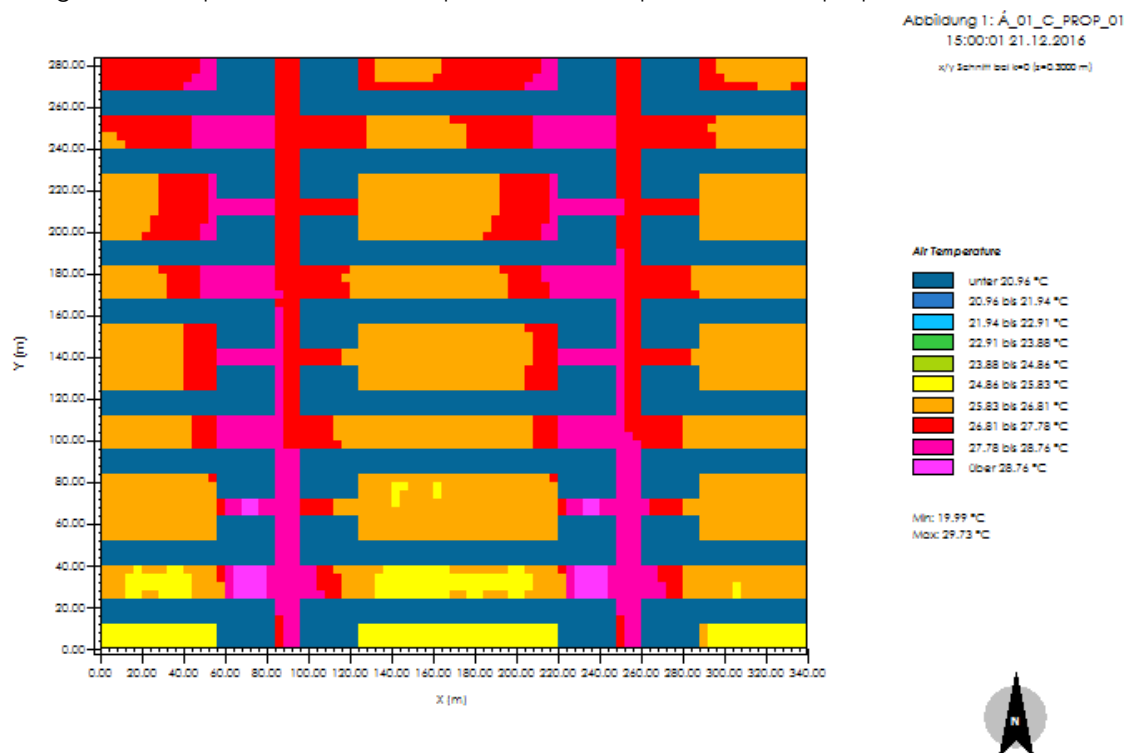
Às 15h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 24,86 até mais de 28,76 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 25,83 até 26,81 °C, chegando ao valor máximo de 29,73 °C (cf. *infra*, Figura 82, Tabela 23).

Tabela 23 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,96°C	0,0000 20,96°C até 21,94°C	0,00 21,94°C até 22,91°C
0,00 22,91°C até 23,88°C	0,00 23,88°C até 24,86°C	3840,00 24,86°C até 25,83°C
26176,00 25,83°C até 26,81°C	14432,00 26,81°C até 27,78°C	8640,00 27,78°C até 28,76°C
640,00 mais de 28,76°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 82 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 01 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 02

- 09h00min

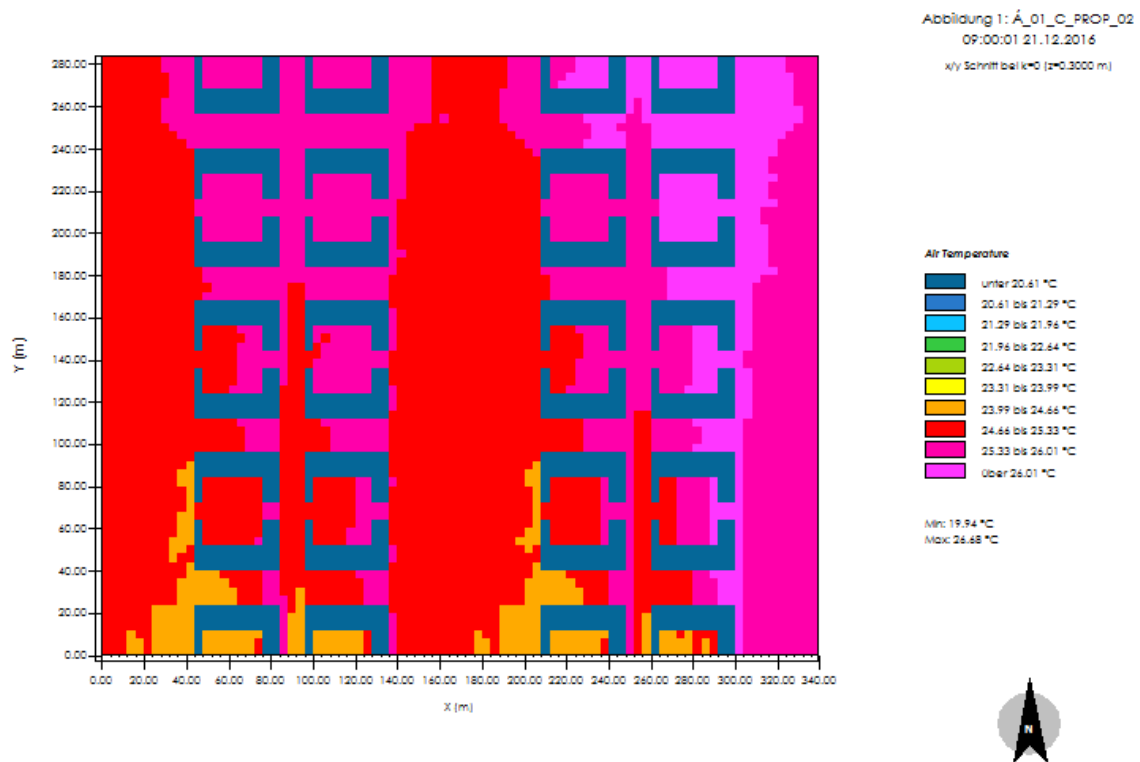
Às 9h a área apresenta-se com temperaturas do ar variando entre 23,99 até mais de 26,01 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 24,66 até 25,33 °C, chegando ao valor máximo de 26,68 °C (cf. *infra*, Figura 83, Tabela 24).

Tabela 24 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,61°C	0,0000 20,61°C até 21,29°C	0,00 21,29°C até 21,96°C
0,00 21,96°C até 22,64°C	0,00 22,64°C até 23,31°C	0,00 23,31°C até 23,99°C
3904,00 23,99°C até 24,66°C	36752,00 24,66°C até 25,33°C	28144,00 25,33°C até 26,01°C
7600,00 mais de 26,01°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 83 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 02 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

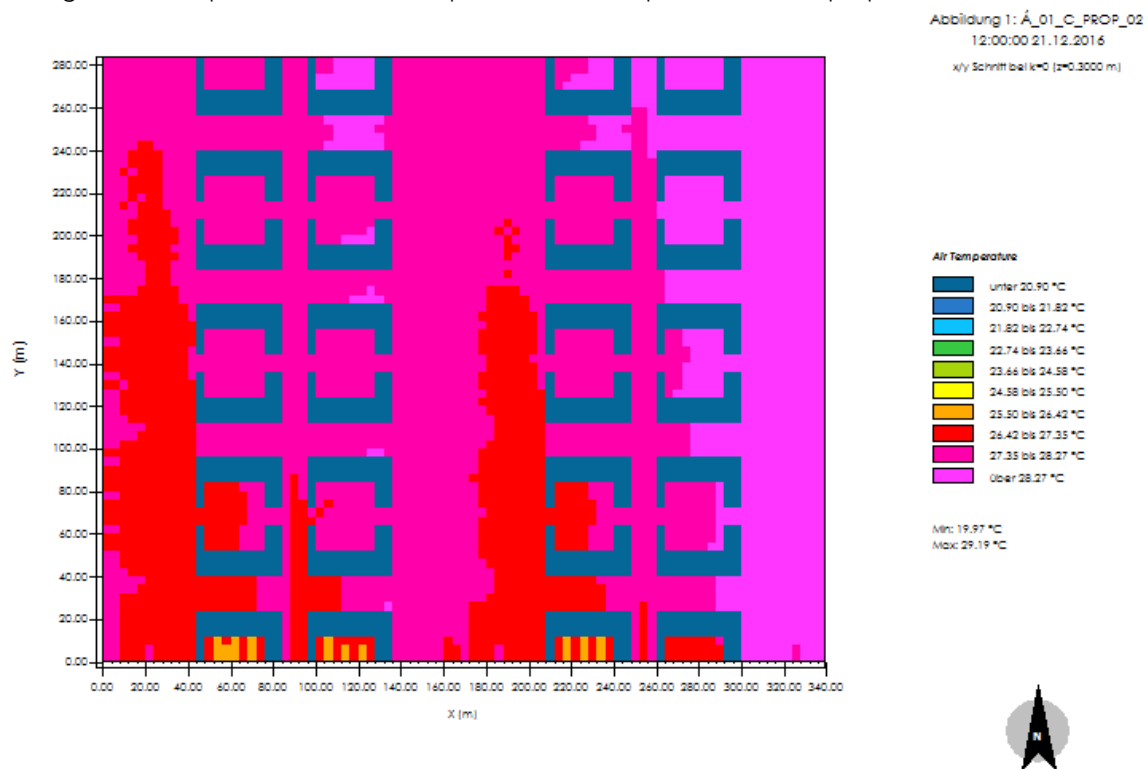
Às 12h a área apresenta-se com temperaturas do ar variando entre 26,42 até mais de 28,27 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 27,35 até 28,27 °C, chegando ao valor máximo de 29,19 °C (cf. *infra*, Figura 84, Tabela 25).

Tabela 25 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,90°C	0,0000 20,90°C até 21,82°C	0,00 21,82°C até 22,74°C
0,00 22,74°C até 23,66°C	0,00 23,66°C até 24,58°C	0,00 24,58°C até 25,50°C
400,00 25,50°C até 26,42°C	17424,00 26,42°C até 27,35°C	41248,00 27,35°C até 28,27°C
17328,00 mais de 28,27°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 84 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 02 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

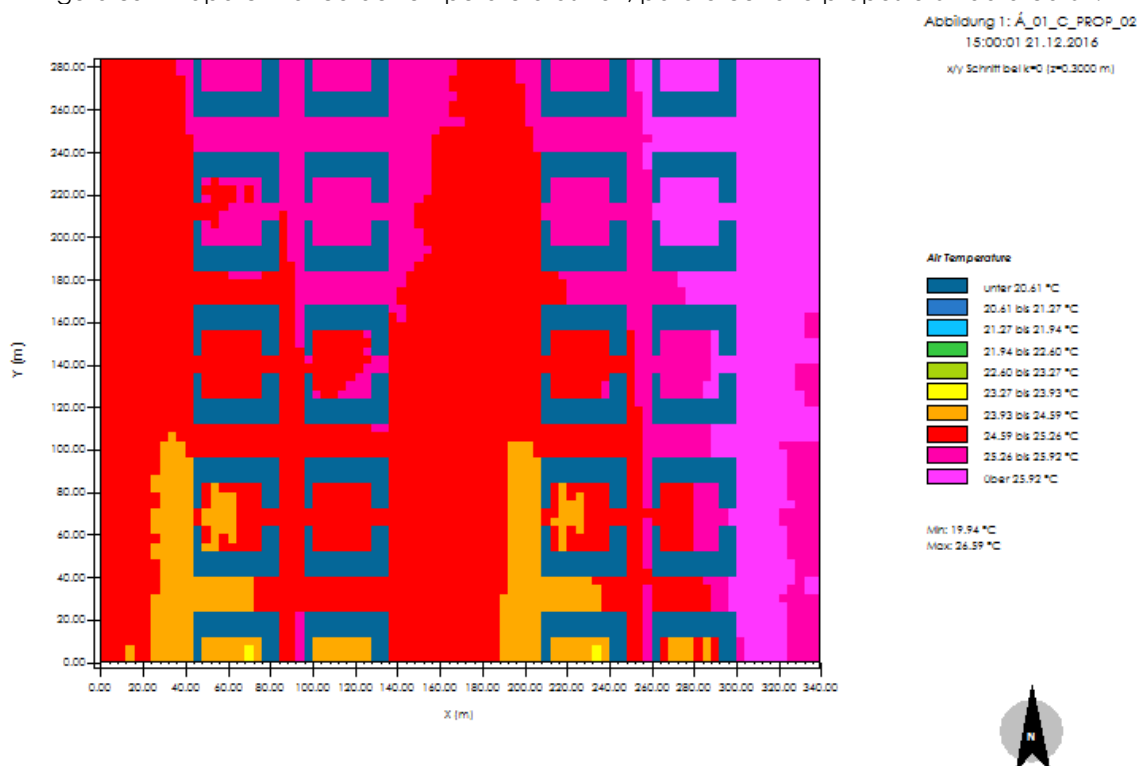
Às 15h a área apresenta-se com temperaturas do ar variando entre 23,93 até mais de 25,92 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 24,59 até 25,26 °C, chegando ao valor máximo de 26,59°C (*cf. infra*, Figura 85, Tabela 26).

Tabela 26 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,61°C	0,0000 20,61°C até 21,27°C	0,00 21,27°C até 21,94°C
0,00 21,94°C até 22,60°C	0,00 22,60°C até 23,27°C	64,00 23,27°C até 23,93°C
6224,00 23,93°C até 24,59°C	39952,00 24,59°C até 25,26°C	17344,00 25,26°C até 25,92°C
12816,00 mais de 25,92°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 85 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 02 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 03

- 09h00min

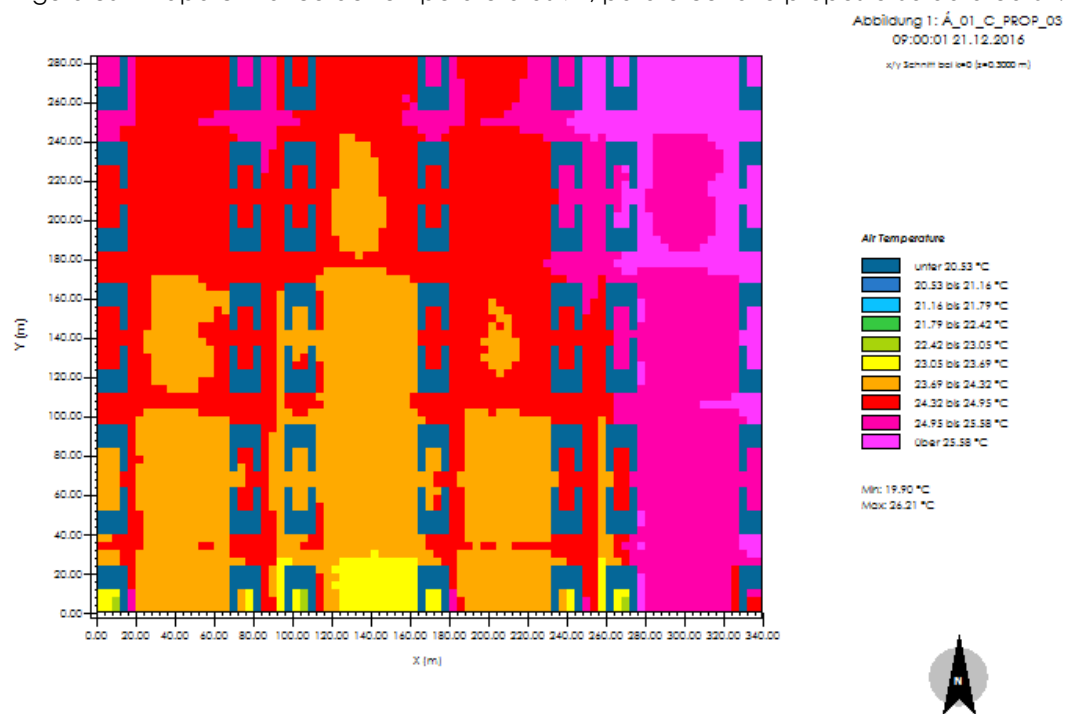
Às 9h a área apresenta-se com temperaturas do ar variando entre 23,05 até mais de 25,58°C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 24,32 até 24,95°C, chegando ao valor máximo de 26,21°C (*cf. infra*, Figura 86, Tabela 27).

Tabela 27 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,53°C	0,0000 20,53°C até 21,16°C	0,00 21,16°C até 21,79°C
0,00 21,79°C até 22,42°C	112,00 22,42°C até 23,05°C	1840,00 23,05°C até 23,69°C
23888,00 23,69°C até 24,32°C	32080,00 24,32°C até 24,95°C	16736,00 24,95°C até 25,58°C
6720,00 mais de 25,58°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 86 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 03 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

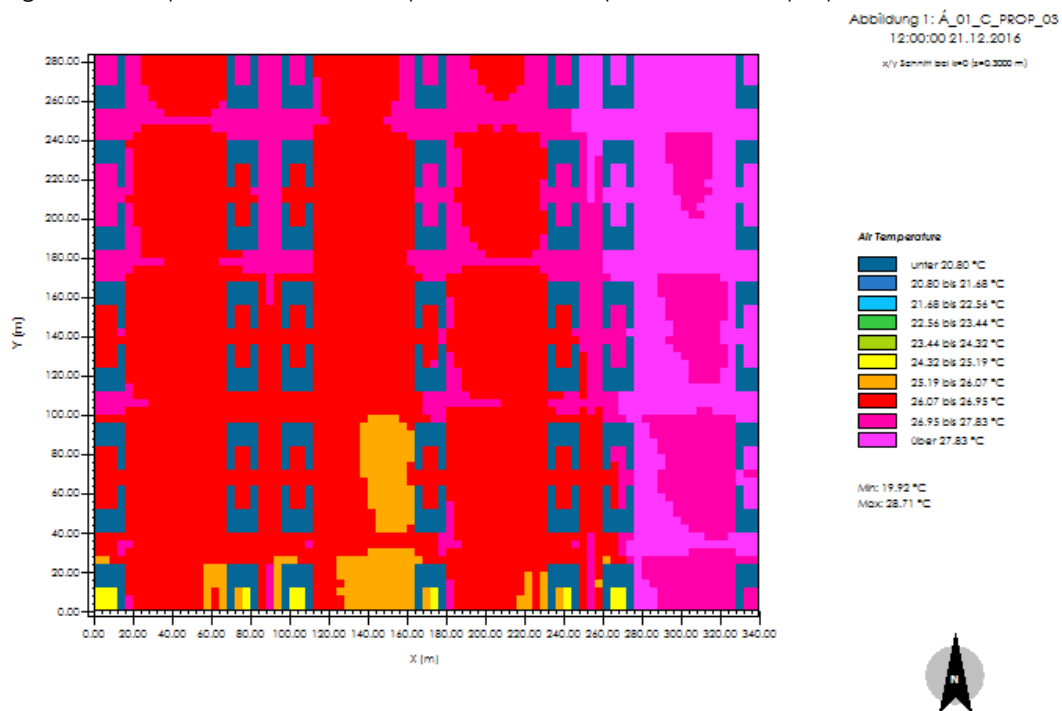
Às 12h a área apresenta-se com temperaturas do ar variando entre 25,19 até mais de 27,83°C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 26,07 até 26,95°C, chegando ao valor máximo de 28,71°C (*cf. infra*, Figura 87, Tabela 28).

Tabela 28 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,80°C	0,0000 20,80°C até 21,68°C	0,00 21,68°C até 22,56°C
0,00 22,56°C até 23,44°C	0,00 23,44°C até 24,32°C	464,00 24,32°C até 25,19°C
3344,00 25,19°C até 26,07°C	45744,00 26,07°C até 26,95°C	19584,00 26,95°C até 27,83°C
12240,00 mais de 27,83°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 87 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 03 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

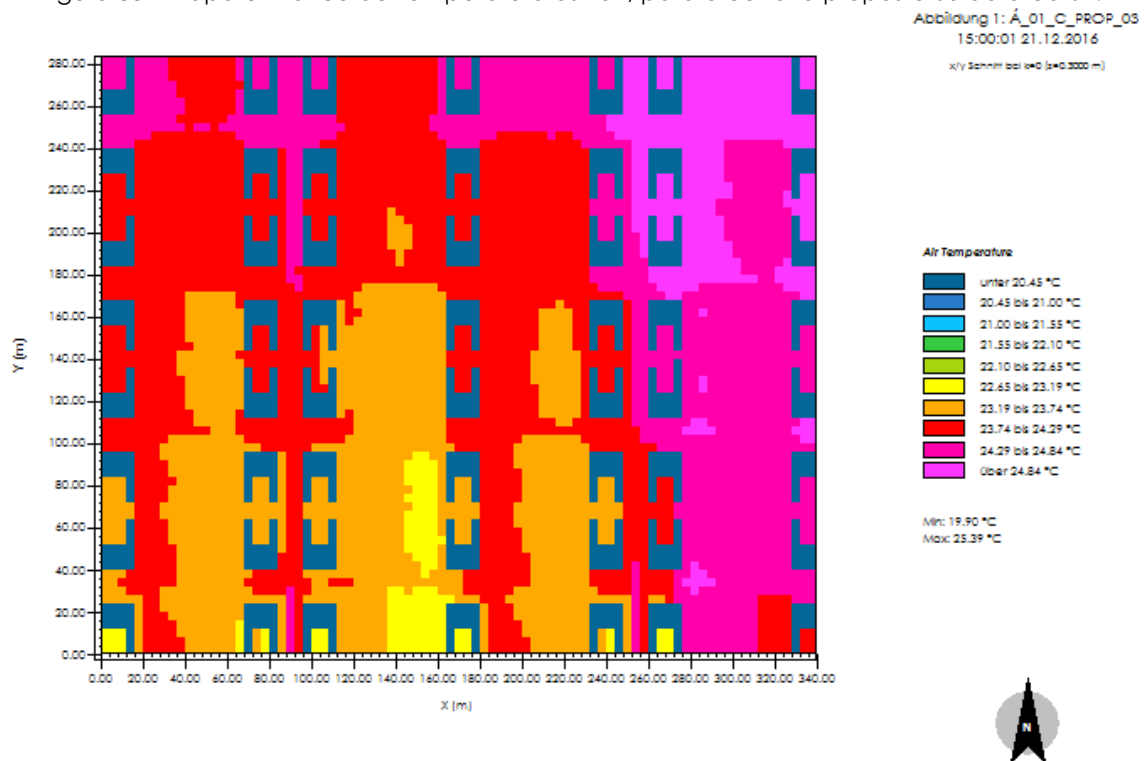
Às 15h a área apresenta-se com temperaturas do ar variando entre 22,65 até mais de 24,84°C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 23,74 até 24,29°C, chegando ao valor máximo de 25,39°C (*cf. infra*, Figura 88, Tabela 29).

Tabela 29 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,45°C	0,0000 20,45°C até 21,00°C	0,00 21,00°C até 22,55°C
0,00 22,55°C até 22,10°C	0,00 22,10°C até 22,65°C	2192,00 22,65°C até 23,19°C
20608,00 23,19°C até 23,74°C	32016,00 23,74°C até 24,29°C	19744,00 24,29°C até 24,84°C
6816,00 mais de 24,84°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 88 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 03 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

5.1.2. Área 02

Cenário corriqueiro

- 09h00min

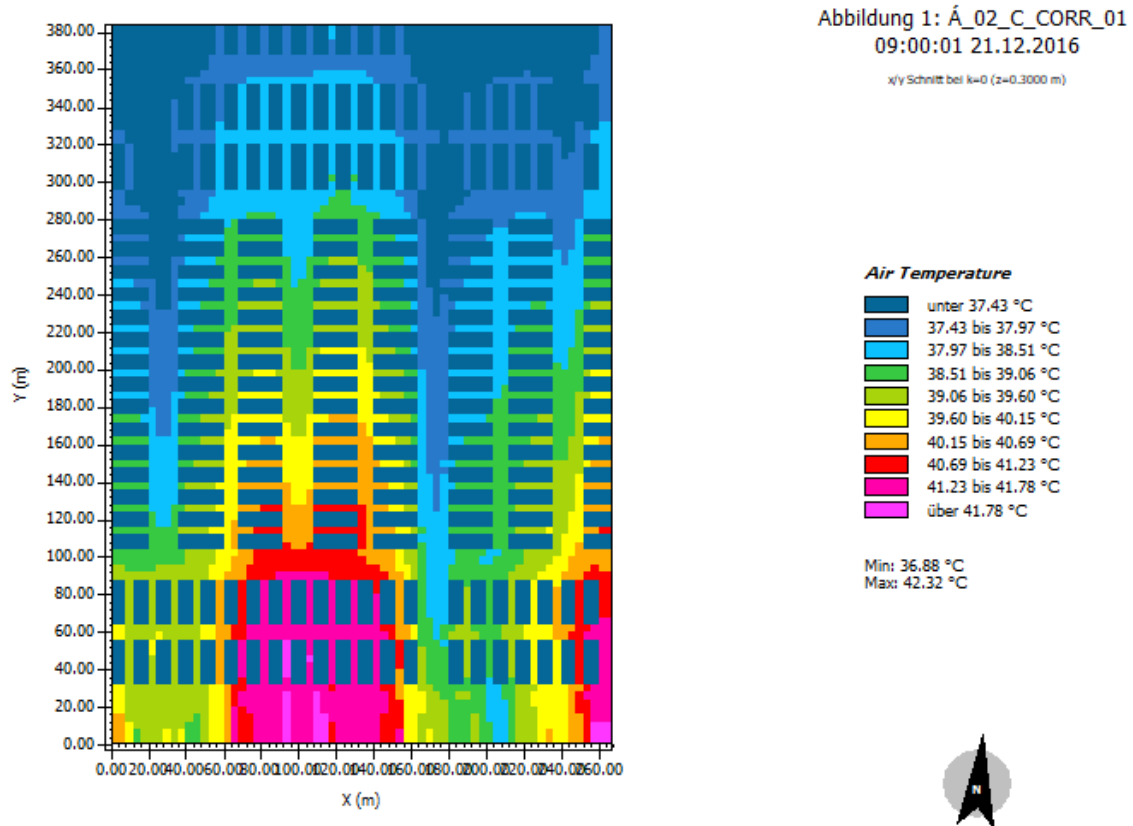
Às 9h a área apresenta-se com temperaturas do ar variando entre menos de 37,43 até mais de 41,78 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre menos de 37,43, chegando ao valor máximo de 42,32 °C (cf. *infra*, Figura 89, Tabela 30).

Tabela 30 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

46592,0000 menos de 37,43°C	10176,0000 37,43°C até 37,97°C	11152,00 37,97°C até 38,51°C
9456,00 38,51°C até 39,06°C	8560,00 39,06°C até 39,60°C	5184,00 39,60°C até 40,15°C
3728,00 40,15°C até 40,69°C	2912,00 40,69°C até 41,23°C	4496,00 41,23°C até 41,78°C
528,00 mais de 41,78°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 89 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário corriqueiro da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

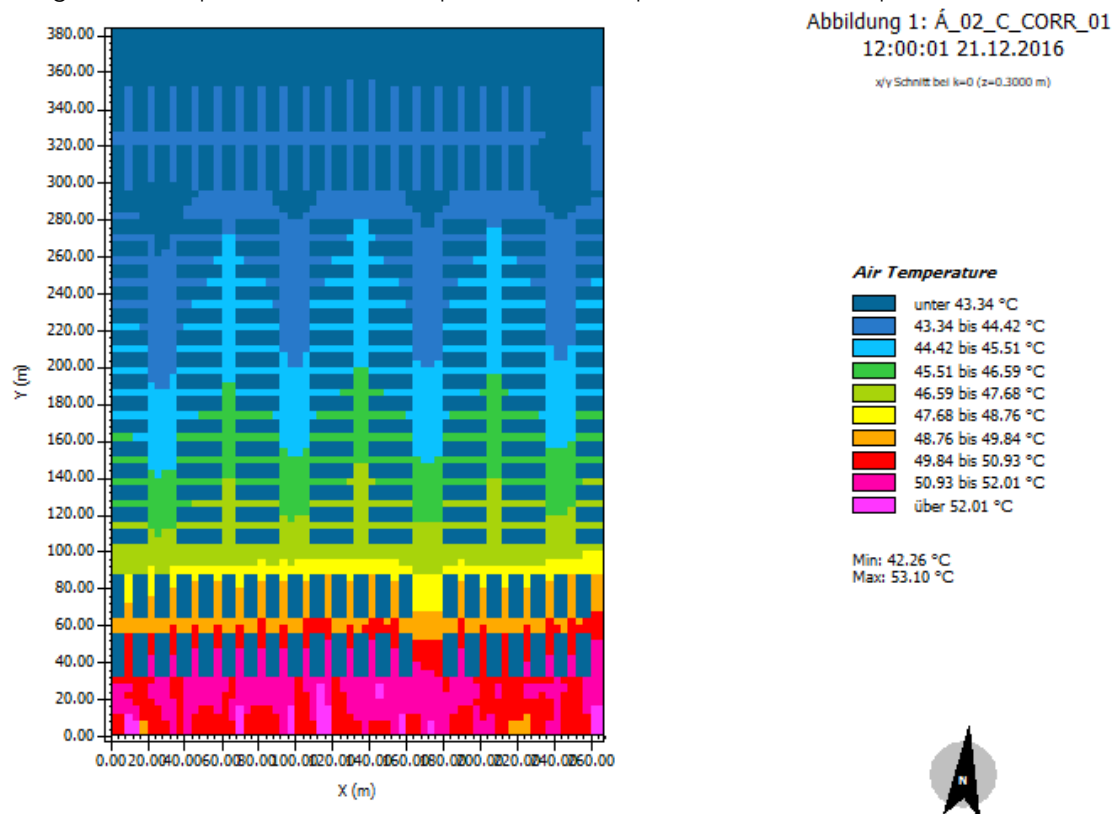
Às 12h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre menos de 43,34 até mais de 52,01 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 43,34 até 44,42 °C, chegando ao valor máximo de 53,10 °C (cf. *infra*, Figura 90, Tabela 31).

Tabela 31 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

8624,0000 menos de 43,34°C	15376,0000 43,34°C até 44,42°C	9312,00 44,42°C até 45,51°C
6224,00 45,51°C até 46,59°C	6096,00 46,59°C até 47,68°C	2080,00 47,68°C até 48,76°C
3344,00 48,76°C até 49,84°C	5552,00 49,84°C até 50,93°C	5264,00 50,93°C até 52,01°C
624,00 mais de 52,01°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 90 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário corriqueiro da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

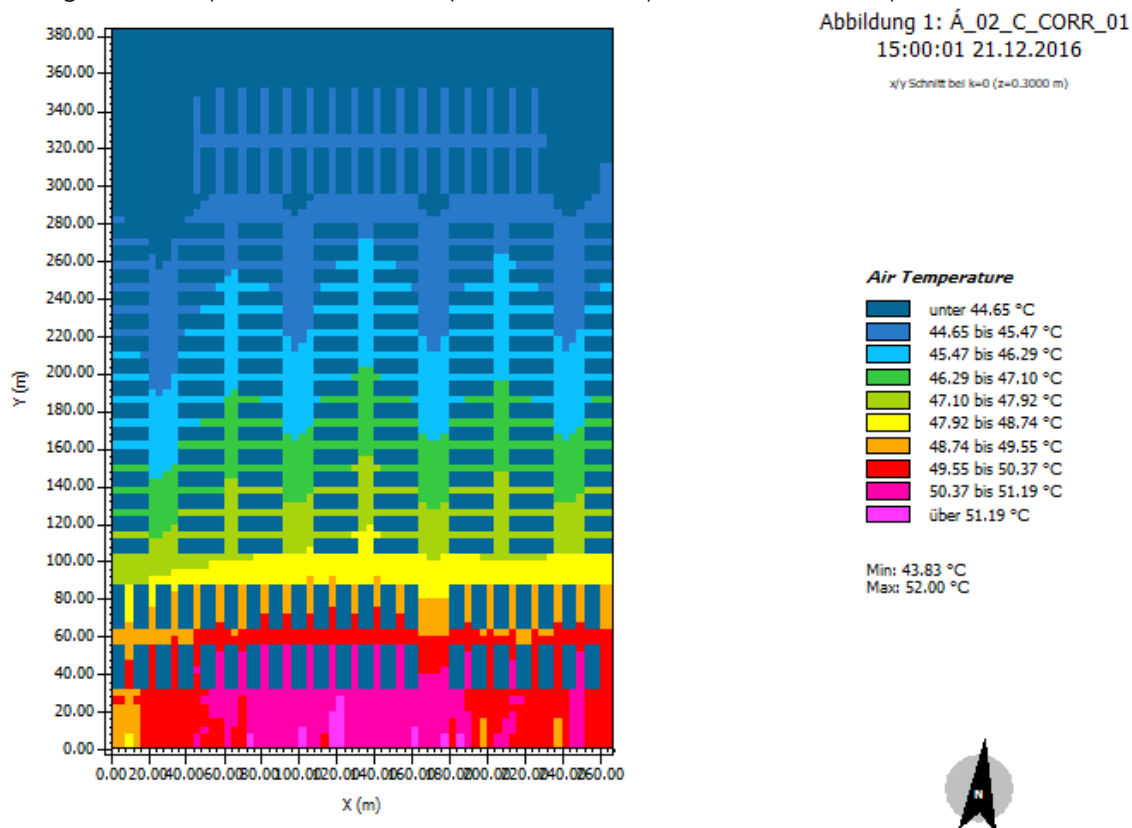
Às 15h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre menos de 44,65 até 50,37 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 44,65 até 45,47 °C, chegando ao valor máximo de 52,00 °C (cf. *infra*, Figura 91, Tabela 32).

Tabela 32 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

9584,0000 menos de 44,65°C	14256,0000 44,65°C até 45,47°C	8416,00 45,47°C até 46,29°C
5888,00 46,29°C até 47,10°C	5280,00 47,10°C até 47,92°C	3808,00 47,92°C até 48,74°C
2976,00 48,74°C até 49,55°C	6528,00 49,55°C até 50,37°C	0,00 50,37°C até 51,19°C
0,00 mais de 51,19°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 91 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário corriqueiro da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 04

- 09h00min

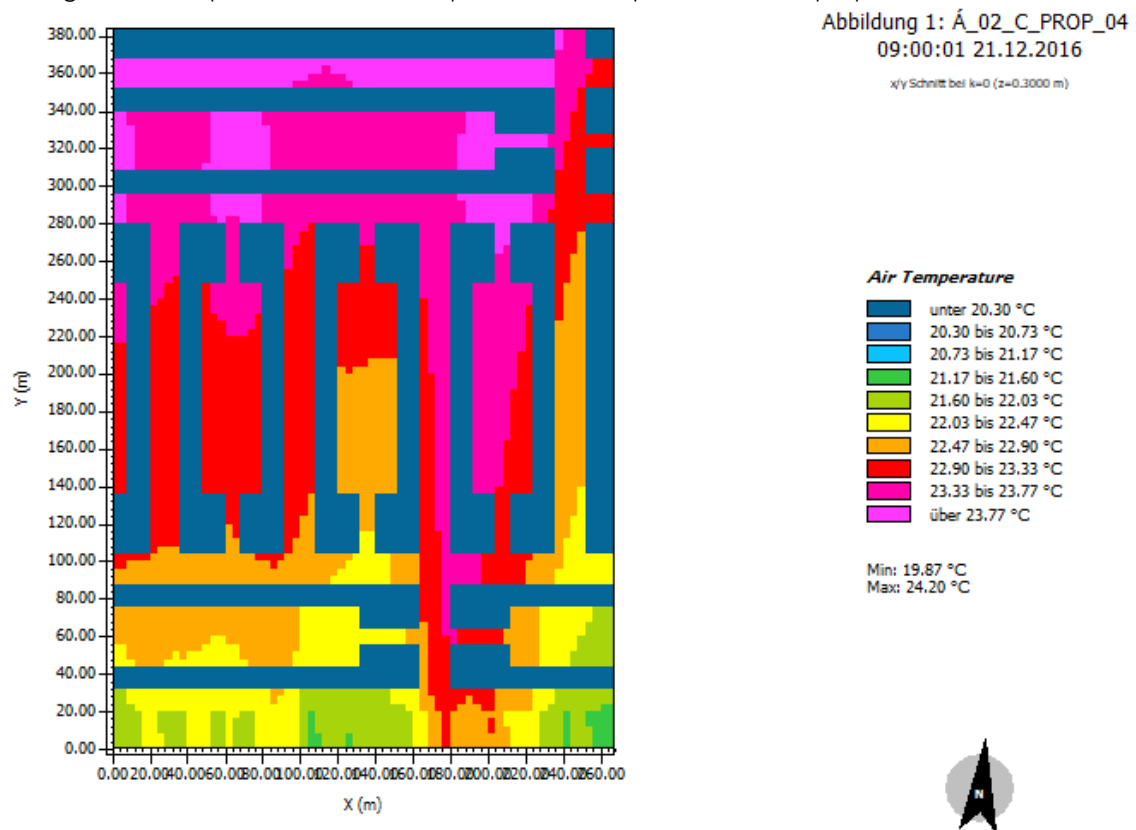
Às 9h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 21,17 até mais de 23,77 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 22,90 até 23,33 °C, chegando ao valor máximo de 24,20 °C (cf. *infra*, Figura 89, Tabela 33).

Tabela 33 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,30°C	0,0000 20,30°C até 20,73°C	0,00 20,73°C até 21,17°C
528,00 21,17°C até 21,60°C	4064,00 21,60°C até 22,03°C	6800,00 22,03°C até 22,47°C
11632,00 22,47°C até 22,90°C	15920,00 22,90°C até 23,33°C	15504,00 23,33°C até 23,77°C
6928,00 mais de 23,77°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 92 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 04 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

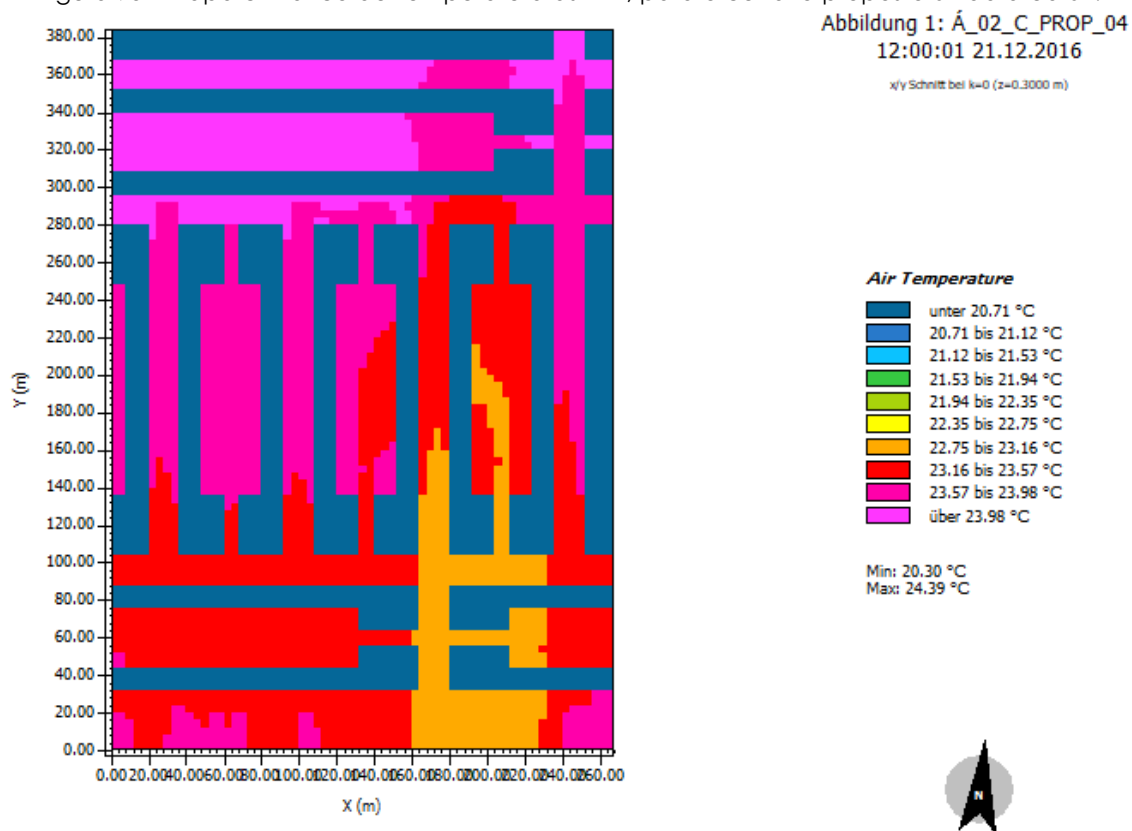
Às 12h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 22,75 até mais de 23,98 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 23,16 até 23,57 °C, chegando ao valor máximo de 24,39 °C (cf. *infra*, Figura 93, Tabela 34).

Tabela 34 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,71°C	0,0000 20,71°C até 21,12°C	0,00 21,12°C até 21,53°C
0,00 21,53°C até 21,94°C	0,00 21,94°C até 22,35°C	0,00 22,35°C até 22,75°C
6832,00 22,75°C até 23,16°C	22736,00 23,16°C até 23,57°C	20752,00 23,57°C até 23,98°C
11056,00 mais de 23,98°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 93 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 04 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

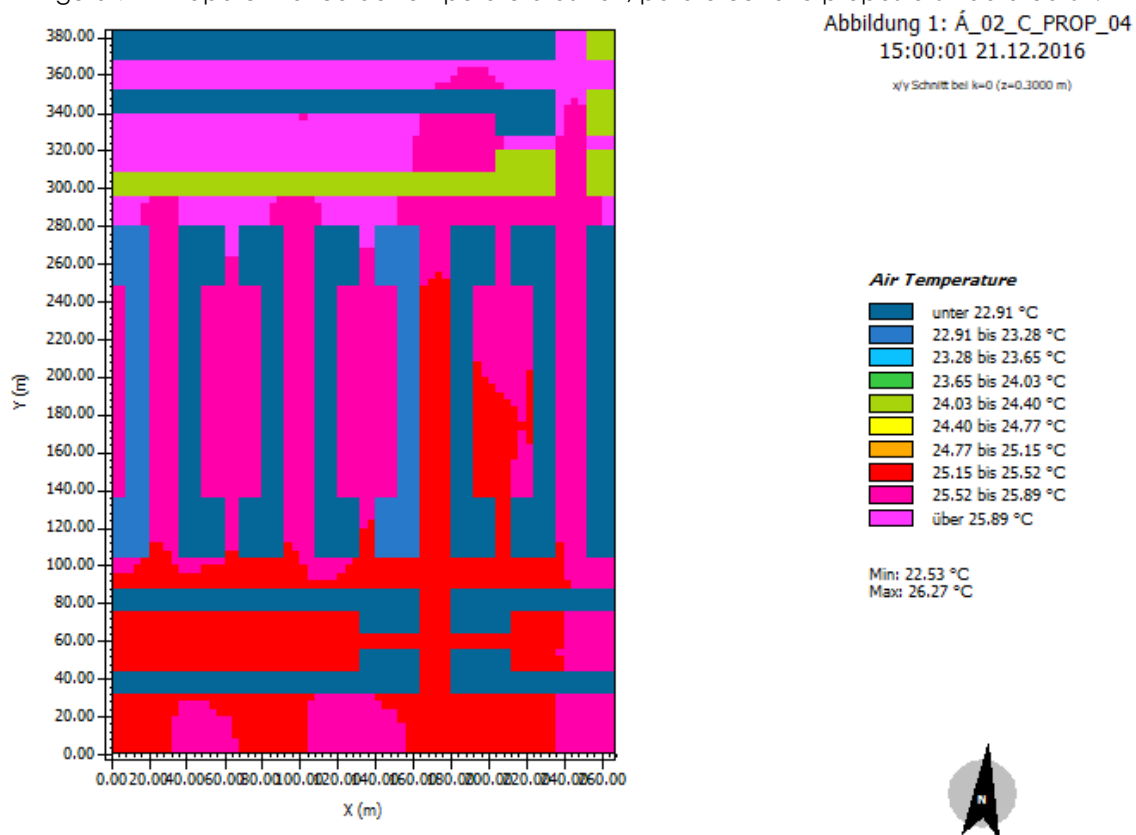
Às 15h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 25,15 até mais de 25,89 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 25,52 até 25,89 °C, chegando ao valor máximo de 26,27 °C (cf. *infra*, Figura 94, Tabela 35).

Tabela 35 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 22,91°C	0,0000 22,91°C até 23,28°C	0,00 23,28°C até 23,65°C
0,00 23,65°C até 24,03°C	0,00 24,03°C até 24,40°C	0,00 24,40°C até 24,77°C
0,00 24,77°C até 25,15°C	19552,00 25,15°C até 25,52°C	29760,00 25,52°C até 25,89°C
12064,00 mais de 25,89°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 94 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 04 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 05

- 09h00min

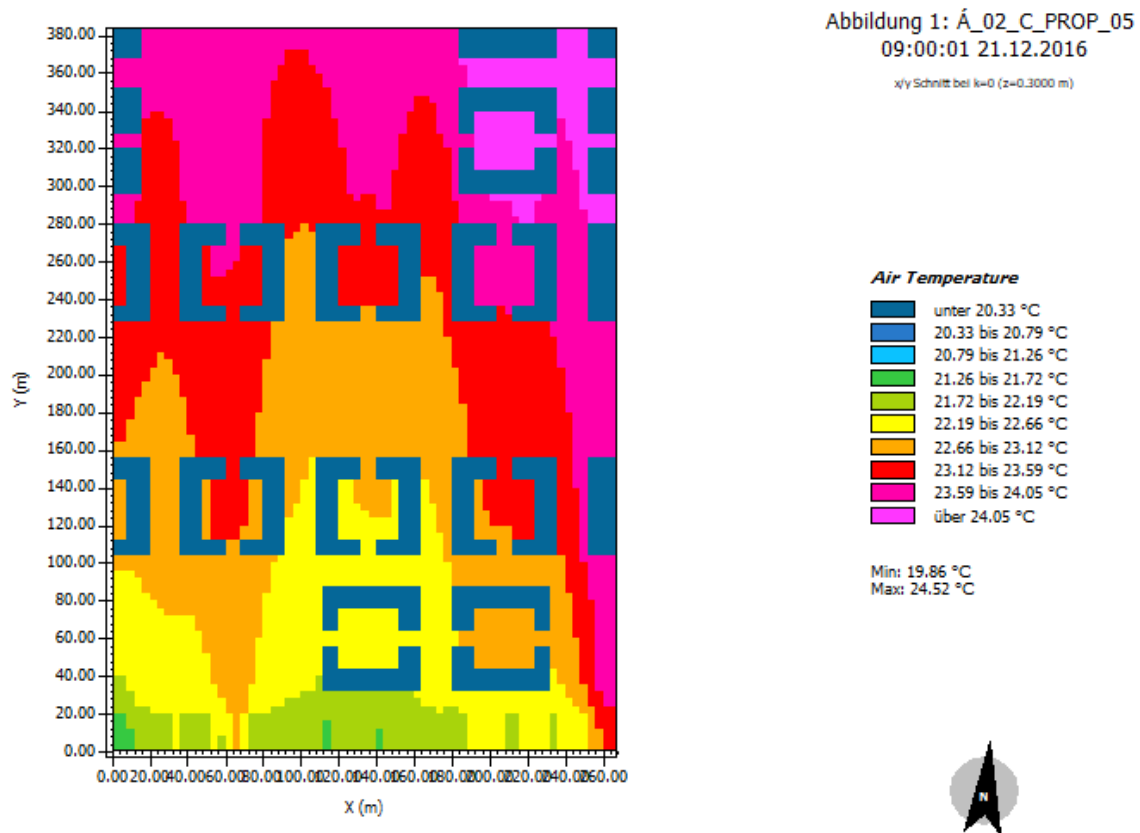
Às 9h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 21,26 até mais de 24,05 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 23,12 até 23,59 °C, chegando ao valor máximo de 24,52 °C (cf. *infra*, Figura 95, Tabela 36).

Tabela 36 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,33°C	0,0000 20,33°C até 20,79°C	0,00 20,79°C até 21,26°C
304,00 21,26°C até 21,72°C	4432,00 21,72°C até 22,19°C	12848,00 22,19°C até 22,66°C
19504,00 22,66°C até 23,12°C	22144,00 23,12°C até 23,59°C	18096,00 23,59°C até 24,05°C
3920,00 mais de 24,05°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 95 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 05 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

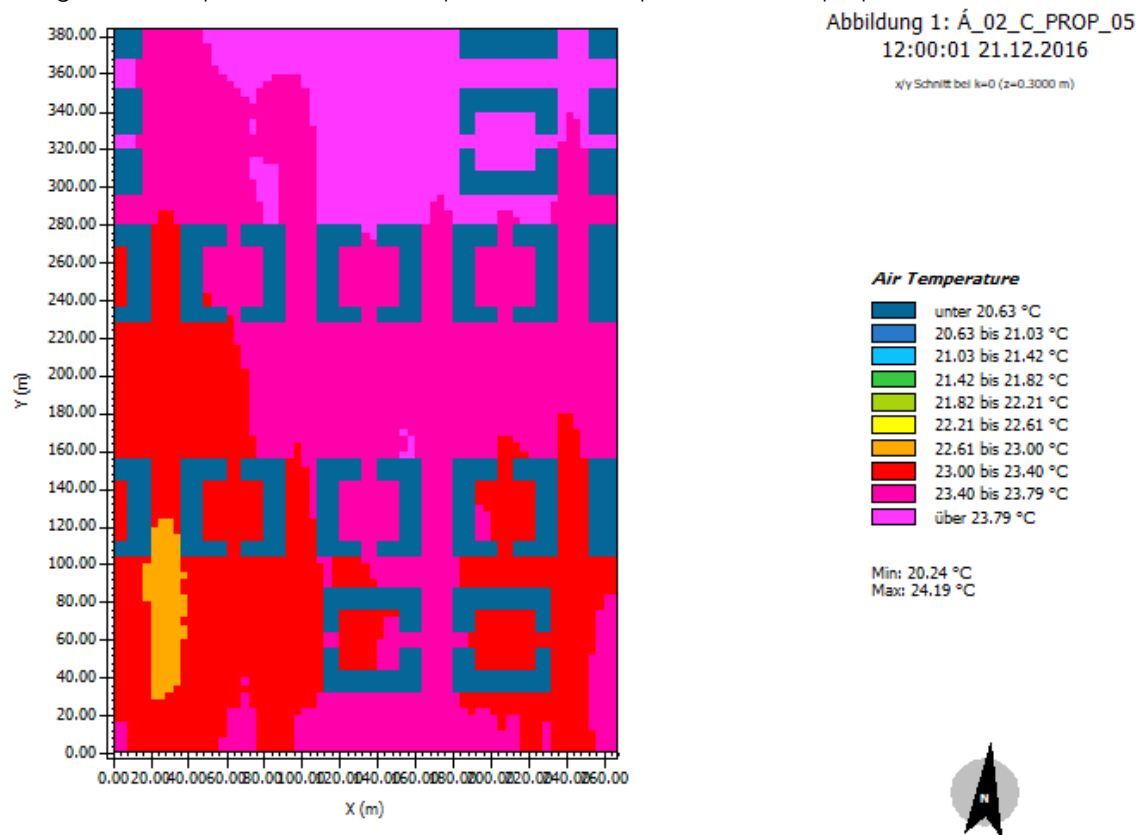
Às 12h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 22,61 até mais de 23,79 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 23,40 até 23,79 °C, chegando ao valor máximo de 24,19 °C (cf. *infra*, Figura 96, Tabela 1).

Tabela 37 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,63°C	0,0000 20,63°C até 21,03°C	0,00 21,03°C até 21,42°C
0,00 21,42°C até 21,82°C	0,00 21,82°C até 22,21°C	0,00 22,21°C até 22,61°C
1552,00 22,61°C até 23,00°C	27280,00 23,00°C até 23,40°C	38128,00 23,40°C até 23,79°C
14288,00 mais de 23,79°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 96 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 05 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

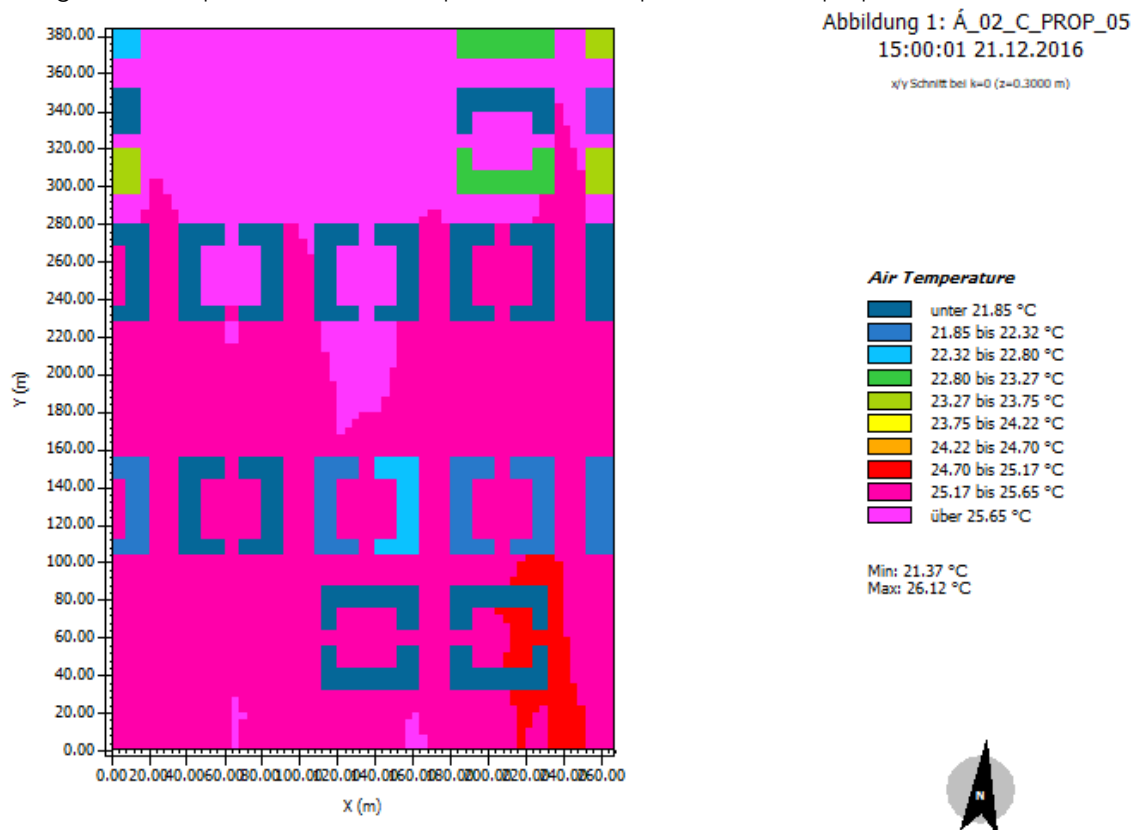
Às 15h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 24,70 até mais de 25,65 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 25,17 até mais de 25,65 °C, chegando ao valor máximo de 26,12 °C (cf. *infra*, Figura 97, Tabela 38).

Tabela 38 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 21,85°C	0,0000 21,85°C até 22,32°C	0,00 22,32°C até 22,80°C
0,00 23,80°C até 23,27°C	0,00 23,27°C até 23,75°C	0,00 23,75°C até 24,22°C
0,00 24,22°C até 24,70°C	2384,00 24,70°C até 25,17°C	52688,00 25,17°C até 25,65°C
26176,00 mais de 25,65°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 97 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 05 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 06

- 09h00min

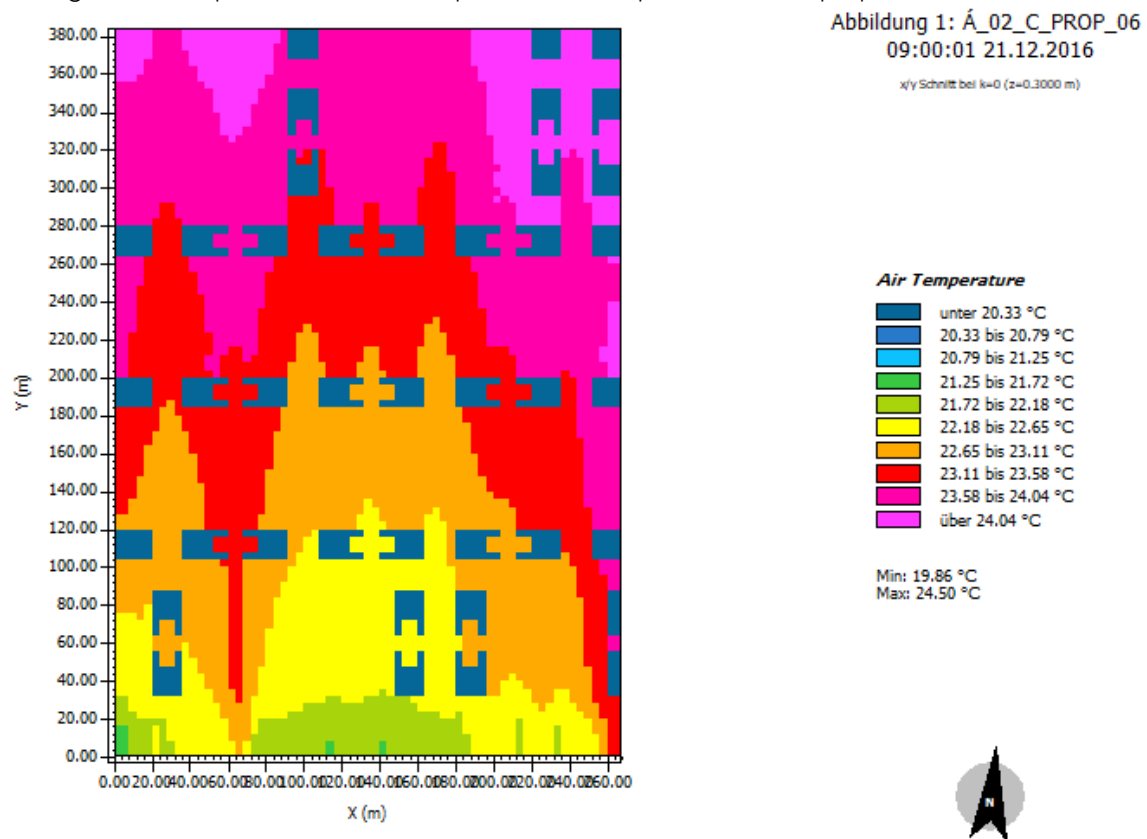
Às 9h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 21,25 até mais de 24,04 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 23,58 até 24,04 °C, chegando ao valor máximo de 24,50 °C (cf. *infra*, Figura 98, Tabela 39).

Tabela 39 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,33°C	0,0000 20,33°C até 20,79°C	0,00 20,79°C até 21,25°C
192,00 21,25°C até 21,72°C	3520,00 21,72°C até 22,18°C	12368,00 22,18°C até 22,65°C
19616,00 22,65°C até 23,11°C	21888,00 23,11°C até 23,58°C	25136,00 23,58°C até 24,04°C
7776,00 mais de 24,04°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 98 - Mapa climático de Temperatura às 9h, para o cenário proposto 06 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

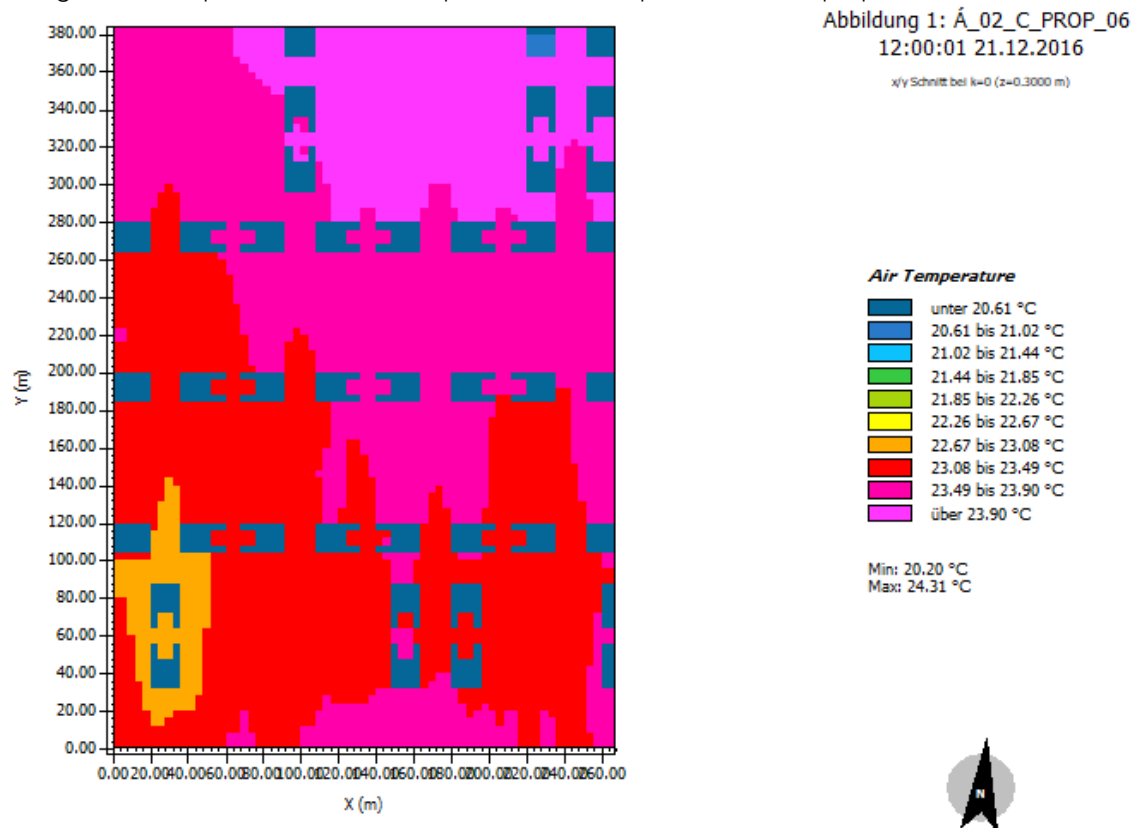
Às 12h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 22,67 até mais de 23,90 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 23,08 até 23,49 °C, chegando ao valor máximo de 24,31 °C (*cf. infra*, Figura 99, Tabela 40).

Tabela 40 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 20,61°C	0,0000 20,61°C até 21,02°C	0,00 21,02°C até 21,44°C
0,00 21,44°C até 21,85°C	0,00 21,85°C até 22,26°C	0,00 22,26°C até 22,67°C
3280,00 22,67°C até 23,08°C	36272,00 23,08°C até 23,49°C	36080,00 23,49°C até 23,90°C
14864,00 mais de 23,90°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 99 - Mapa climático de Temperatura às 12h, para o cenário proposto 06 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

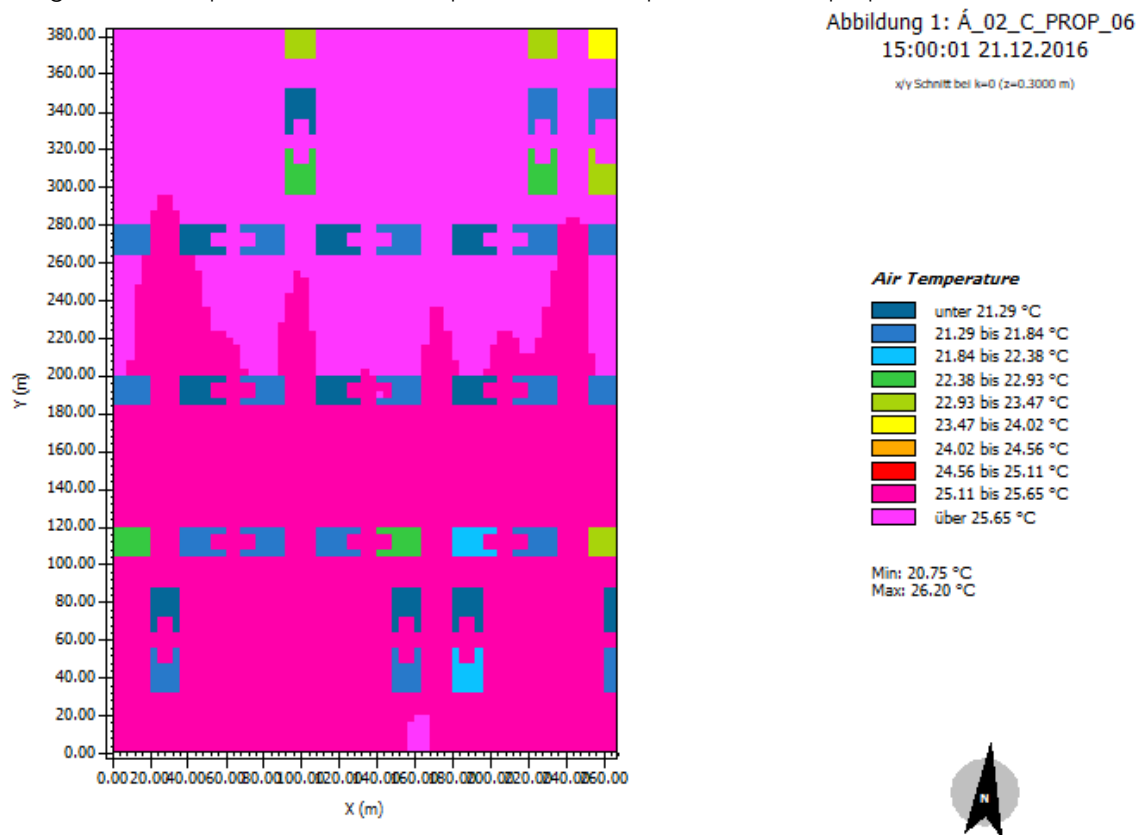
Às 15h a área apresenta-se com temperatura do ar variando entre 25,11 até mais de 25,65 °C, sendo a maior parte de sua área apresentando temperaturas do ar entre 25,11 até 25,65 °C, chegando ao valor máximo de 26,20 °C (cf. *infra*, Figura 100, Tabela 41).

Tabela 41 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de temperatura presente no mapa em questão.

0,0000 menos de 21,29°C	0,0000 21,29°C até 21,84°C	0,00 21,84°C até 22,38°C
0,00 22,38°C até 22,93°C	0,00 22,93°C até 23,47°C	0,00 23,47°C até 24,02°C
0,00 24,02°C até 24,56°C	0,00 24,56°C até 25,11°C	52688,00 25,11°C até 25,65°C
37808,00 mais de 25,65°C		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 100 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 06 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

5.2. UMIDADE DO AR

5.2.1. Área 01

Cenário corriqueiro

- 09h00min

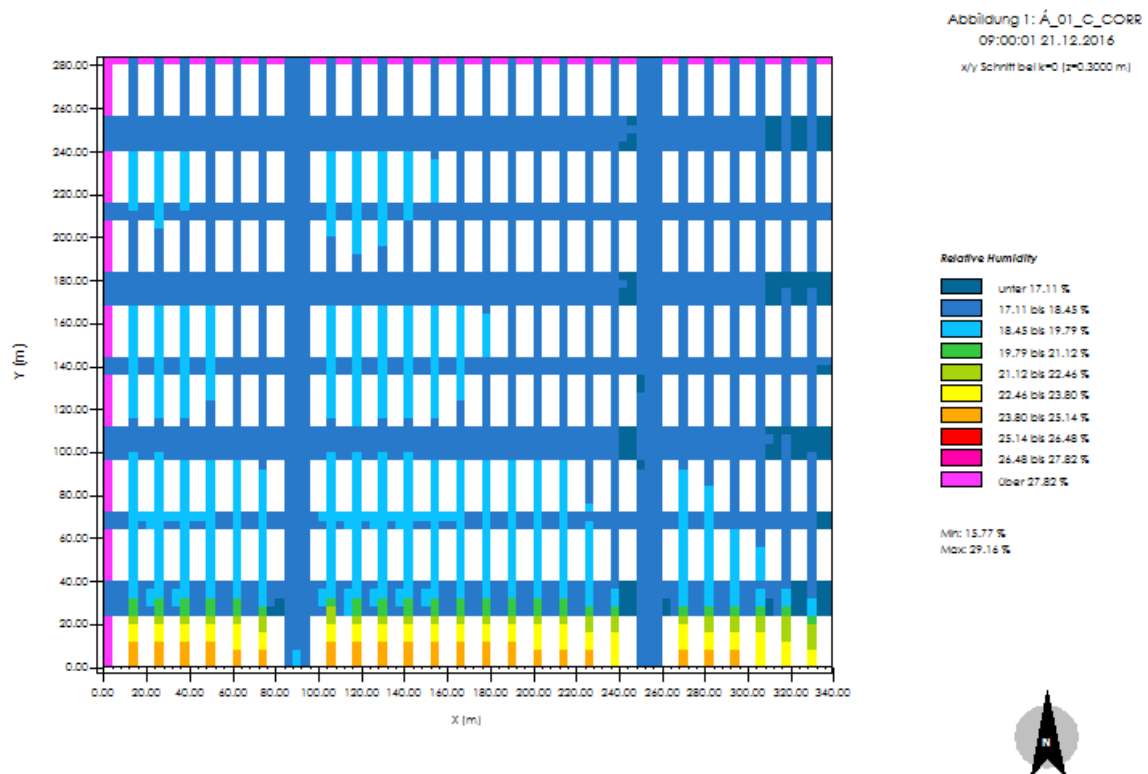
Às 09h a área apresenta-se com UR variando entre menos de 17,11 até 25,14%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 17,11% e 18,45% (cf. *infra*, Figura 101, Tabela 42), chegando ao valor máximo de 29,16%. Tais valores, junto com a temperatura do ar, afirmam as características do clima em que se realizam a simulação (Quente-Seco).

Tabela 42 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

1664,0000 menos de 17,11%	11376,0000 17,11% até 18,45%	6064,00 18,45% até 19,79%
592,00 19,79% até 21,12%	560,00 21,12% até 22,46%	832,00 22,46% até 23,80%
512,00 23,80% até 25,14%	0,00 25,14% até 26,48%	0,00 26,48% até 27,82%
5008,00 mais de 27,82%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 101 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário corriqueiro da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

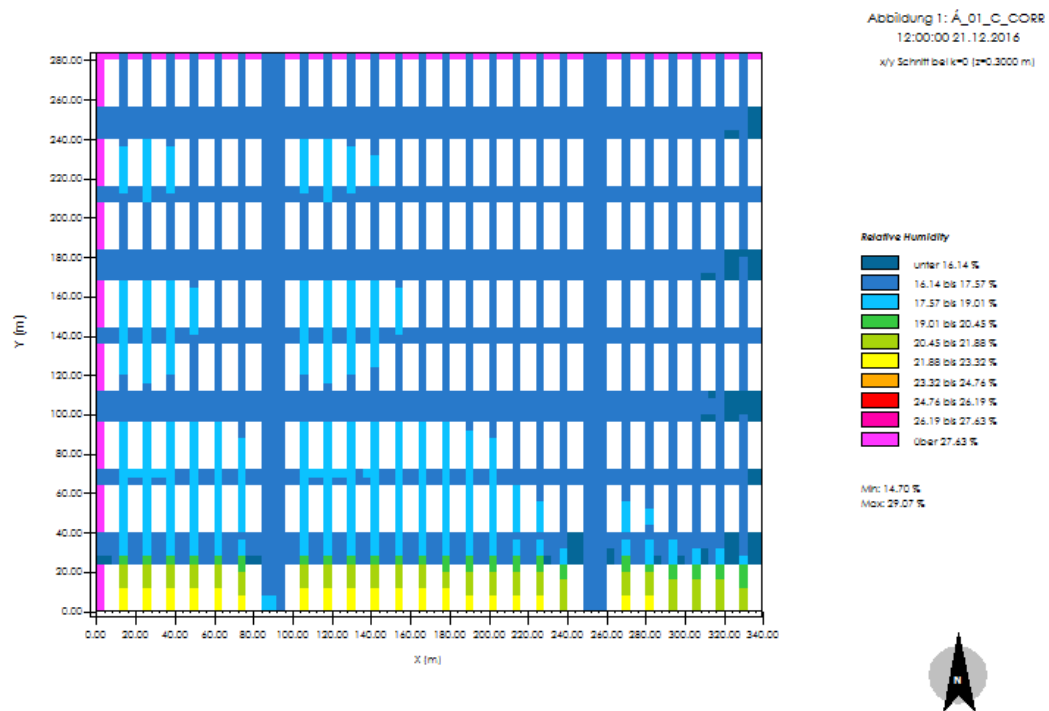
Às 12h a área apresenta-se com UR variando entre menos de 16,14 até 23,32%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 16,14% e 17,57%, chegando ao valor máximo de 29,07% (cf. *infra*, Figura 102, Tabela 43).

Tabela 43 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

1488,0000 menos de 16,14%	27072,0000 16,14% até 17,57%	7120,00 17,57% até 19,01%
592,00 19,01% até 20,45%	1200,00 20,45% até 21,88%	800,00 21,88% até 23,32%
0,00 23,32% até 24,76%	0,00 24,76% até 26,19%	0,00 26,19% até 27,63%
1648,00 mais de 27,63%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 102 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário corriqueiro da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

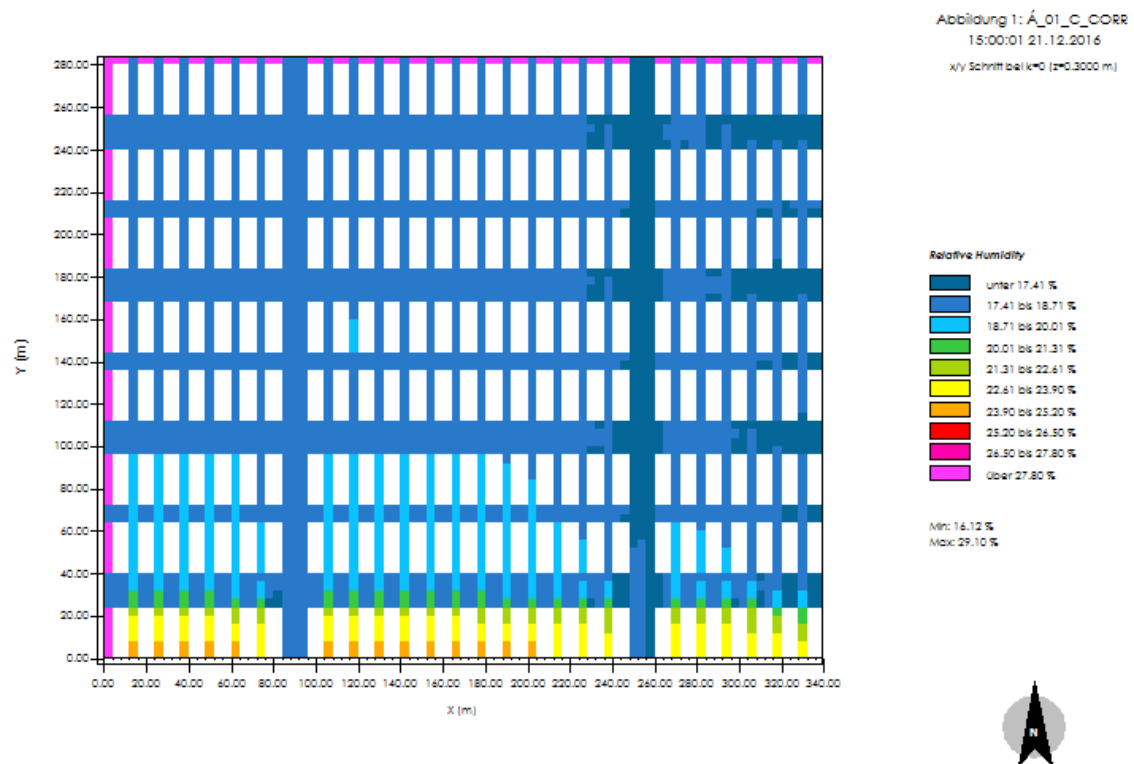
Às 15h a área apresenta-se com UR variando entre menos de 17,41 até 25,20%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 17,41% e 18,71%, chegando ao valor máximo de 29,10% (cf. *infra*, Figura 103, Tabela 44).

Tabela 44 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

7072,0000 menos de 17,41%	27808,0000 17,41% até 18,71%	4512,00 18,71% até 20,01%
576,00 20,01% até 21,31%	640,00 21,31% até 22,61%	1168,00 22,61% até 23,90%
448,00 23,90% até 25,20%	0,00 25,20% até 26,50%	0,00 26,50% até 27,80%
1648,00 mais de 27,80%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 103 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário corriqueiro da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 01

- 09h00min

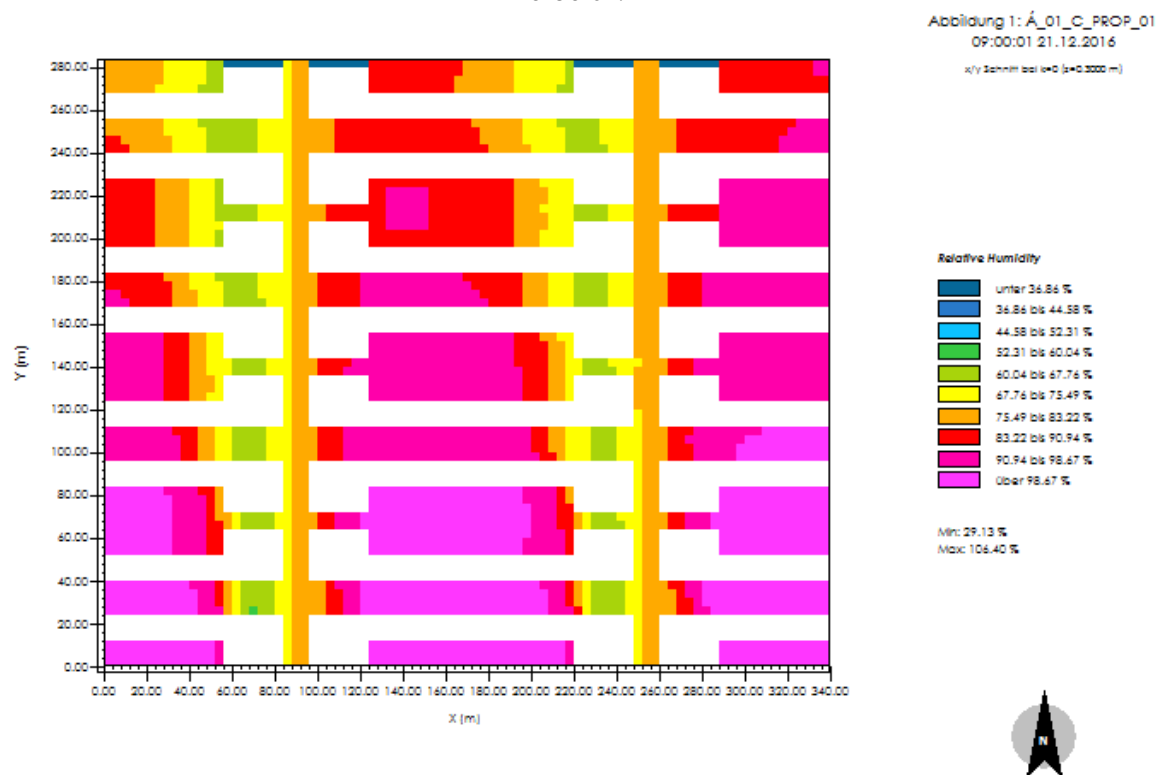
Às 09h a área apresenta-se com UR variando entre 52,31 até mais de 98,67%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 90,94% e 98,67%, chegando ao valor máximo de 106,40% (cf. *infra*, Figura 104, Tabela 45).

Tabela 45 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

448,0000 menos de 36,86%	0,0000 36,86% até 44,58%	0,00 44,58% até 52,31%
16,00 52,31% até 60,04%	3248,00 60,04% até 67,76%	6672,00 67,76% até 75,49%
10192,00 75,49% até 83,22%	10176,00 83,22% até 90,94%	13600,00 90,94% até 98,67%
11120,00 mais de 98,67%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 104 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 09h, para o cenário proposto 01 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

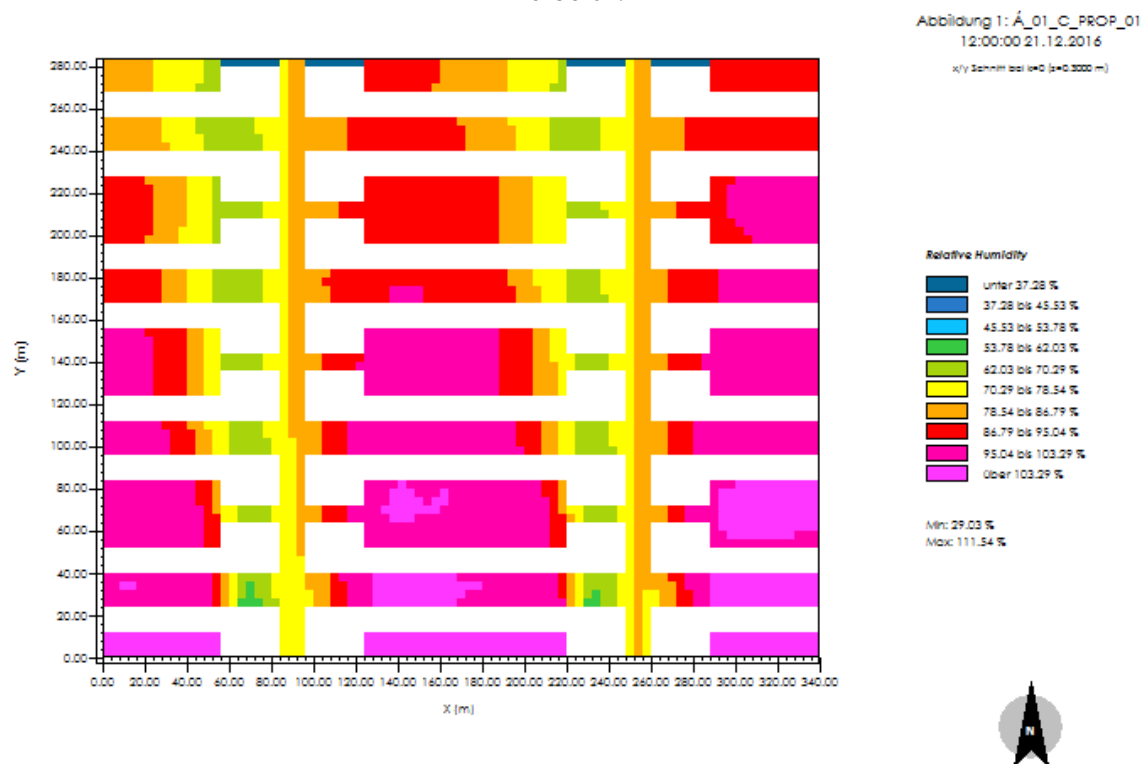
Às 12h a área apresenta-se com UR variando entre 53,78 até mais de 103,29%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 95,04% e 103,29%, chegando ao valor máximo de 111,54% (cf. *infra*, Figura 105, Tabela 46).

Tabela 46 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

448,0000 menos de 37,28%	0,0000 37,28% até 45,53%	0,00 45,53% até 53,78%
128,00 53,78% até 62,03%	3648,00 62,03% até 70,29%	8000,00 70,29% até 78,54%
10000,00 78,54% até 86,79%	11792,00 86,79% até 95,04%	15888,00 95,04% até 103,29%
5568,00 mais de 103,29%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 105 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 01 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

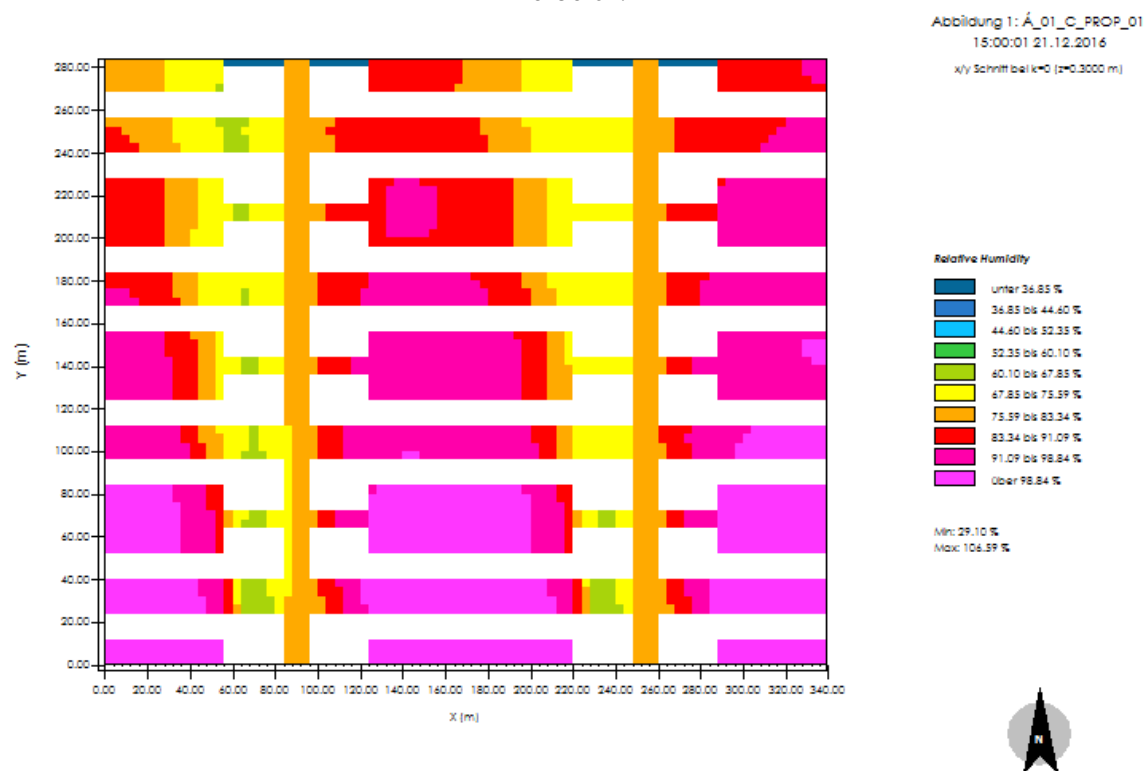
Às 15h a área apresenta-se com UR variando entre 60,10 até mais de 98,84%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 91,09% e 98,84%, chegando ao valor máximo de 106,59% (cf. *infra*, Figura 106, Tabela 47).

Tabela 47 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

448,0000 menos de 36,85%	0,0000 36,85% até 44,60%	0,00 44,60% até 52,35%
0,00 52,35% até 60,10%	1040,00 60,10% até 67,85%	6848,00 67,85% até 75,59%
11408,00 75,59% até 83,34%	10208,00 83,34% até 91,09%	14000,00 91,09% até 98,84%
11520,00 mais de 98,84%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 106 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 01 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 02

- 09h00min

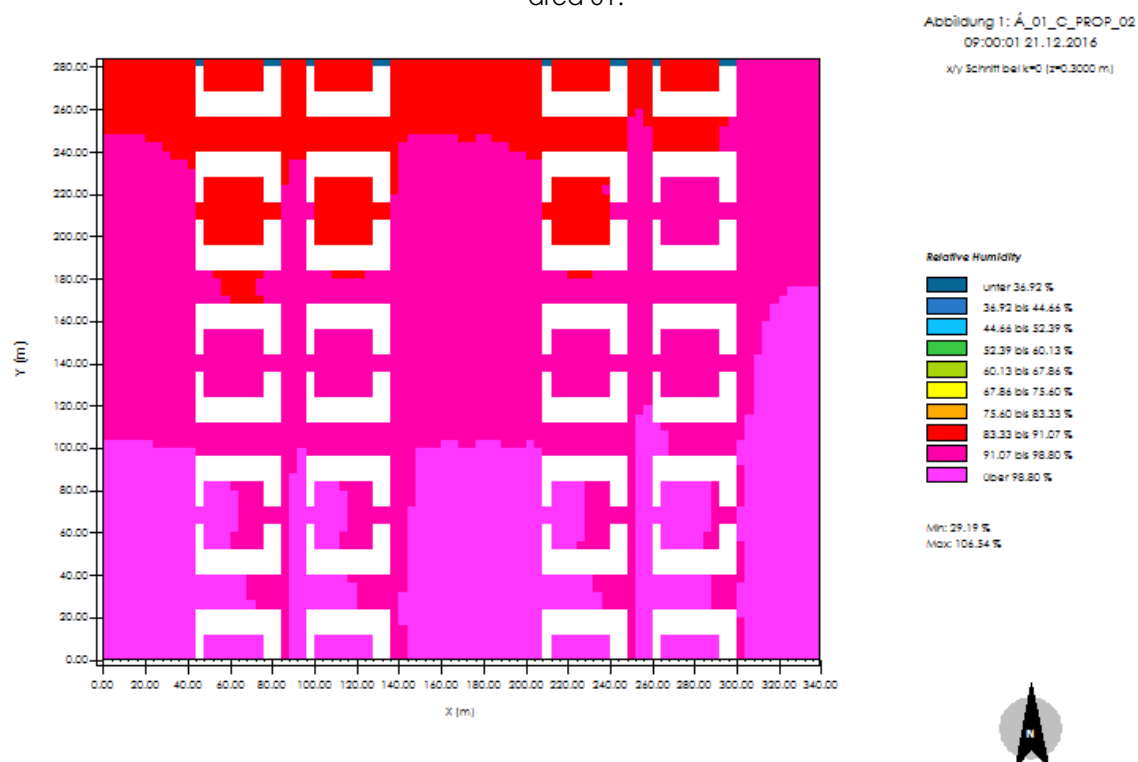
Às 09h a área apresenta-se com UR variando entre 83,33 até mais de 98,80%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores maiores de 98,80%, chegando ao valor máximo de 106,54% (cf. *infra*, Figura 107, Tabela 48).

Tabela 48 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

192,0000 menos de 36,92%	0,0000 36,92% até 44,66%	0,00 44,66% até 52,39%
0,00 52,39% até 60,13%	0,00 60,13% até 67,86%	0,00 67,86% até 75,60%
0,00 75,60% até 83,33%	13216,00 83,33% até 91,07%	23168,00 91,07% até 98,80%
24048,00 mais de 98,80%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 107 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 09h, para o cenário proposto 02 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

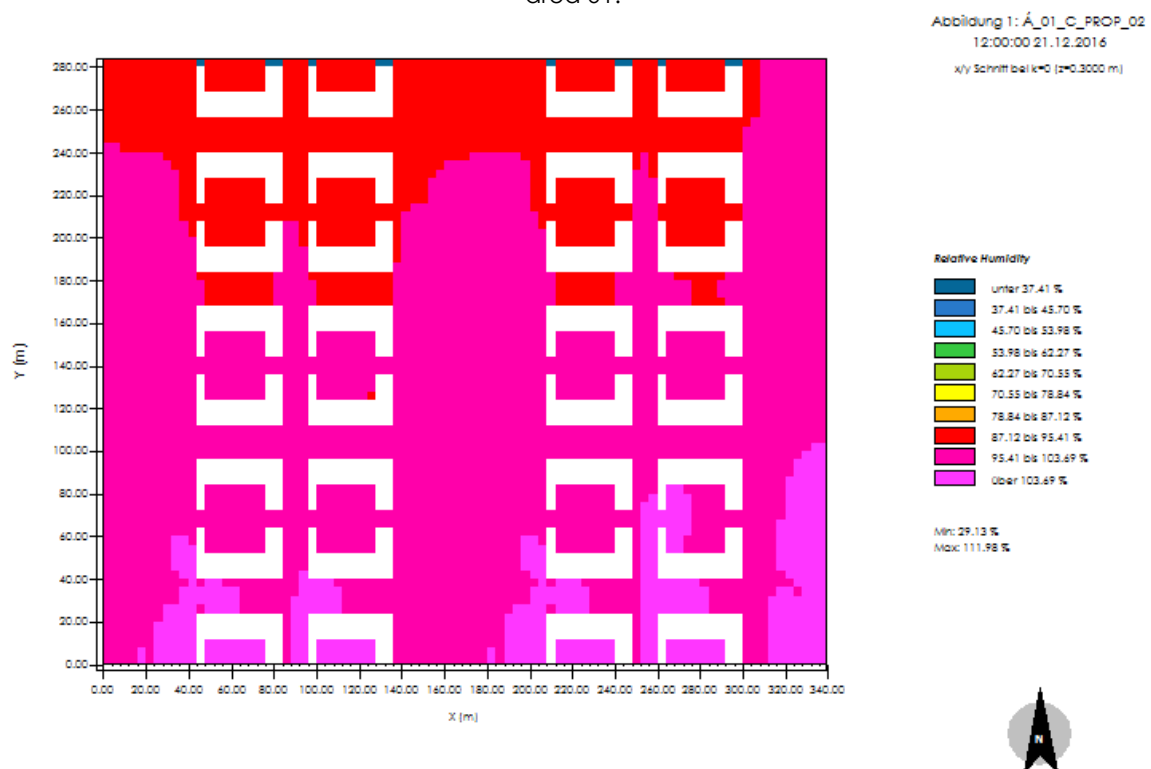
Às 12h a área apresenta-se com UR variando entre 87,12 até mais de 103,69%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 95,41% e 103,69%, chegando ao valor máximo de 111,98% (cf. *infra*, Figura 108, Tabela 49).

Tabela 49 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

192,0000 menos de 37,41%	0,0000 37,41% até 45,70%	0,00 45,70% até 53,98%
0,00 53,98% até 62,27%	0,00 62,27% até 70,55%	0,00 70,55% até 78,84%
0,00 78,84% até 87,12%	16544,00 87,12% até 95,41%	25888,00 95,41% até 103,69%
7776,00 mais de 103,69%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 108 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 02 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

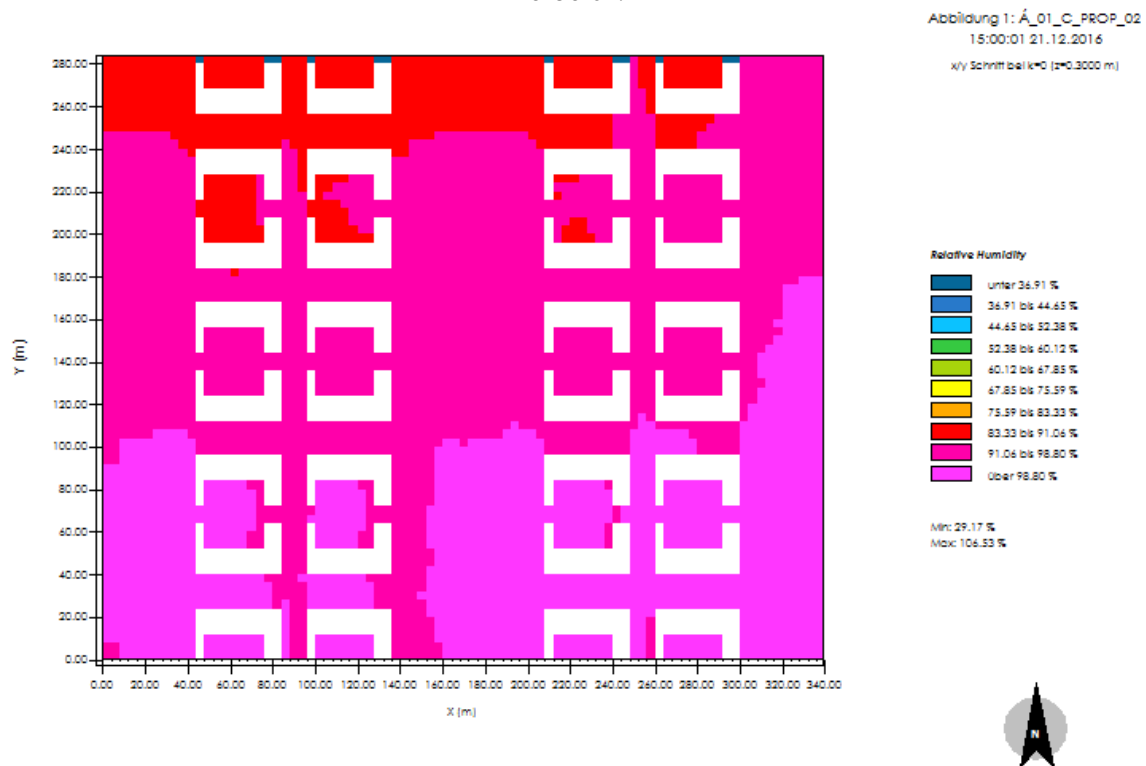
Às 15h a área apresenta-se com UR variando entre 83,33 até mais de 98,80%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores maiores que 98,80%, chegando ao valor máximo de 106,53% (cf. *infra*, Figura 109, Tabela 50).

Tabela 50 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

192,0000 menos de 36,91%	0,0000 36,91% até 44,65%	0,00 44,65% até 52,38%
0,00 52,38% até 60,12%	0,00 60,12% até 67,85%	0,00 67,85% até 75,59%
0,00 75,59% até 83,33%	10752,00 83,33% até 91,06%	23472,00 91,06% até 98,80%
25024,00 mais de 98,80%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 109 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 02 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 03

- 09h00min

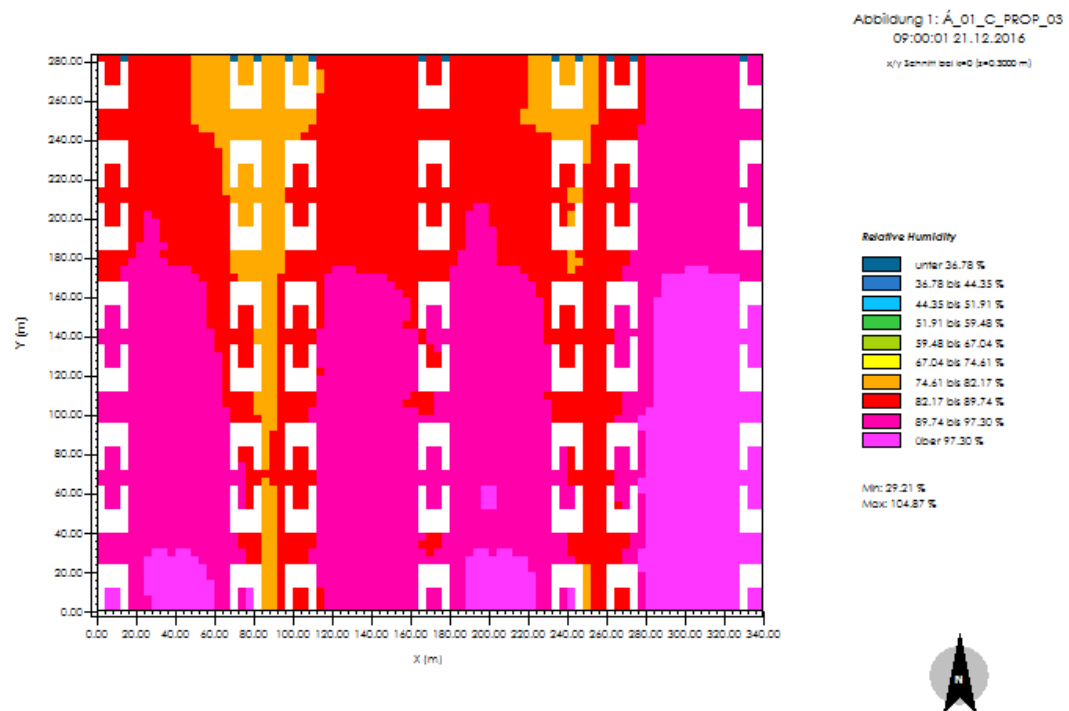
Às 09h a área apresenta-se com UR variando entre 74,61 até mais de 97,30%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 89,74% e 97,30%, chegando ao valor máximo de 104,87% (cf. *infra*, Figura 110, Tabela 51).

Tabela 51 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

192,0000 menos de 36,78%	0,0000 36,78% até 44,35%	0,00 44,35% até 51,91%
0,00 51,91% até 59,48%	0,00 59,48% até 67,04%	0,00 67,04% até 74,61%
6448,00 74,61% até 82,17%	16496,00 82,17% até 89,74%	23472,00 89,74% até 97,30%
11472,00 mais de 97,30%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 110 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário proposto 03 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

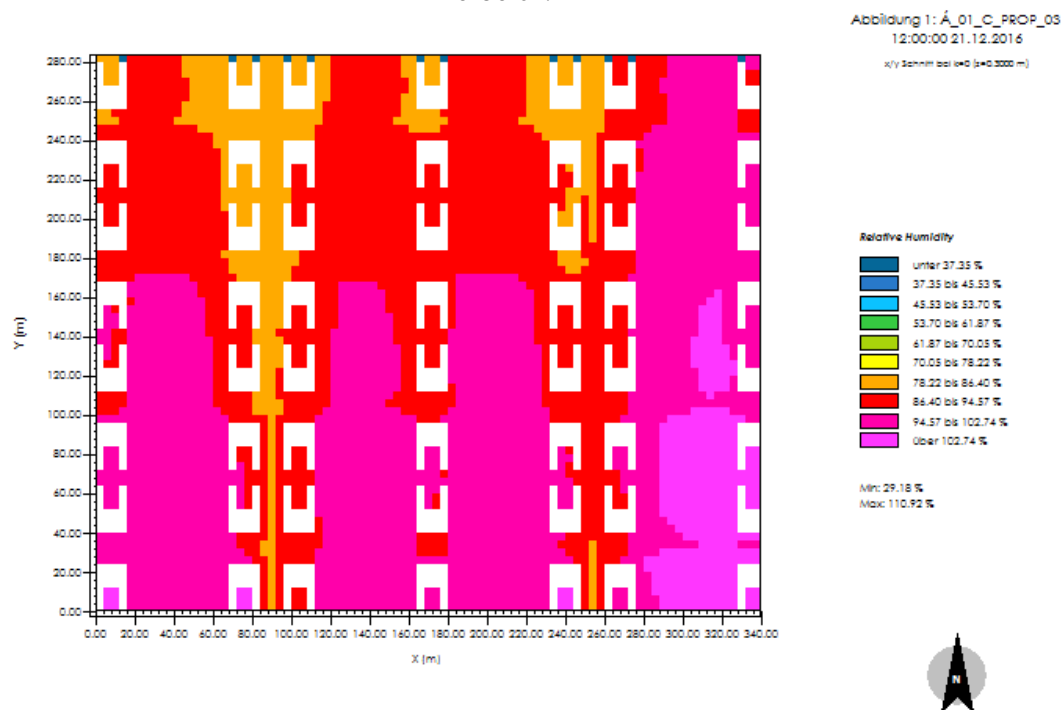
Às 12h a área apresenta-se com UR variando entre 78,22 até mais de 102,74%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 94,57% e 102,74%, chegando ao valor máximo de 110,92% (cf. *infra*, Figura 111, Tabela 52).

Tabela 52 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

192,0000 menos de 37,35%	0,0000 37,35% até 45,53%	0,00 45,53% até 53,70%
0,00 53,70% até 61,87%	0,00 61,87% até 70,05%	0,00 70,05% até 78,22%
8416,00 78,22% até 86,40%	16208,00 86,40% até 94,57%	23664,00 94,57% até 102,74%
5616,00 mais de 102,74%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 111 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 03 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

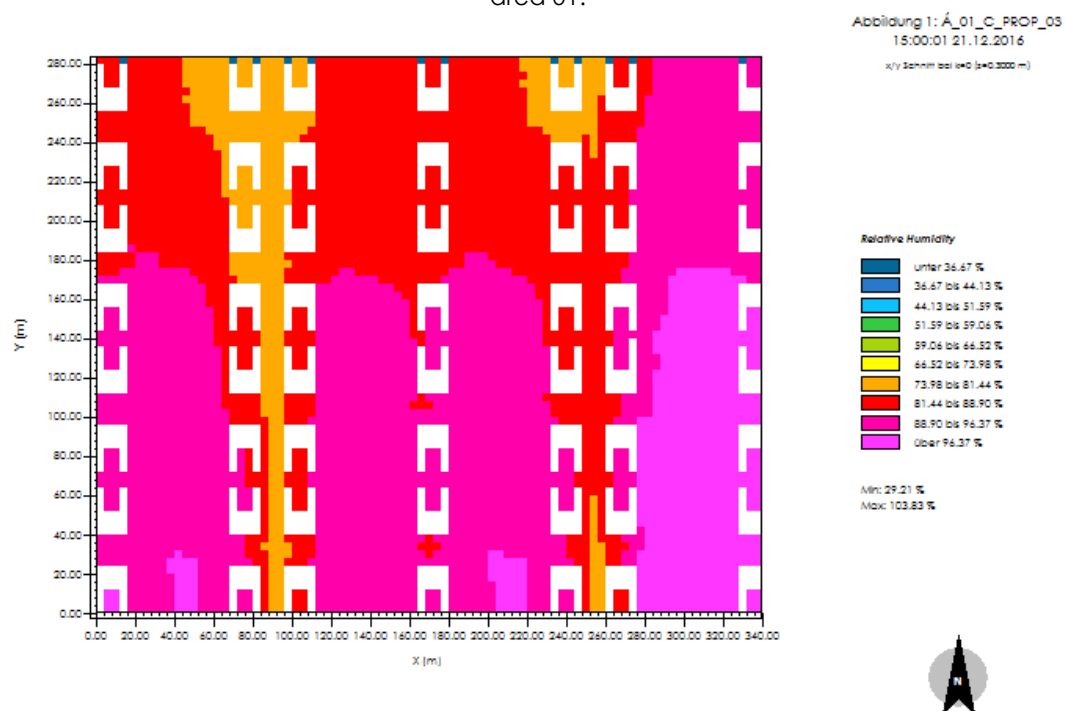
Às 15h a área apresenta-se com UR variando entre 89,90 até mais de 96,37%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 88,90% e 96,37%, chegando ao valor máximo de 103,83% (cf. *infra*, Figura 112, Tabela 53).

Tabela 53 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

192,0000 menos de 36,67%	0,0000 36,67% até 44,13%	0,00 44,13% até 51,59%
0,00 51,59% até 59,06%	0,00 59,06% até 66,52%	0,00 66,52% até 73,98%
7104,00 73,98% até 81,44%	16176,00 81,44% até 88,90%	23376,00 88,90% até 96,37%
10288,00 mais de 96,37%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 112 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 03 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

5.2.2. Área 02

Cenário corriqueiro

- 09h00min

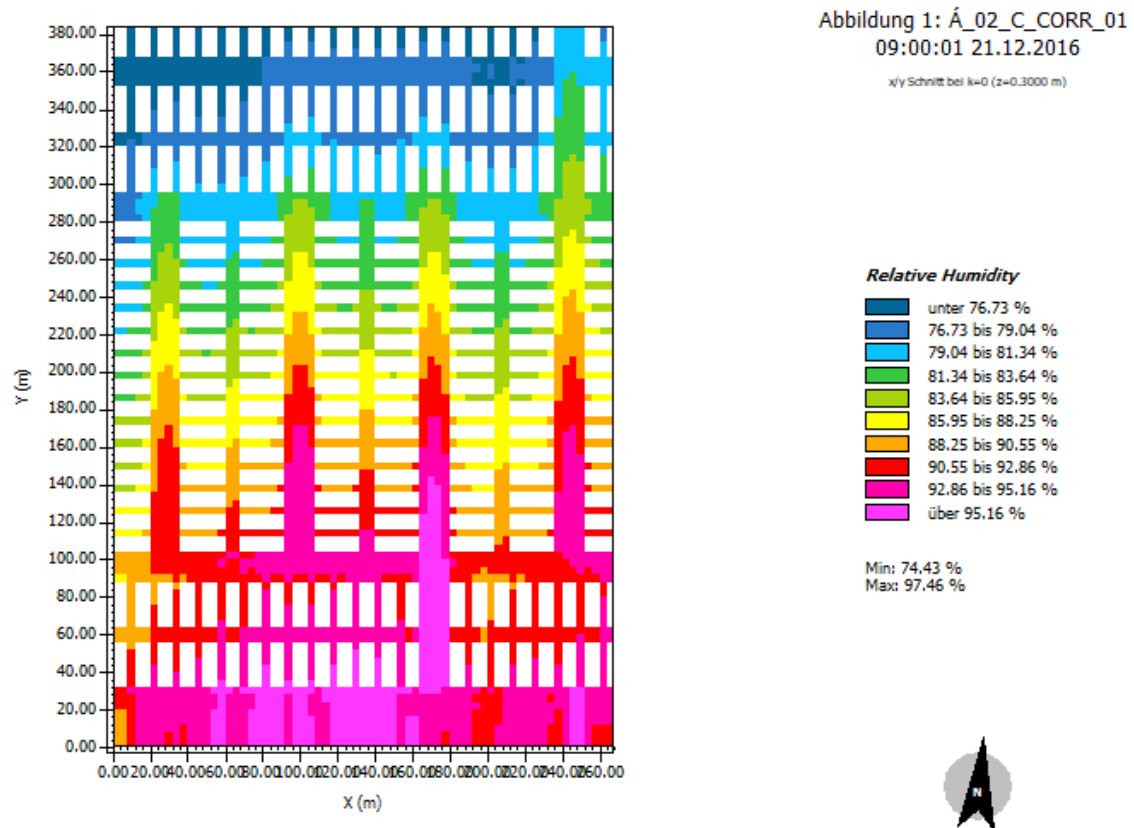
Às 9h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre menos de 17,11 até 25,14%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 17,11% e 18,45%, chegando ao valor máximo de 97,46% (cf. *infra*, Figura 113, Tabela 54).

Tabela 54 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

2592,0000 menos de 76,73%	5424,0000 76,73% até 79,04%	5280,00 79,04% até 81,34%
4720,00 81,34% até 83,64%	4560,00 83,64% até 85,95%	4736,00 85,95% até 88,25%
5392,00 88,25% até 90,55%	8160,00 90,55% até 92,86%	9040,00 92,86% até 95,16%
3952,00 mais de 95,16%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 113 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário corriqueiro da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

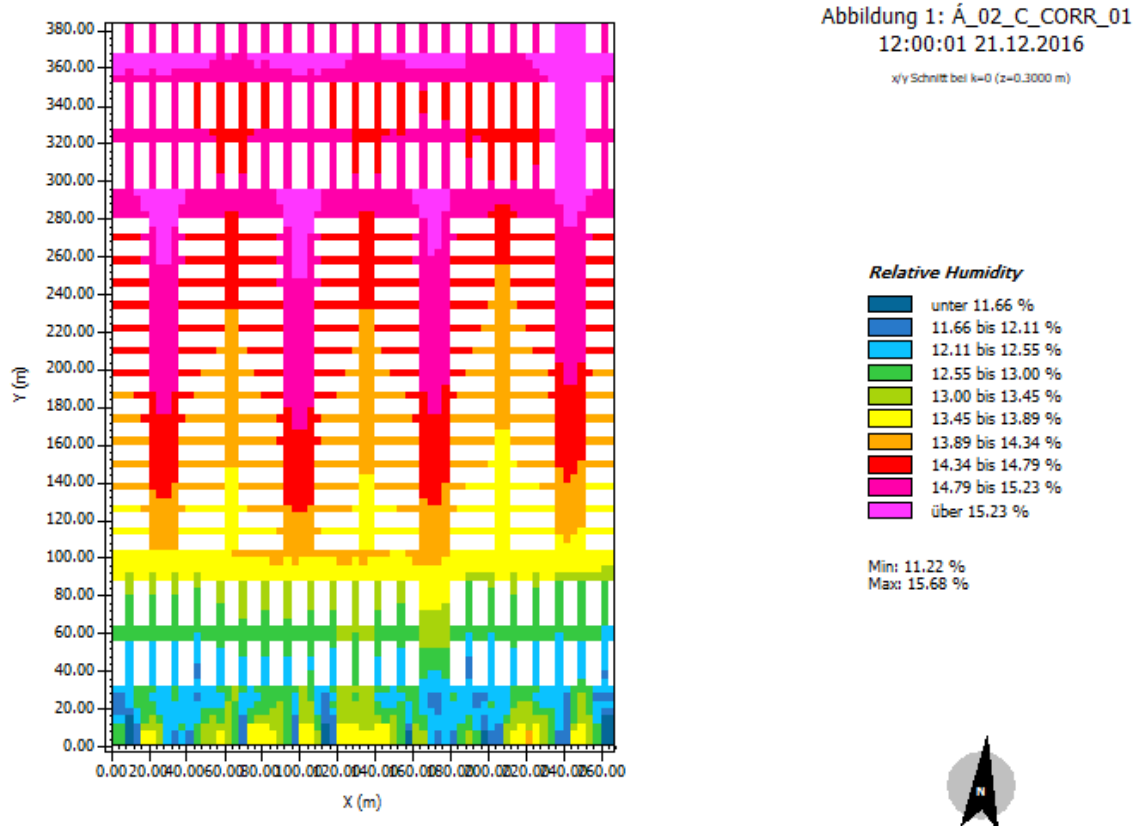
Às 12h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre menos de 16,14 até 23,32%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 16,14 até 17,57%, chegando ao valor máximo de 15,68% (cf. *infra*, Figura 114, Tabela 55).

Tabela 55 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

304,0000 menos de 11,66%	1152,0000 11,66% até 12,11%	4112,00 12,11% até 12,55%
5616,00 12,55% até 13,00%	3328,00 13,00% até 13,45%	7120,00 13,45% até 13,89%
8528,00 13,89% até 14,34%	11296,00 14,34% até 14,79%	15504,00 14,79% até 15,23%
5088,00 mais de 15,23%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 114 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário corriqueiro da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

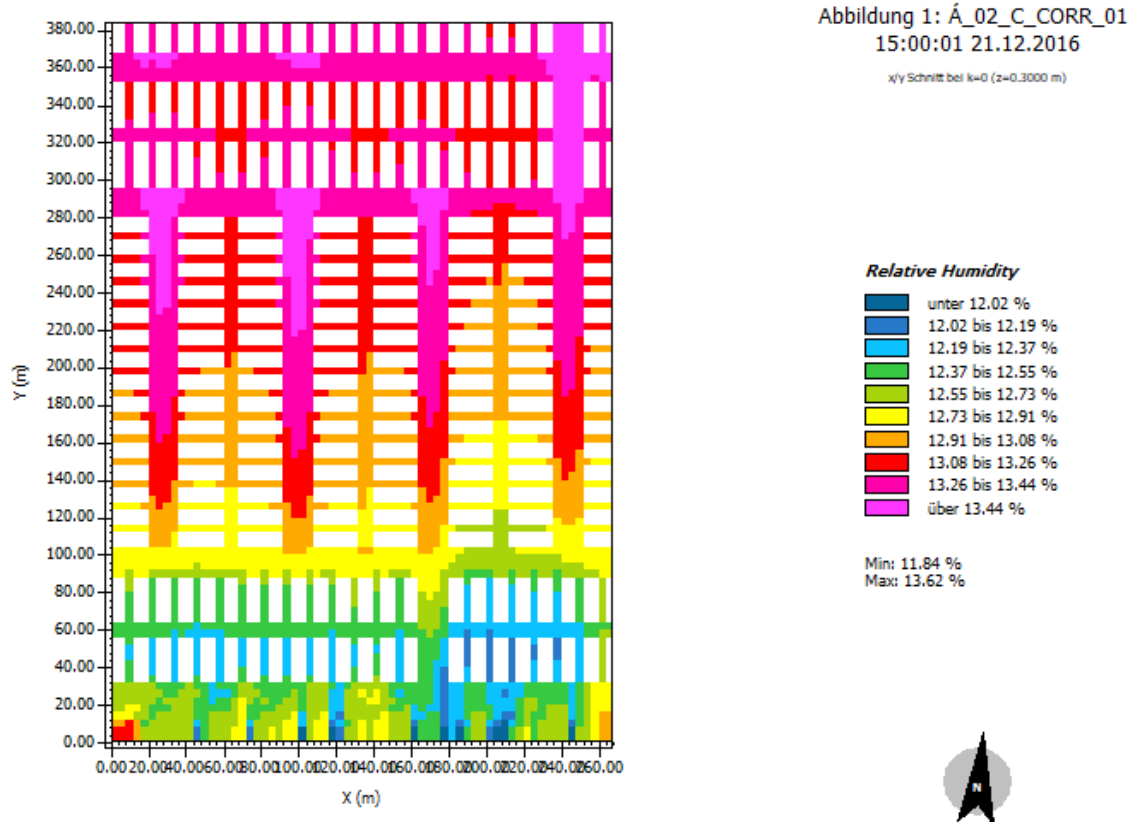
Às 15h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre menos de 17,41 até 25,20%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 17,41% e 18,71%, chegando ao valor máximo de 13,62% (cf. *infra*, Figura 115, Tabela 56).

Tabela 56 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

288,0000 menos de 12,02%	688,0000 12,02% até 12,19%	3440,00 12,19% até 12,37%
5504,00 12,37% até 12,55%	5712,00 12,55% até 12,73%	6960,00 12,73% até 12,91%
7184,00 12,91% até 13,08%	11856,00 13,08% até 13,26%	15744,00 13,26% até 13,44%
4672,00 mais de 13,44%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 115 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário corriqueiro da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 04

- 09h00min

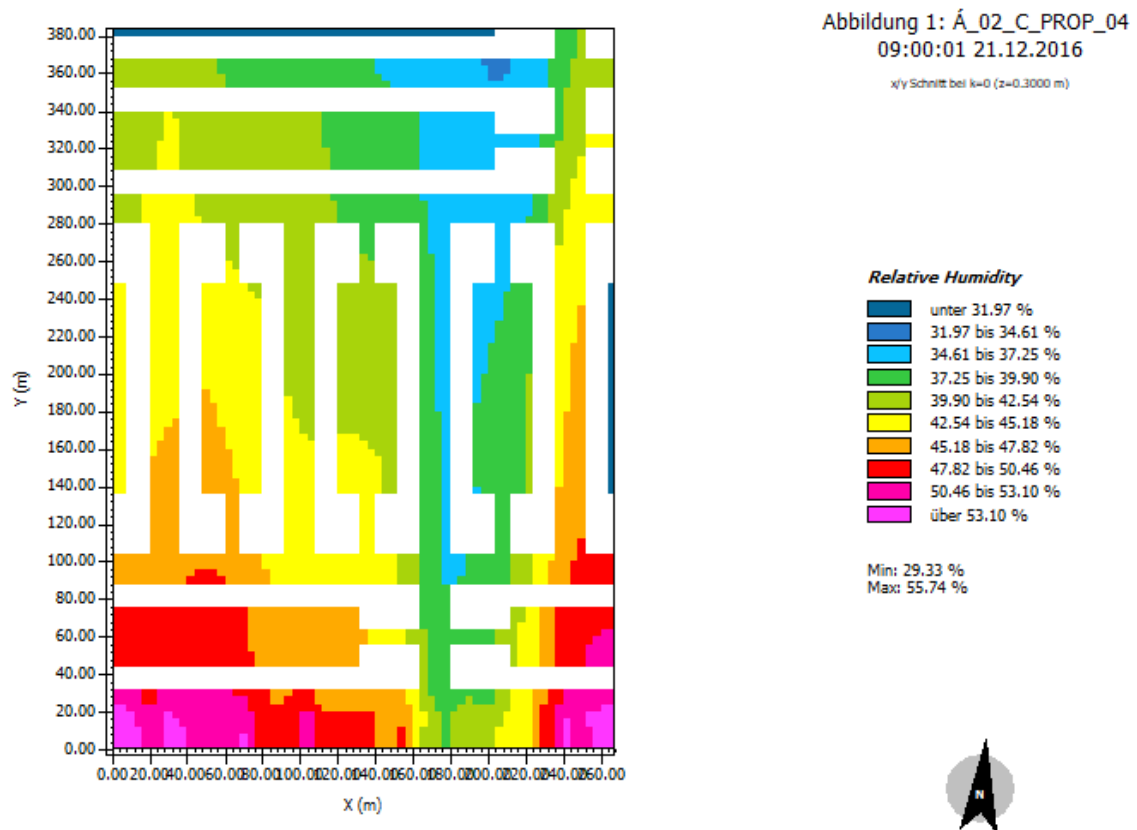
Às 9h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 52,31 até mais de 98,67%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 90,94% e 98,67%, chegando ao valor máximo de 55,74% (cf. *infra*, Figura 116, Tabela 57).

Tabela 57 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

1264,0000 menos de 31,97%	144,0000 31,97% até 34,61%	5920,00 34,61% até 37,25%
11088,00 37,25% até 39,90%	14048,00 39,90% até 42,54%	12912,00 42,54% até 45,18%
8048,00 45,18% até 47,82%	5504,00 47,82% até 50,46%	2800,00 50,46% até 53,10%
912,00 mais de 53,10%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 116 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário proposto 04 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

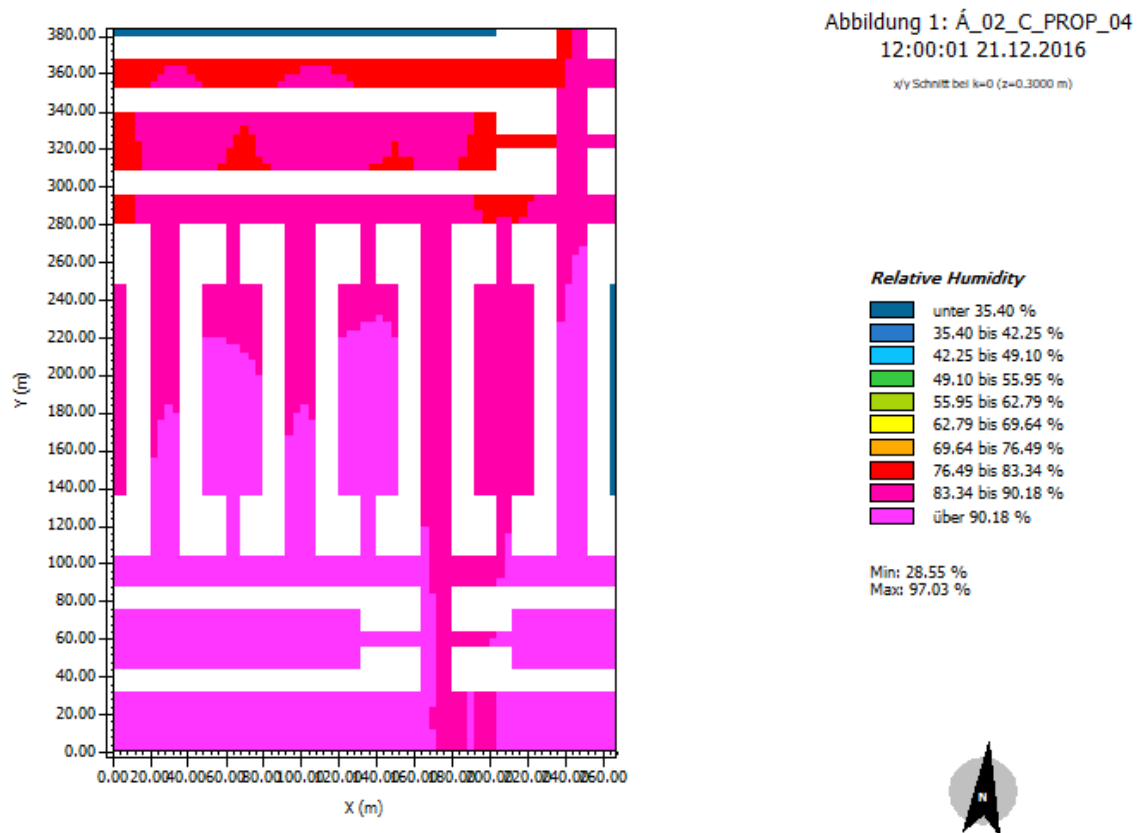
Às 12h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 53,78 até mais de 103,29%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 95,04% e 103,29%, chegando ao valor máximo de 97,03% (cf. *infra*, Figura 117, Tabela 58).

Tabela 58 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

1264,0000 menos de 35,40%	0,0000 35,40% até 42,25%	0,00 42,25% até 49,10%
0,00 49,10% até 55,95%	0,00 55,95% até 62,79%	0,00 62,79% até 69,64%
0,00 69,64% até 76,49%	5712,00 76,49% até 83,34%	22912,00 83,34% até 90,18%
21840,00 mais de 90,18%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 117 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 04 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

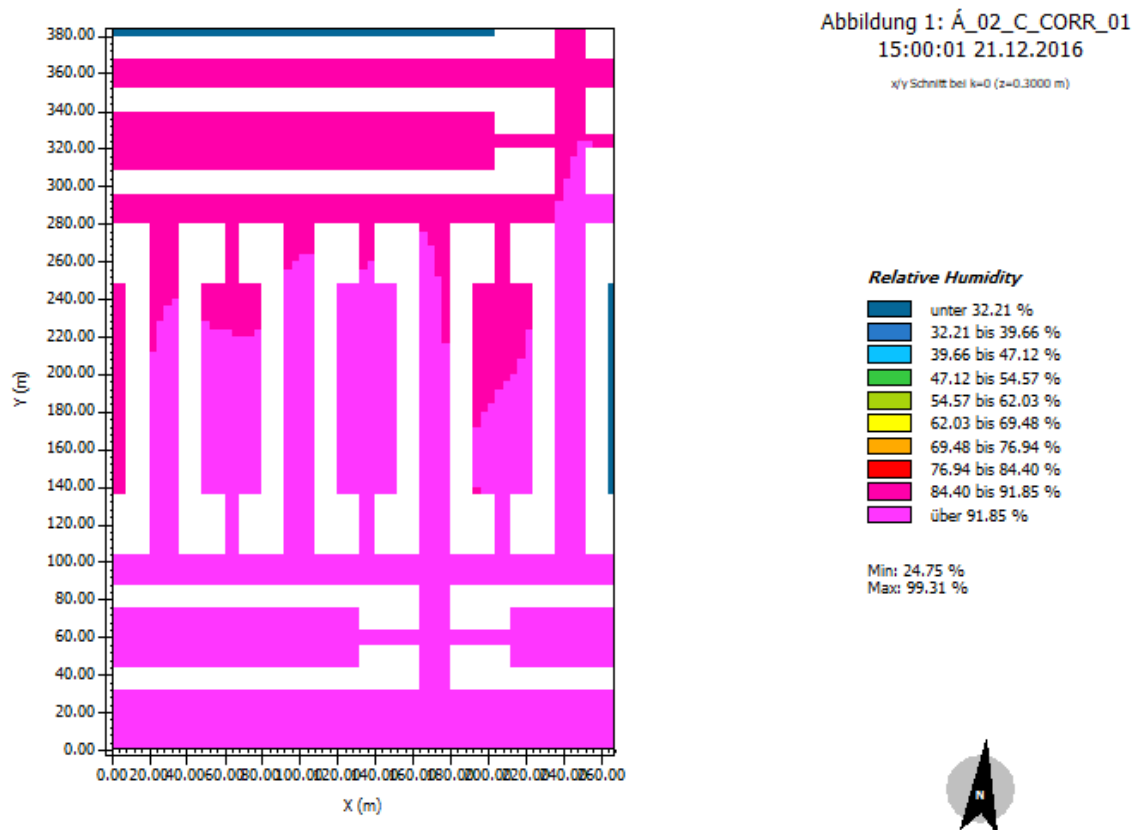
Às 15h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 60,10 até mais de 98,84%, sendo a maior parte de sua área apresenta valores entre 91,09% e 98,84%, chegando ao valor máximo de 99,31% (cf. *infra*, Figura 118, Tabela 59).

Tabela 59 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

1264,0000 menos de 32,21%	0,0000 32,21% até 39,66%	0,00 39,66% até 47,12%
0,00 47,12% até 54,57%	0,00 54,57% até 62,03%	0,00 62,03% até 69,48%
0,00 69,48% até 76,94%	0,00 76,94% até 84,40%	21568,00 84,40% até 91,85%
22288,00 mais de 91,85%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 118 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 04 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 05

- 09h00min

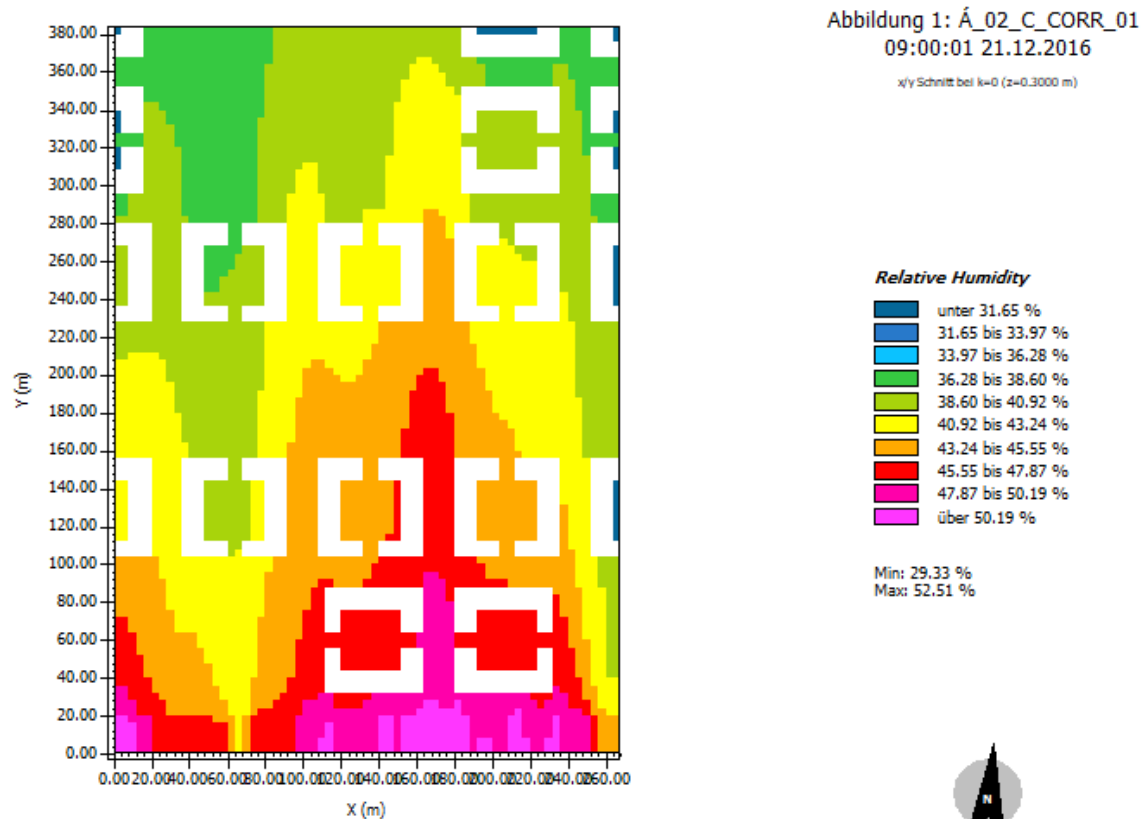
Às 9h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 83,33 até mais de 98,80%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores maiores que 98,80%, chegando ao valor máximo de 52,51% (cf. *infra*, Figura 119, Tabela 60).

Tabela 60 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

624,0000 menos de 31,65%	0,0000 31,65% até 33,97%	0,00 33,97% até 36,28%
8144,00 36,28% até 38,60%	17472,00 38,60% até 40,92%	17536,00 40,92% até 43,24%
14688,00 43,24% até 45,55%	9152,00 45,55% até 47,87%	4416,00 47,87% até 50,19%
1728,00 mais de 50,19%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 119 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário proposto 05 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

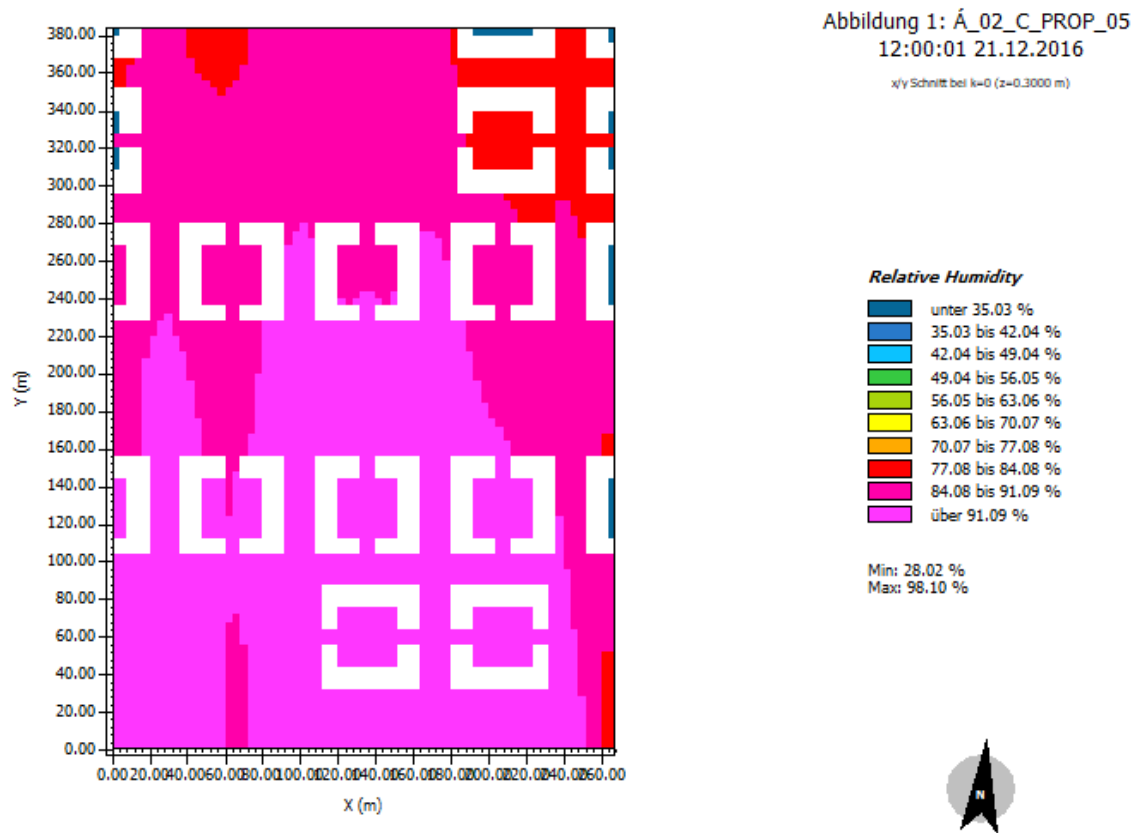
Às 12h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 87,12 até mais de 103,69%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 95,41% e 103,69%, chegando ao valor máximo de 98,10% (cf. *infra*, Figura 120, Tabela 61).

Tabela 61 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

624,0000 menos de 35,03%	0,0000 35,03% até 42,04%	0,00 42,04% até 49,04%
0,00 49,04% até 56,05%	0,00 56,05% até 63,06%	0,00 63,06% até 70,07%
0,00 70,07% até 77,08%	6176,00 77,08% até 84,08%	24320,00 84,08% até 91,09%
23184,00 mais de 91,09%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 120 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 05 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

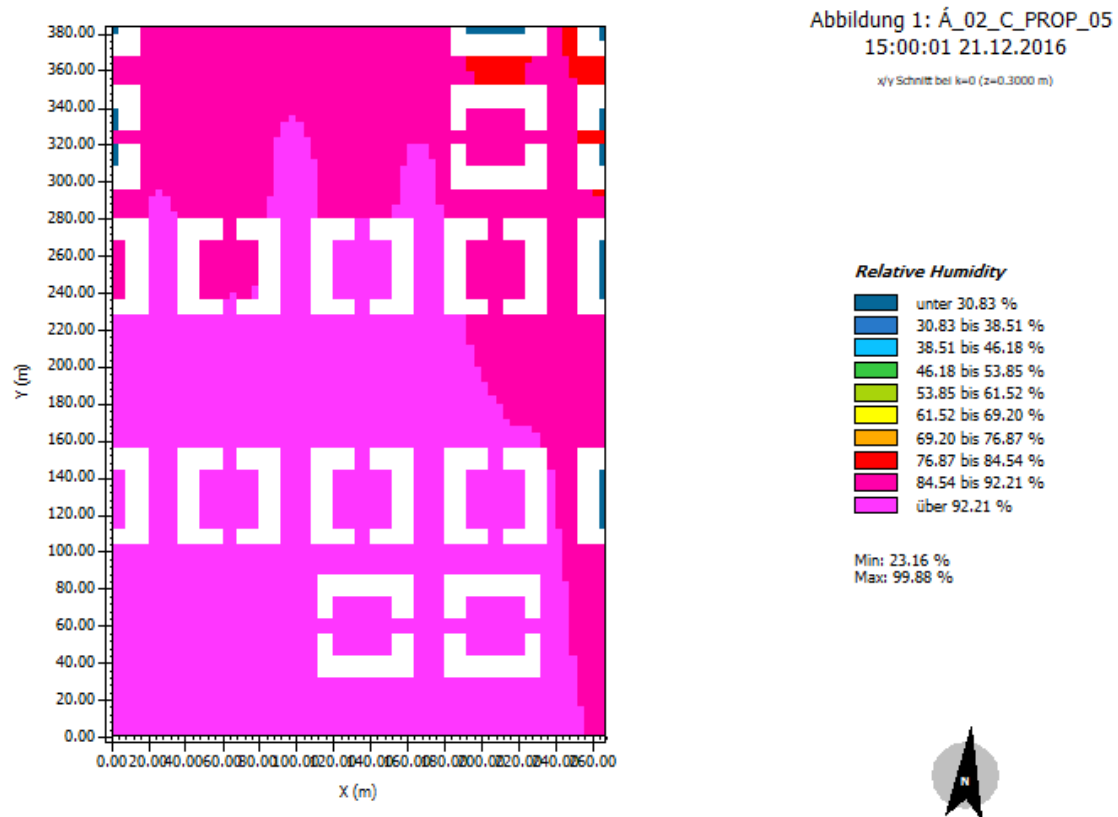
Às 15h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 83,33 até mais de 98,80%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores maiores que 98,80%, chegando ao valor máximo de 99,88% (cf. *infra*, Figura 121, Tabela 62).

Tabela 62 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

624,0000 menos de 30,83%	0,0000 30,83% até 38,51%	0,00 38,51% até 46,18%
0,00 46,18% até 53,85%	0,00 53,85% até 61,52%	0,00 61,52% até 69,20%
0,00 69,20% até 76,87%	1088,00 76,87% até 84,54%	23776,00 84,54% até 92,21%
22688,00 mais de 92,21%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 121 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 05 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 06

- 09h00min

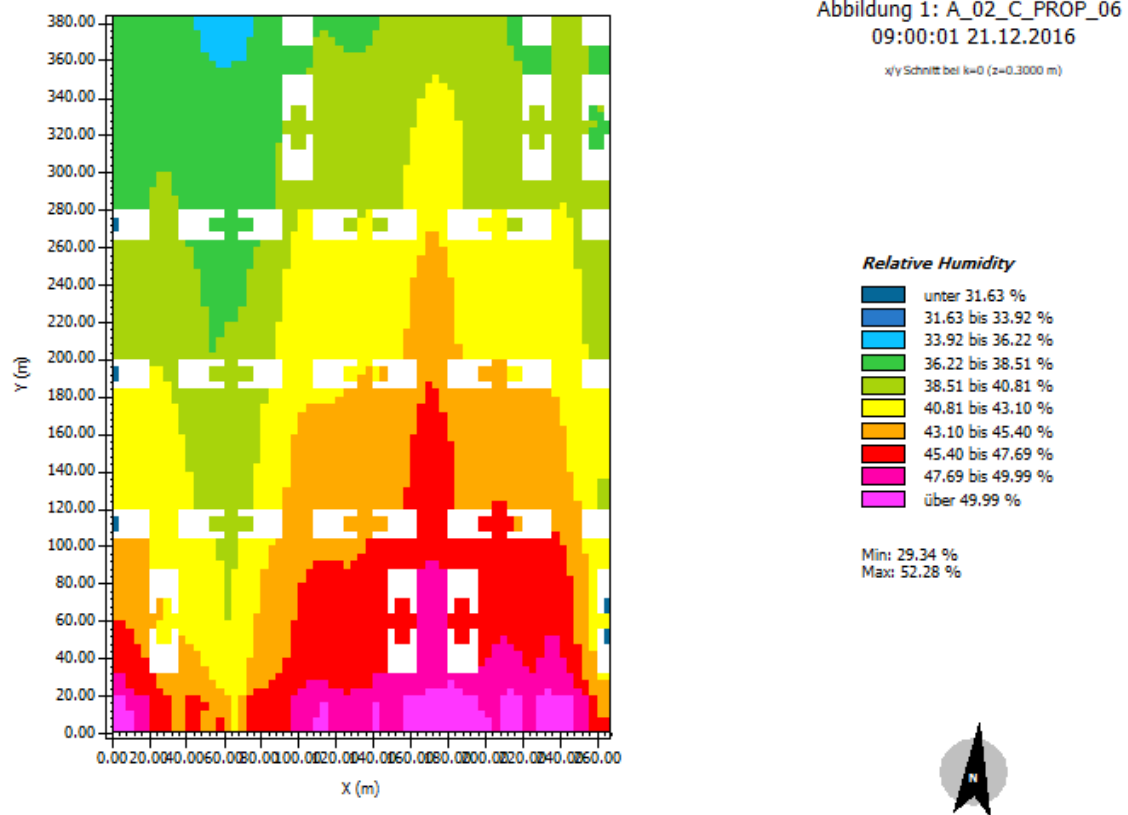
Às 9h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 74,61 até mais de 97,30%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 89,74% e 97,30%, chegando ao valor máximo de 52,28% (cf. *infra*, Figura 122, Tabela 63).

Tabela 63 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

160,0000 menos de 31,63%	0,0000 31,63% até 33,92%	672,00 33,92% até 36,22%
11536,00 36,22% até 38,51%	18800,00 38,51% até 40,81%	18608,00 40,81% até 43,10%
14816,00 43,10% até 45,40%	11584,00 45,40% até 47,69%	4688,00 47,69% até 49,99%
2016,00 mais de 49,99%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 122 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 9h, para o cenário proposto 06 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

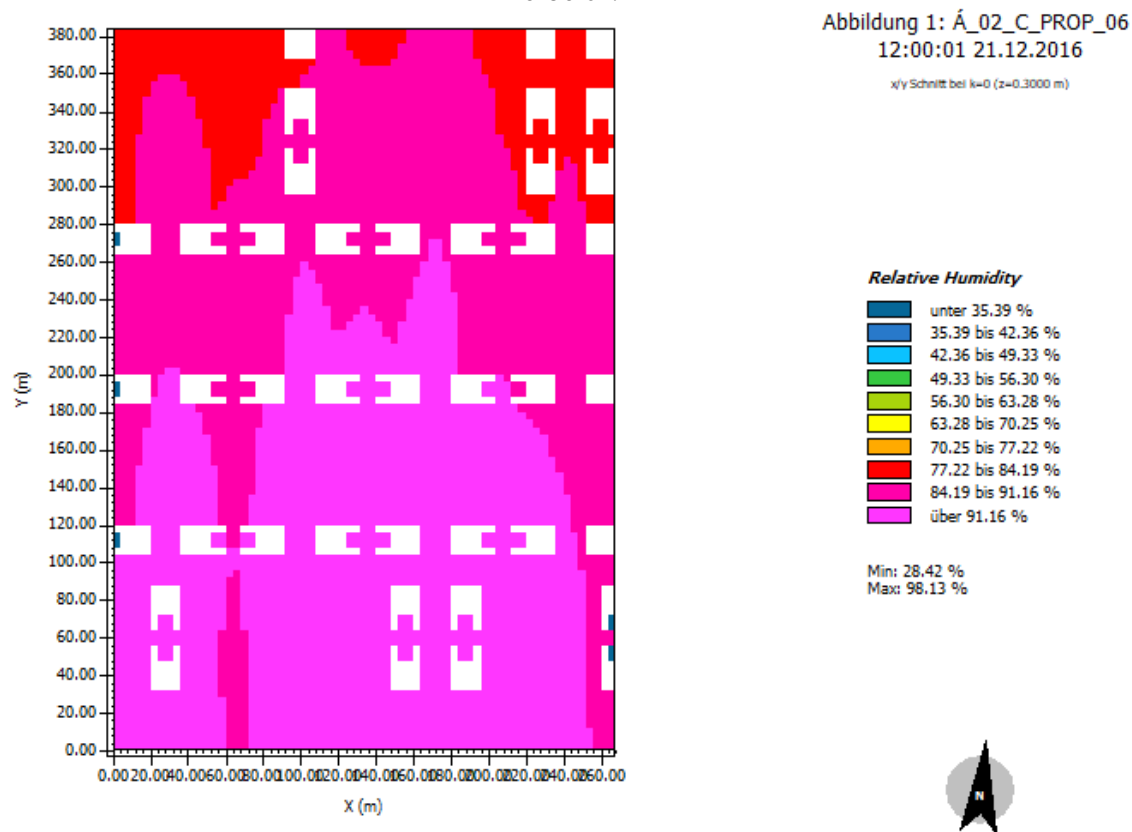
Às 12h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 78,22 até mais de 102,74%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 94,57% e 102,74%, chegando ao valor máximo de 98,13% (cf. *infra*, Figura 123, Tabela 64).

Tabela 64 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

160,0000 menos de 35,39%	0,0000 35,39% até 42,36%	0,00 42,36% até 49,33%
0,00 49,33% até 56,30%	0,00 56,30% até 63,28%	0,00 63,28% até 70,25%
0,00 70,25% até 77,22%	10368,00 77,22% até 84,19%	24592,00 84,19% até 91,16%
23664,00 mais de 91,16%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 123 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 12h, para o cenário proposto 06 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

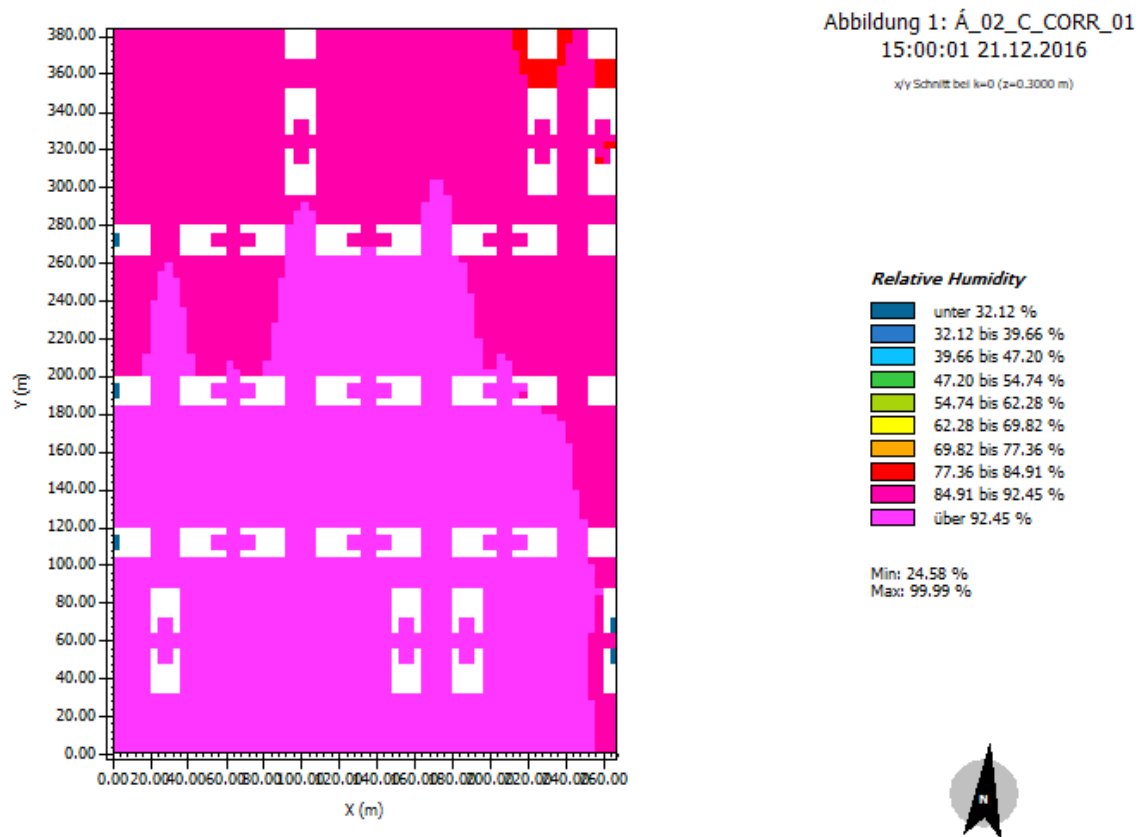
Às 15h a área apresenta-se com umidade relativa variando entre 73,98 até mais de 96,37%, sendo a maior parte de sua área apresentando valores entre 88,90% e 96,37%, chegando ao valor máximo de 99,99% (cf. *infra*, Figura 124, Tabela 65).

Tabela 65 - Somatório das áreas referentes à cada intervalo de UR presente no mapa em questão.

160,0000 menos de 32,12%	0,0000 32,12% até 39,66%	0,00 39,66% até 47,20%
0,00 47,20% até 54,74%	0,00 54,74% até 62,28%	0,00 62,28% até 69,82%
0,00 69,82% até 77,36%	752,00 77,36% até 84,91%	24928,00 84,91% até 92,45%
23360,00 mais de 92,45%		

Fonte - Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Figura 124 - Mapa climático de Umidade relativa do ar às 15h, para o cenário proposto 06 da área 02.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

5.3. VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO

Neste momento é importante frisar que, como a velocidade e direção do vento não são influenciadas pela data, hora ou tampouco por variáveis climáticas, como umidade e temperatura (as quais são analisadas no presente trabalho), só houveram modificações nas análises para os mapas de cenários diferentes. Assim, foi adotado o mesmo texto de análise para os outros horários de um mesmo cenário, tendo em vista a importância de que a imagem seja precedida por uma explanação escrita.

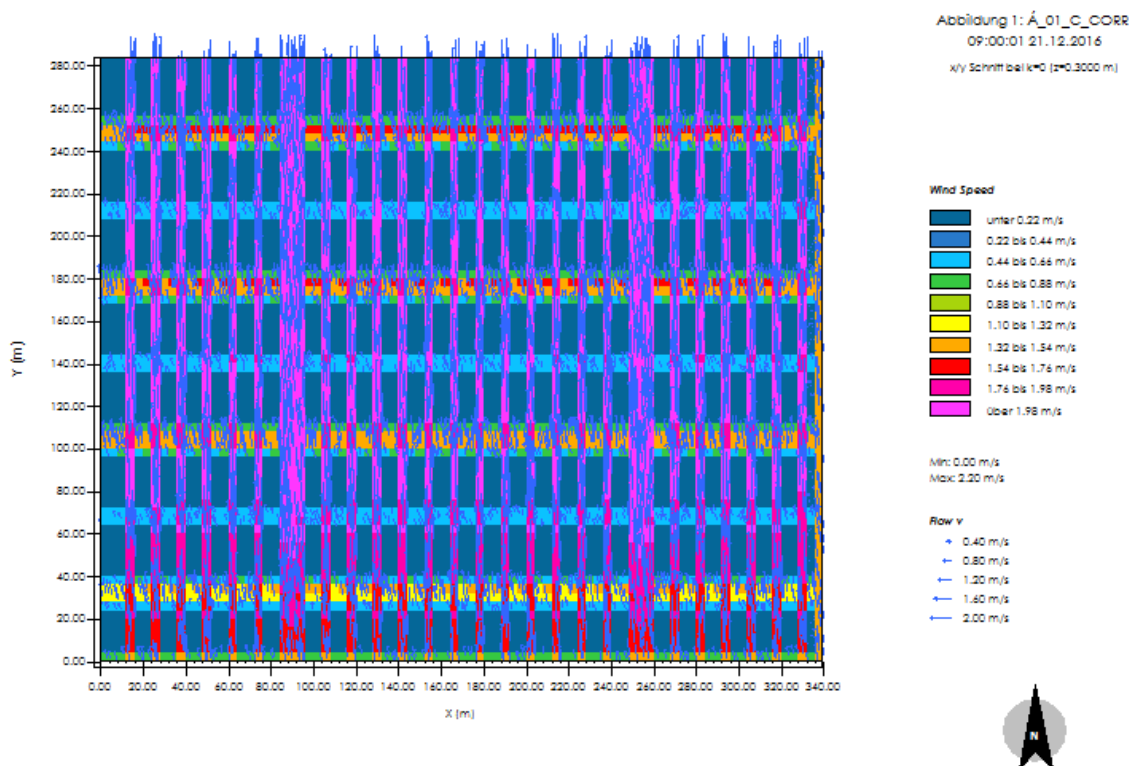
5.3.1 Área 01

Cenário corriqueiro

- 09h00

Às 9h observa-se que a maior velocidade do vento se encontra nos locais onde é apresentado um maior afastamento dos edifícios (ruas principais) no sentido norte-sul, chegando a valores maiores de 1,98m/s (cf. *infra*, Figura 125).

Figura 125 - Mapa climático de direção do vento às 9h, para o cenário corriqueiro da área 01.

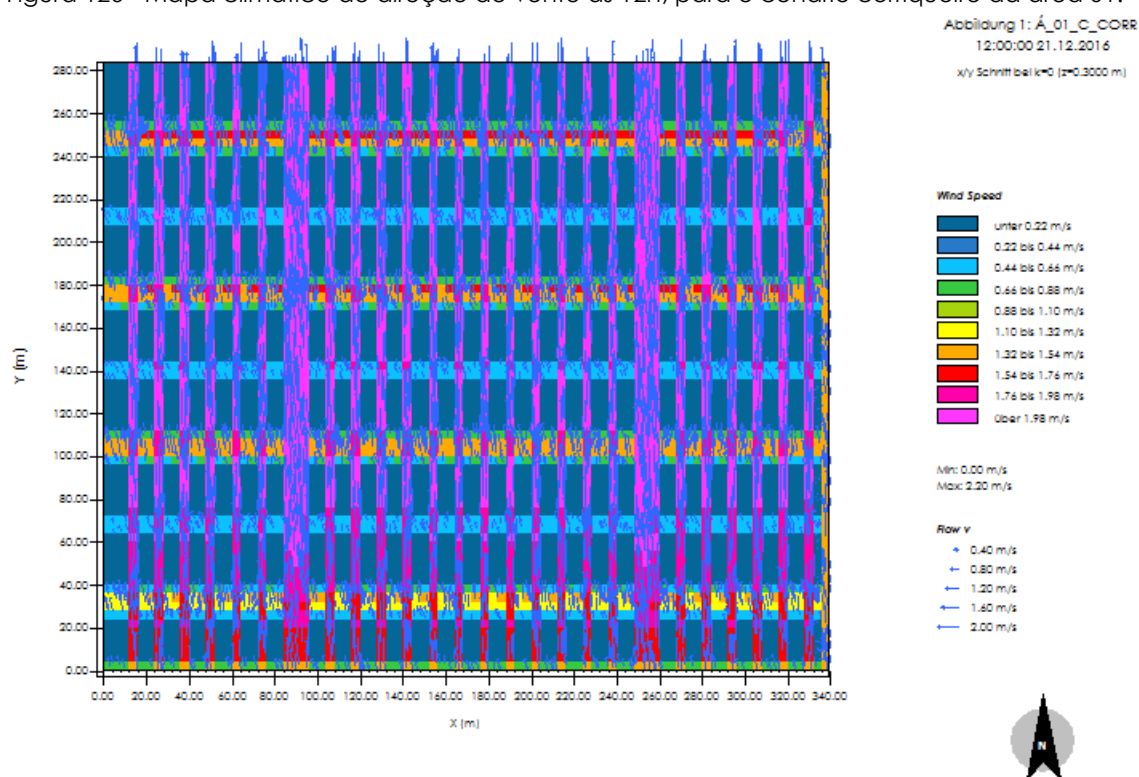


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

Às 12h observa-se que a maior velocidade do vento se encontra nos locais onde é apresentado um maior afastamento dos edifícios (ruas principais) no sentido norte-sul, chegando a valores maiores de 1,98m/s (cf. *infra*, Figura 126).

Figura 126 - Mapa climático de direção do vento às 12h, para o cenário correteiro da área 01.

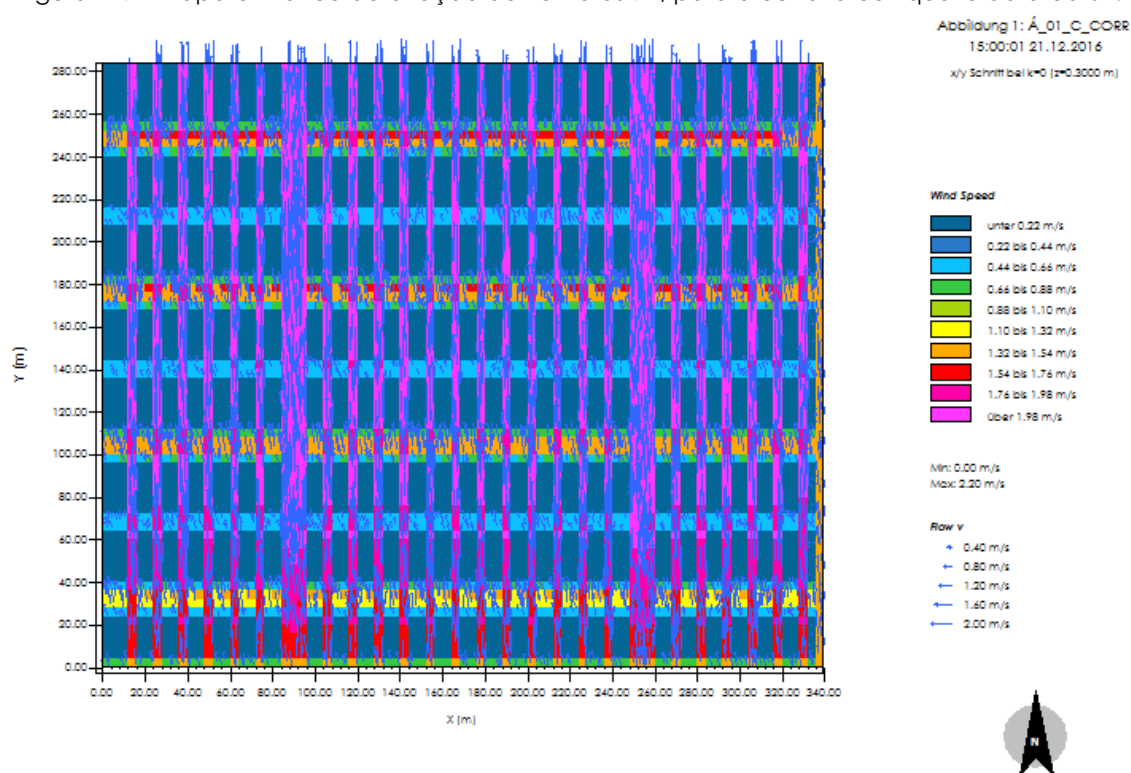


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

Às 15h observa-se que a maior velocidade do vento se encontra nos locais onde é apresentado um maior afastamento dos edifícios (ruas principais) no sentido norte-sul, chegando a valores maiores de 1,98m/s (cf. *infra*, Figura 127).

Figura 127 - Mapa climático de direção do vento às 9h, para o cenário corriqueiro da área 01.



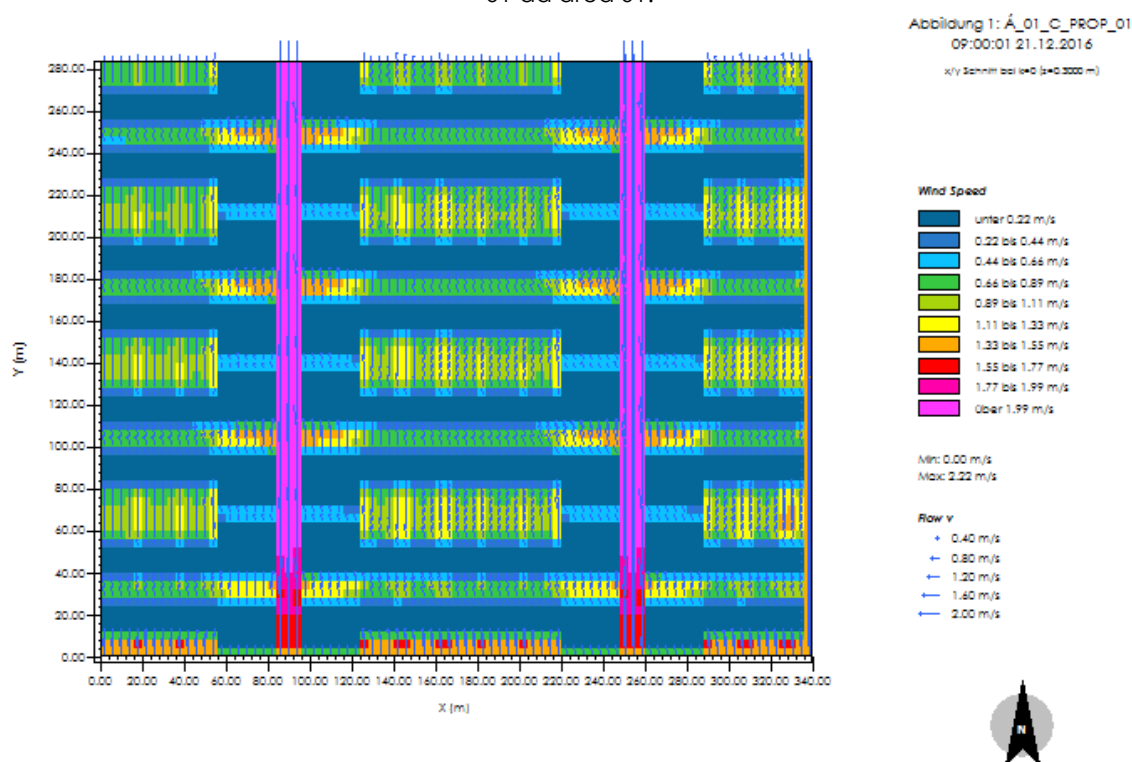
Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 01

- 09h00min

Às 9h observa-se que a maior velocidade do vento se encontra nos locais onde é apresentado um maior afastamento dos edifícios (ruas principais) no sentido norte-sul, chegando a valores maiores de 1,99m/s. Em contraponto, encontram-se valores menores nas áreas de pátio interno, entre 0,66 até 1,33m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos (*cf. infra*, Figura 128).

Figura 128 - Mapa climático de Velocidade e Direção do Vento às 09h, para o cenário proposto 01 da área 01.

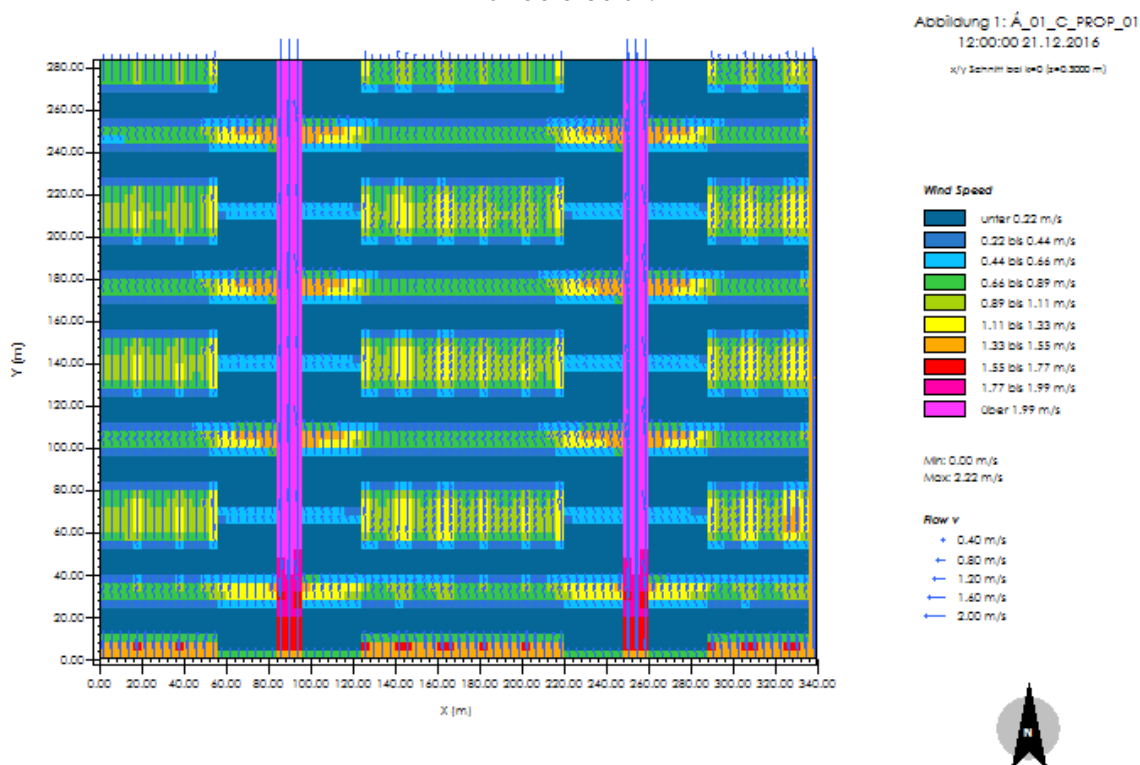


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

Às 12h observa-se que a maior velocidade do vento se encontra nos locais onde é apresentado um maior afastamento dos edifícios (ruas principais) no sentido norte-sul, chegando a valores maiores de 1,99m/s. Em contraponto, encontram-se valores menores nas áreas de pátio interno, entre 0,66 até 1,33m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos (*cf. infra*, Figura 129).

Figura 129 - Mapa climático de Velocidade e Direção do Vento às 12h, para o cenário proposto 01 da área 01.

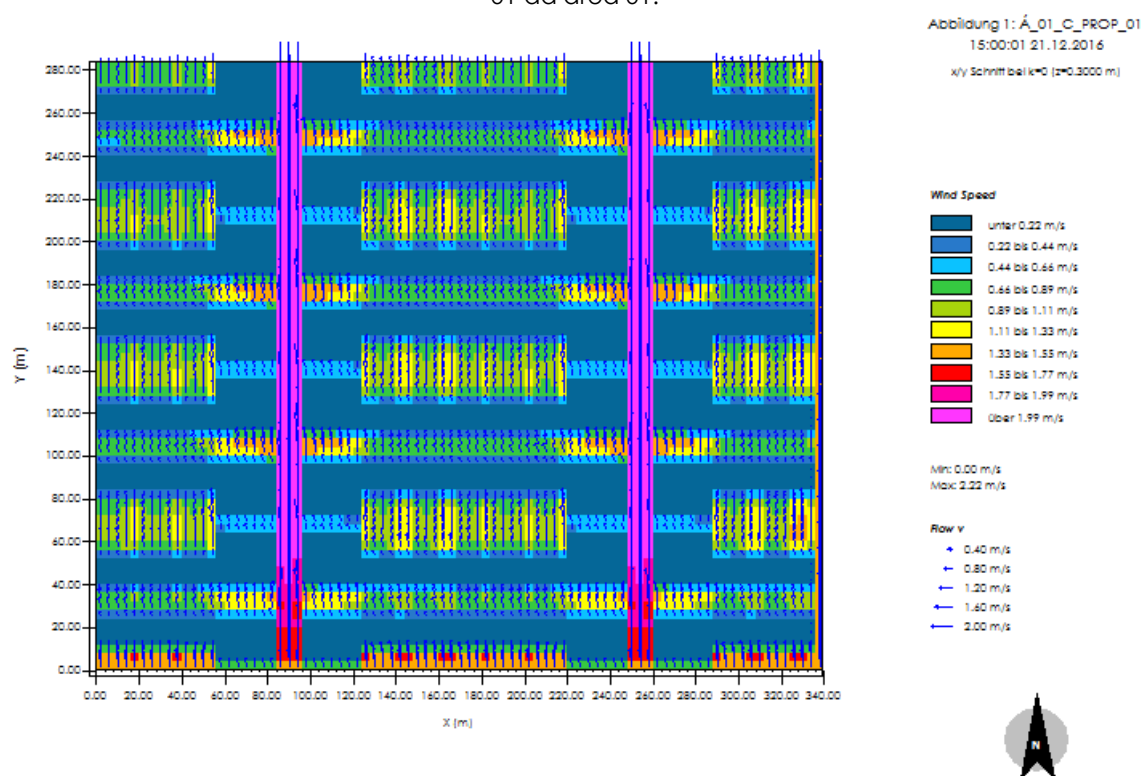


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

Às 15h observa-se que a maior velocidade do vento se encontra nos locais onde é apresentado um maior afastamento dos edifícios (ruas principais) no sentido norte-sul, chegando a valores maiores de 1,99m/s. Em contraponto, encontram-se valores menores nas áreas de pátio interno, entre 0,66 até 1,33m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos (cf. *infra*, Figura 129).

Figura 130 - Mapa climático de Velocidade e Direção do Vento às 15h, para o cenário proposto 01 da área 01.



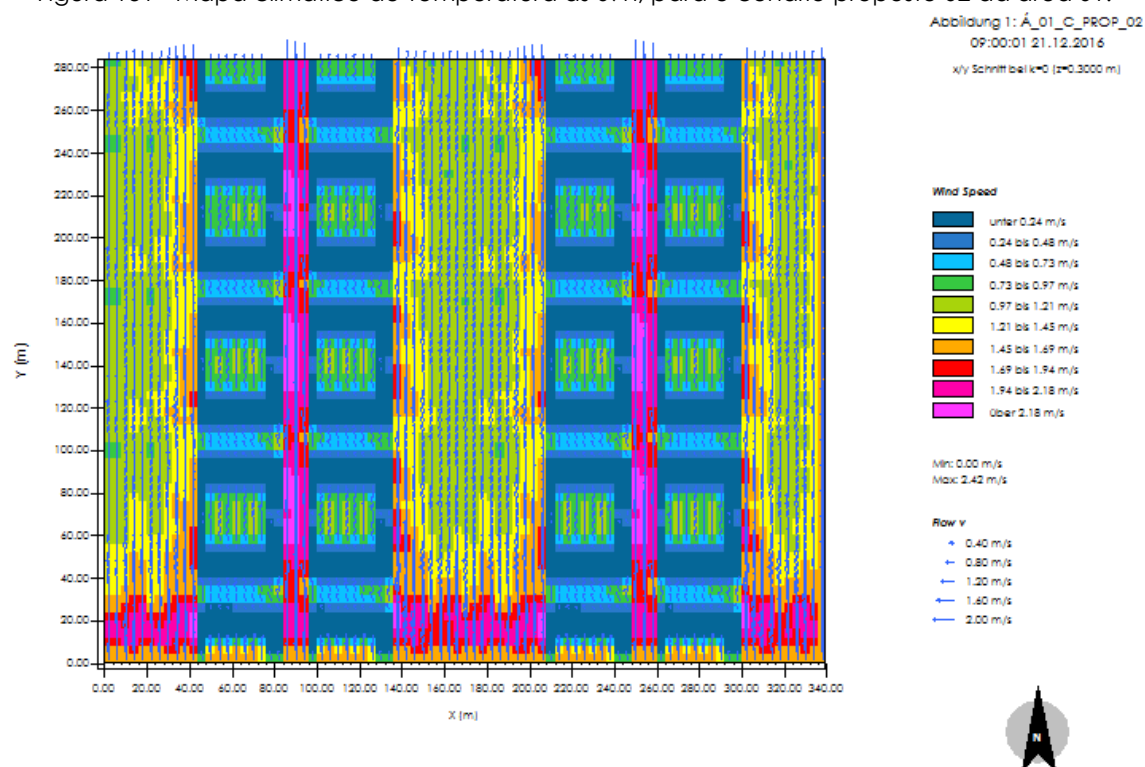
Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 02

- 09h00min

Às 9h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, ou seja, no menor afastamento longitudinal entre as massas edificadas, alcançando valores maiores de 2,18m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos afastamentos maiores, dentro da quadra, percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,97 e 1,94m/s. De igual maneira, nas áreas de pátio interno são encontrados valores não tão elevados, entre 0,48 e 1,21m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias, em sua porção transversal, prevalecendo valores entre 0,48 e 0,73m/s (cf. *infra*, Figura 131).

Figura 131 - Mapa climático de Temperatura às 09h, para o cenário proposto 02 da área 01.

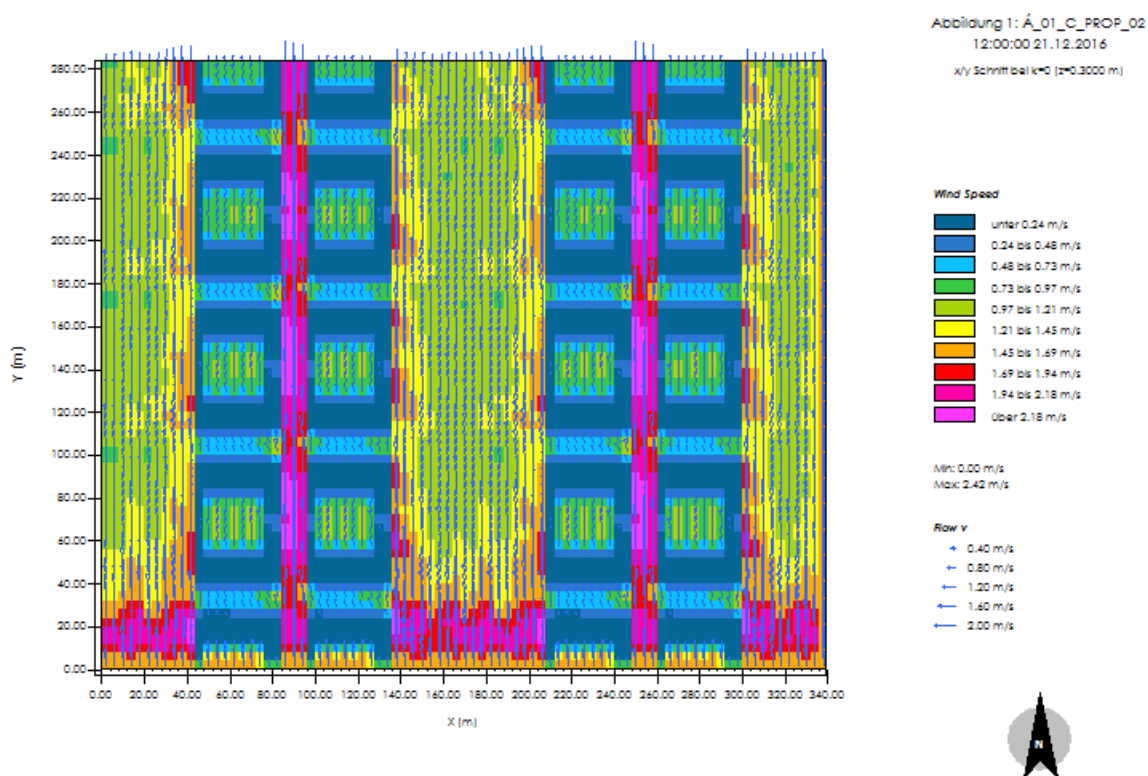


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

Às 12h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, ou seja, no menor afastamento longitudinal entre as massas edificadas, alcançando valores maiores de 2,18m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos afastamentos maiores, dentro da quadra, percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,97 e 1,94m/s. De igual maneira, nas áreas de pátio interno são encontrados valores não tão elevados, entre 0,48 e 1,21m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias, em sua porção transversal, prevalecendo valores entre 0,48 e 0,73m/s (cf. *infra*, Figura 132).

Figura 132 - Mapa climático de Temperatura às 09h, para o cenário proposto 02 da área 01.

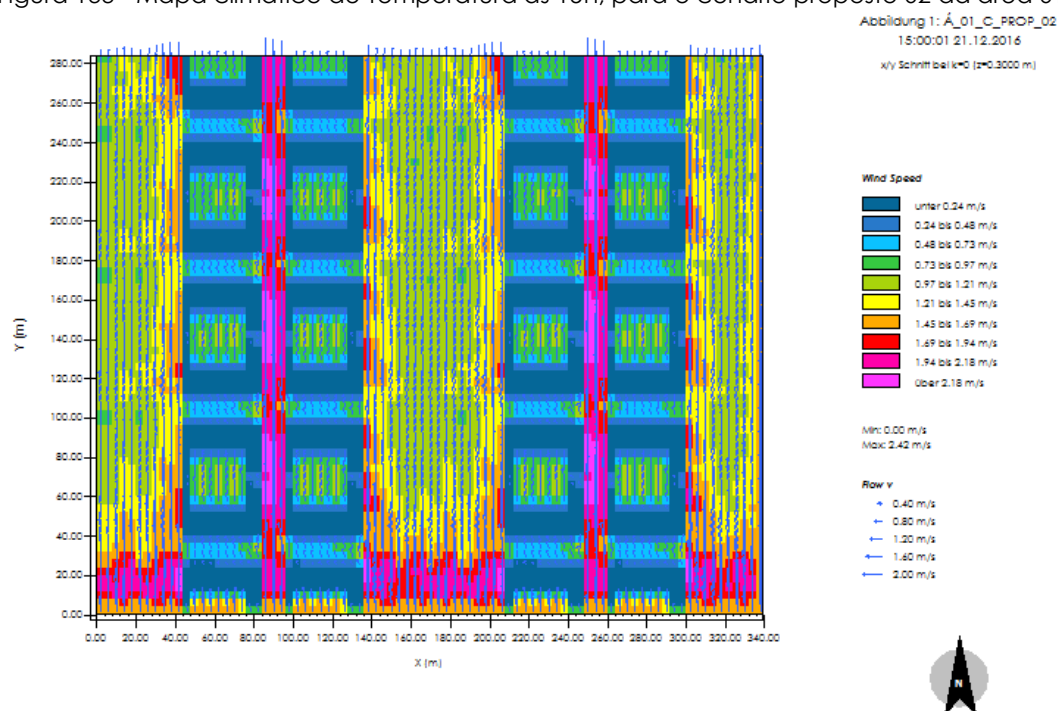


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

Às 15h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, ou seja, no menor afastamento longitudinal entre as massas edificadas, alcançando valores maiores de 2,18m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos afastamentos maiores, dentro da quadra, percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,97 e 1,94m/s. De igual maneira, nas áreas de pátio interno são encontrados valores não tão elevados, entre 0,48 e 1,21m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias, em sua porção transversal, prevalecendo valores entre 0,48 e 0,73m/s (cf. *infra*, Figura 133).

Figura 133 - Mapa climático de Temperatura às 15h, para o cenário proposto 02 da área 01.



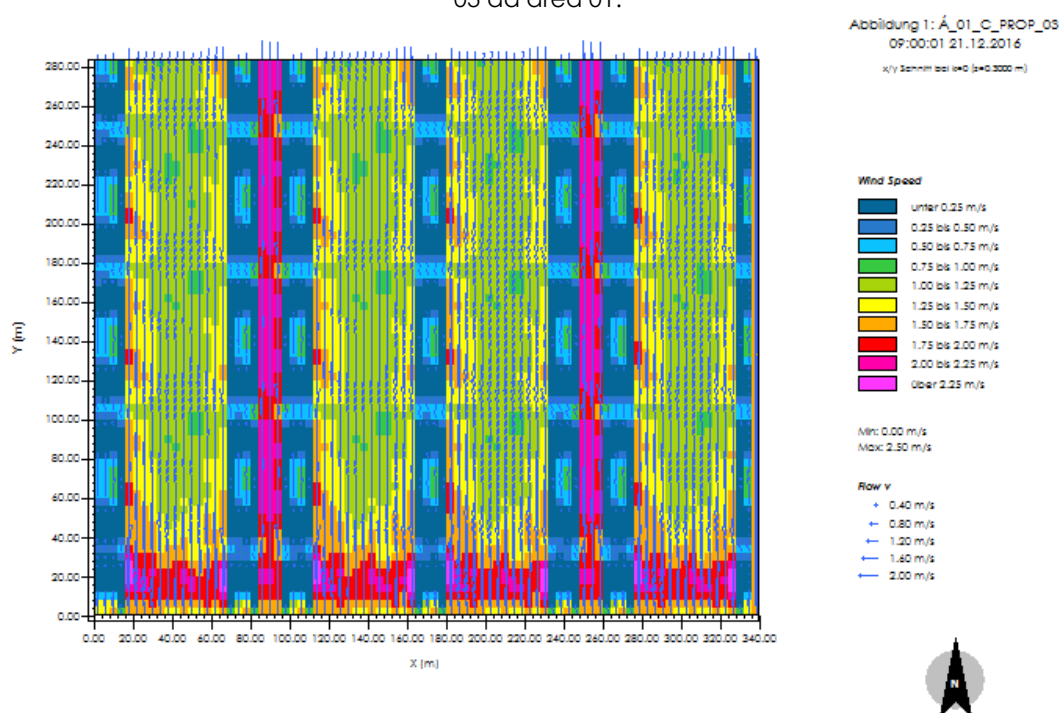
Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 03

- 09h00min

Às 9h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, ou seja, no menor afastamento longitudinal entre as massas edificadas, alcançando valores maiores de 2,25m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos afastamentos maiores, dentro da quadra, percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,75 e 2,00m/s. De igual maneira, nas áreas de pátio interno são encontrados valores não tão elevados, entre 0,25 e 1,25m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias, em sua porção transversal, prevalecendo valores entre 0,50 e 0,75m/s (cf. *infra*, Figura 134).

Figura 134 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário proposto 03 da área 01.

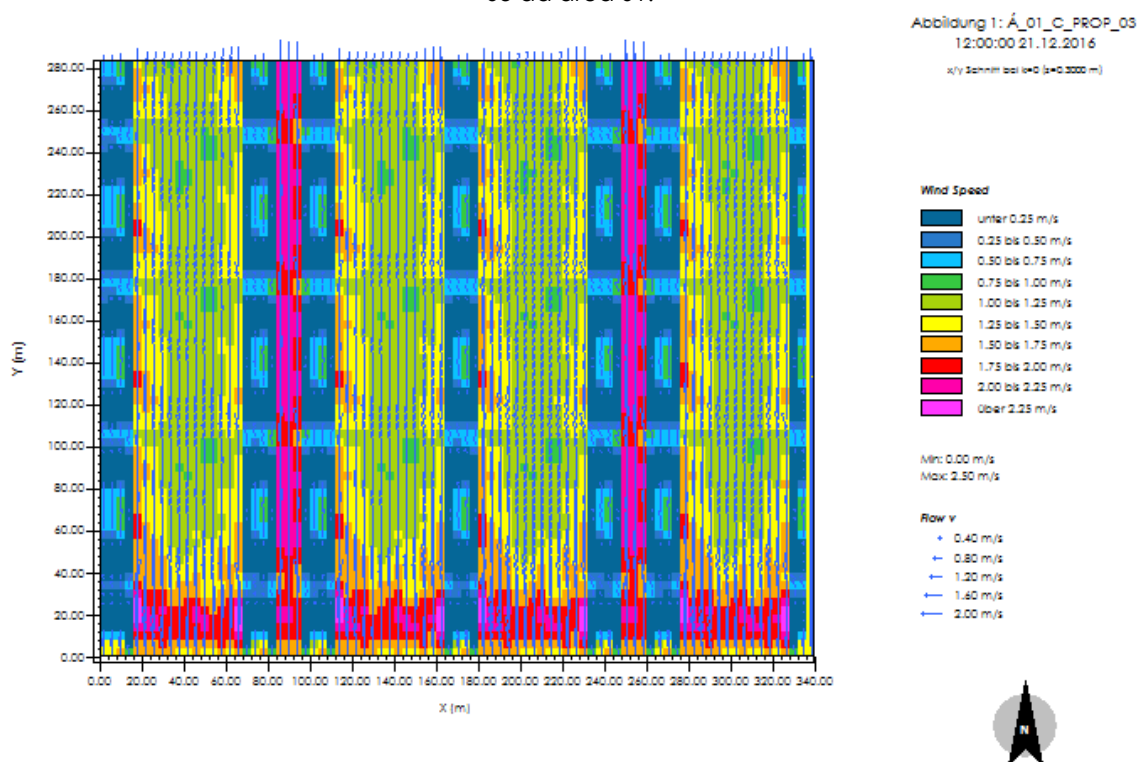


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

Às 12h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, ou seja, no menor afastamento longitudinal entre as massas edificadas, alcançando valores maiores de 2,25m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos afastamentos maiores, dentro da quadra, percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,75 e 2,00m/s. De igual maneira, nas áreas de pátio interno são encontrados valores não tão elevados, entre 0,25 e 1,25m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias, em sua porção transversal, prevalecendo valores entre 0,50 e 0,75m/s (cf. *infra*, Figura 135).

Figura 135 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário proposto 03 da área 01.

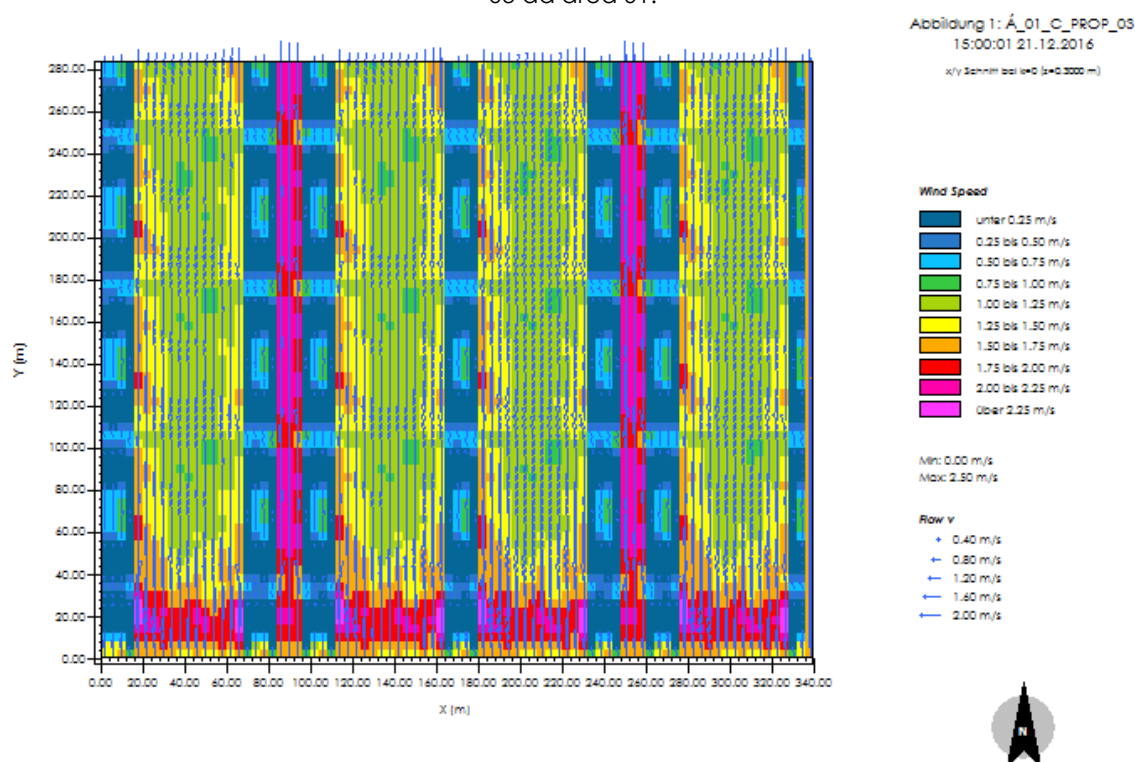


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00minh

Às 15h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, ou seja, no menor afastamento longitudinal entre as massas edificadas, alcançando valores maiores de 2,25m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos afastamentos maiores, dentro da quadra, percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,75 e 2,00m/s. De igual maneira, nas áreas de pátio interno são encontrados valores não tão elevados, entre 0,25 e 1,25m/s, indicando uma diminuição de velocidade do vento nos espaços semiabertos. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias, em sua porção transversal, prevalecendo valores entre 0,50 e 0,75m/s (cf. *infra*, Figura 136).

Figura 136 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário proposto 03 da área 01.



Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

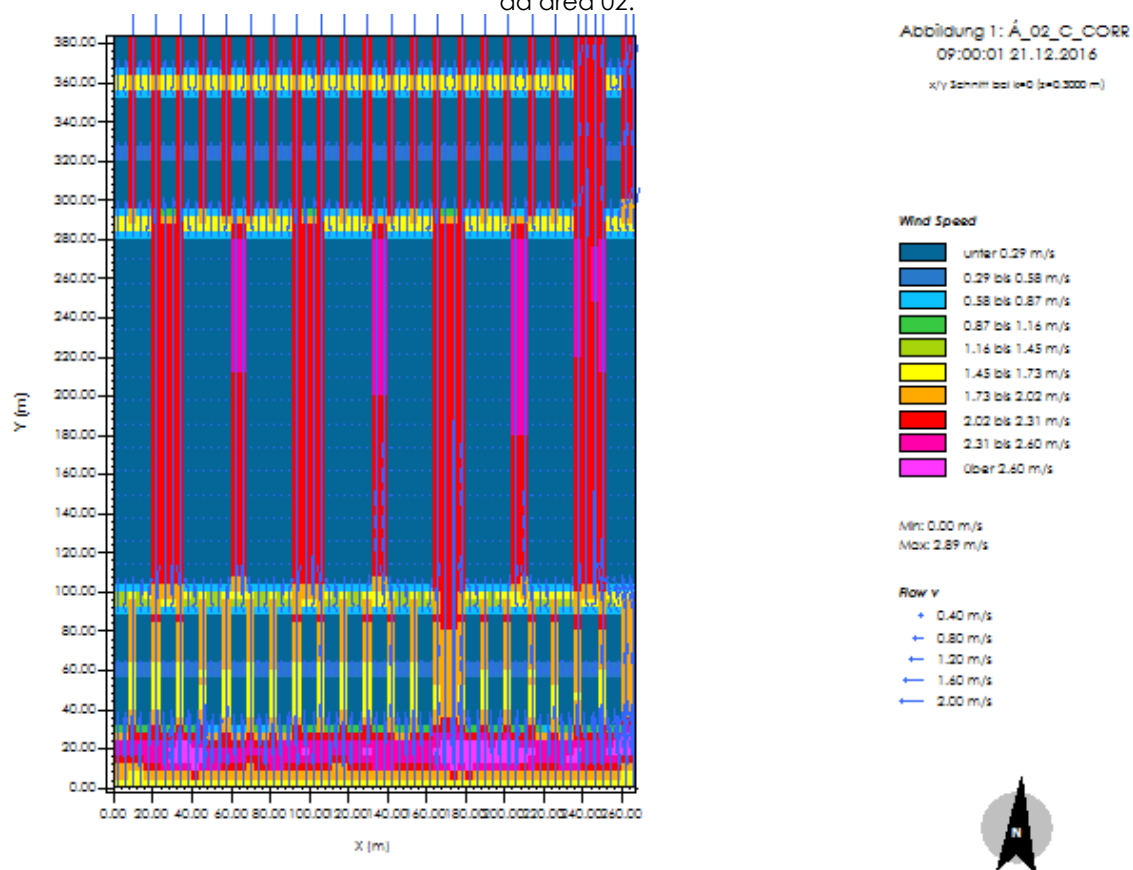
5.3.2. Área 02

Cenário corriqueiro

- 09h00min

Às 9h percebe-se que nesta situação os maiores valores encontram-se nas maiores vias (as longitudinais ao terreno), predominando os valores de 2,02 até 2,31m/s que em certos trechos aumentam para mais de 2,60m/s. Por fim, a velocidade máxima alcançada é de 2,89m/s (cf. *infra*, Figura 137).

Figura 137 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário corriqueiro da área 02.

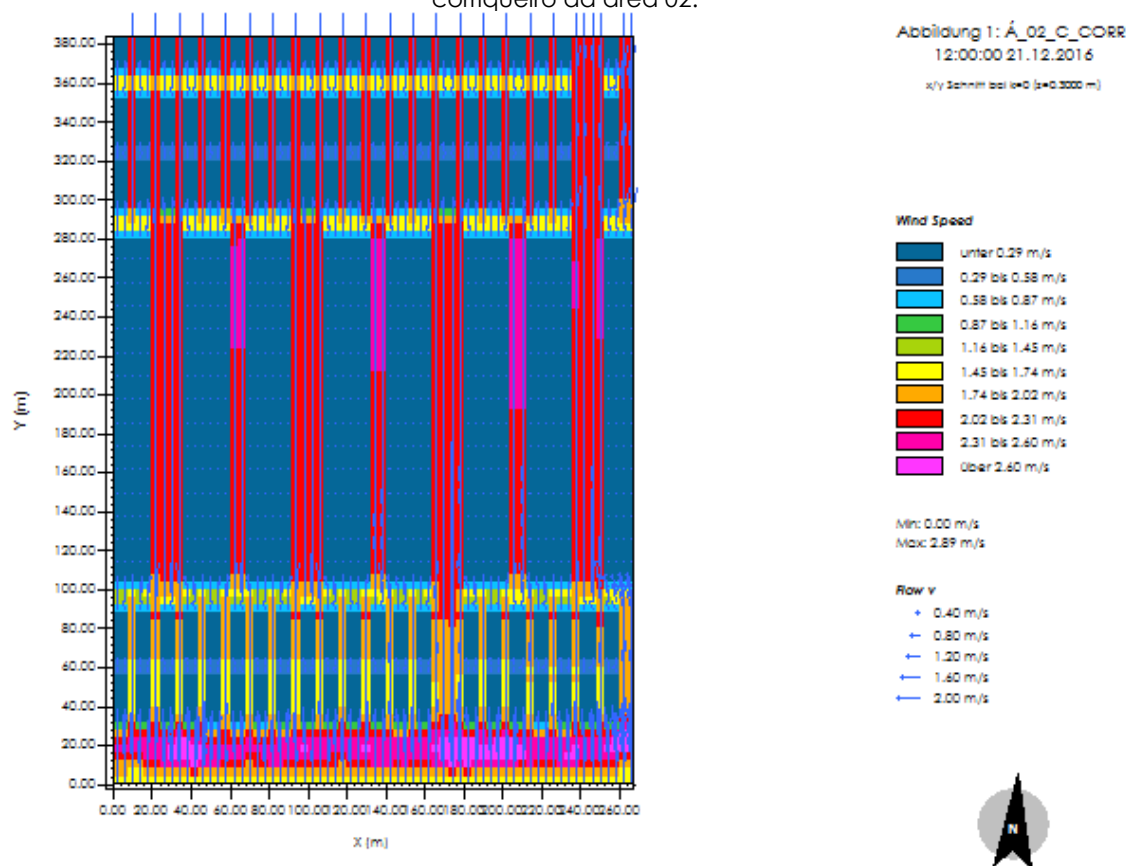


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

Às 12h percebe-se que nesta situação os maiores valores encontram-se nas maiores vias (as longitudinais ao terreno), predominando os valores de 2,02 até 2,31m/s que em certos trechos aumentam para mais de 2,60m/s. Por fim, a velocidade máxima alcançada é de 2,89m/s (cf. *infra*, Figura 138).

Figura 138 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário corriqueiro da área 02.

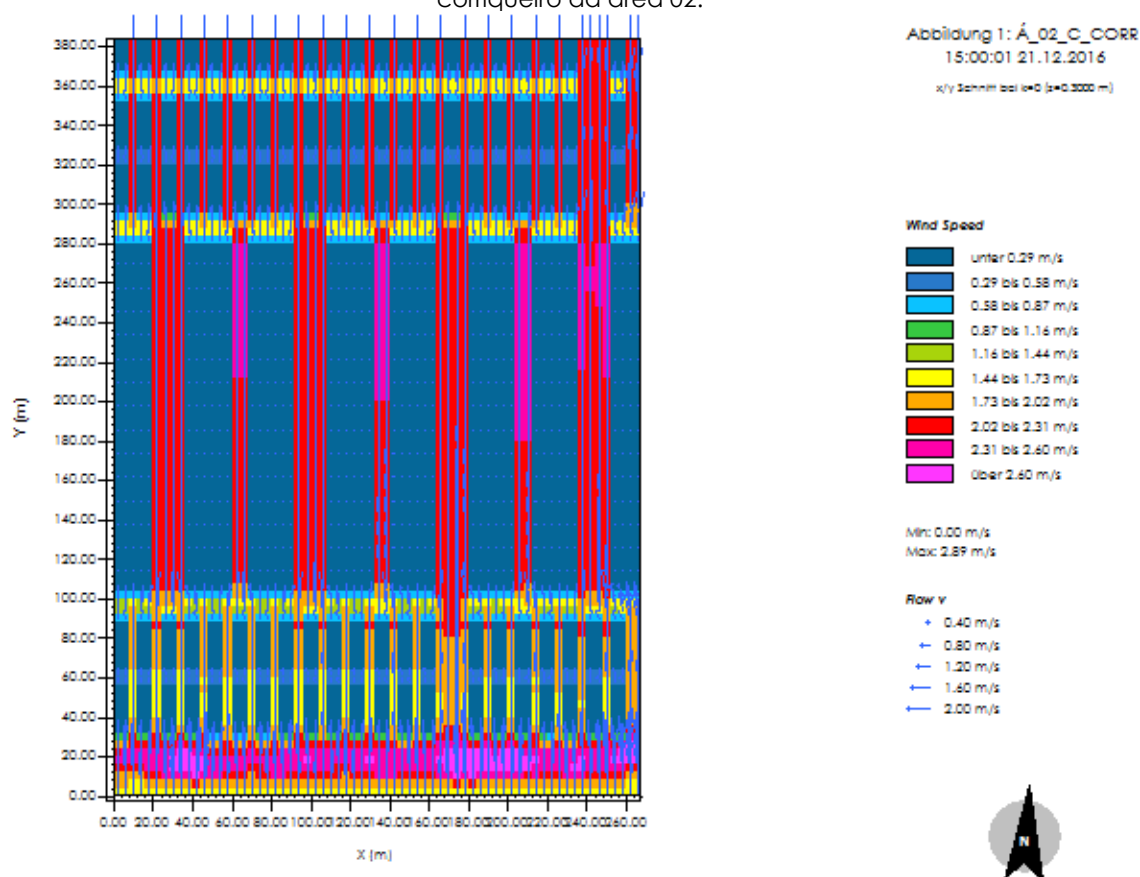


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

Às 15h percebe-se que nesta situação os maiores valores encontram-se nas maiores vias (as longitudinais ao terreno), predominando os valores de 2,02 até 2,31m/s que em certos trechos aumentam para mais de 2,60m/s. Por fim, a velocidade máxima alcançada é de 2,89m/s (cf. *infra*, Figura 139).

Figura 139 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário corriqueiro da área 02.



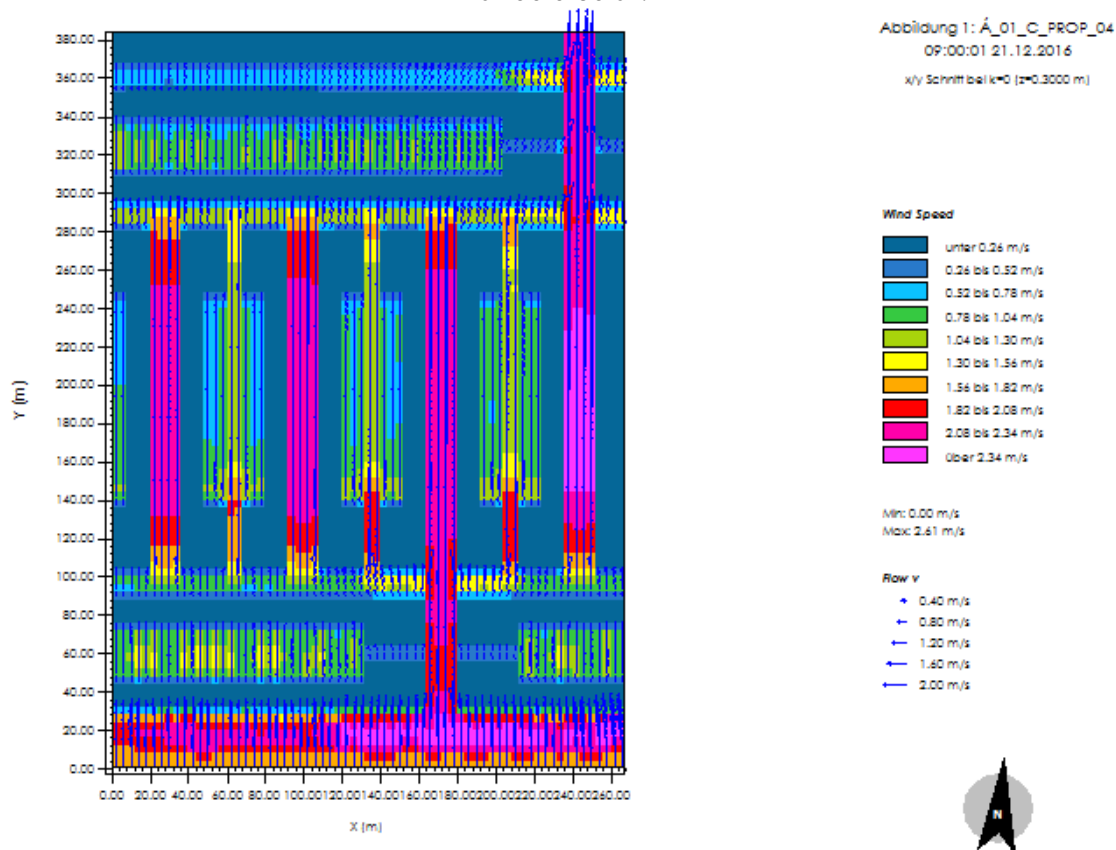
Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 04

- 09h00min

Às 9h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,34m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos pátios internos percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,52 e 2,08m/s, alcançando as maiores velocidades em seu eixo, local por onde a ventilação circula de forma mais retilínea. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias após as massas dispostas perpendicularmente à direção predominante do vento (disposição horizontal, chegando aos valores entre 0,32 e 0,78m/s (cf. *infra*, Figura 140).

Figura 140 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário proposto 04 da área 02.

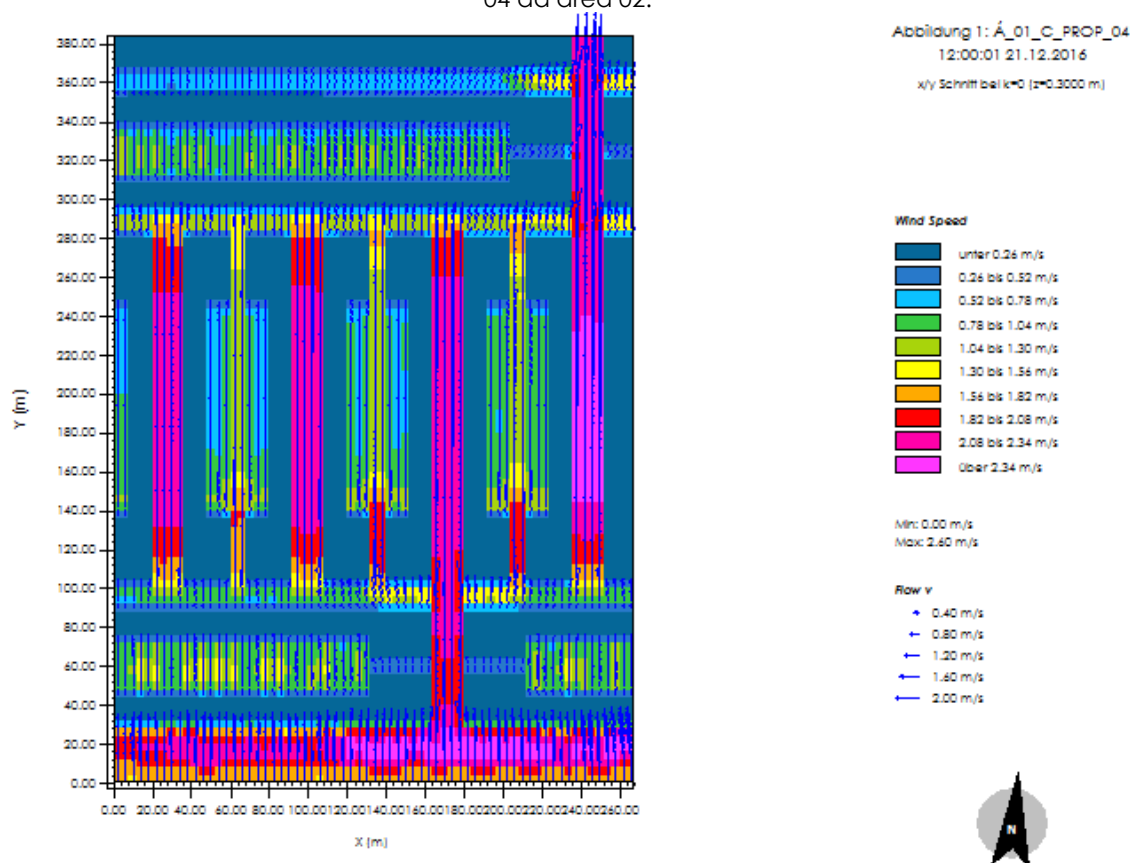


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

Às 12h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,34m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos pátios internos percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,52 e 2,08m/s, alcançando as maiores velocidades em seu eixo, local por onde a ventilação circula de forma mais retilínea. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias após as massas dispostas perpendicularmente à direção predominante do vento (disposição horizontal, chegando aos valores entre 0,32 e 0,78m/s (cf. *infra*, Figura 141).

Figura 141 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário proposto 04 da área 02.

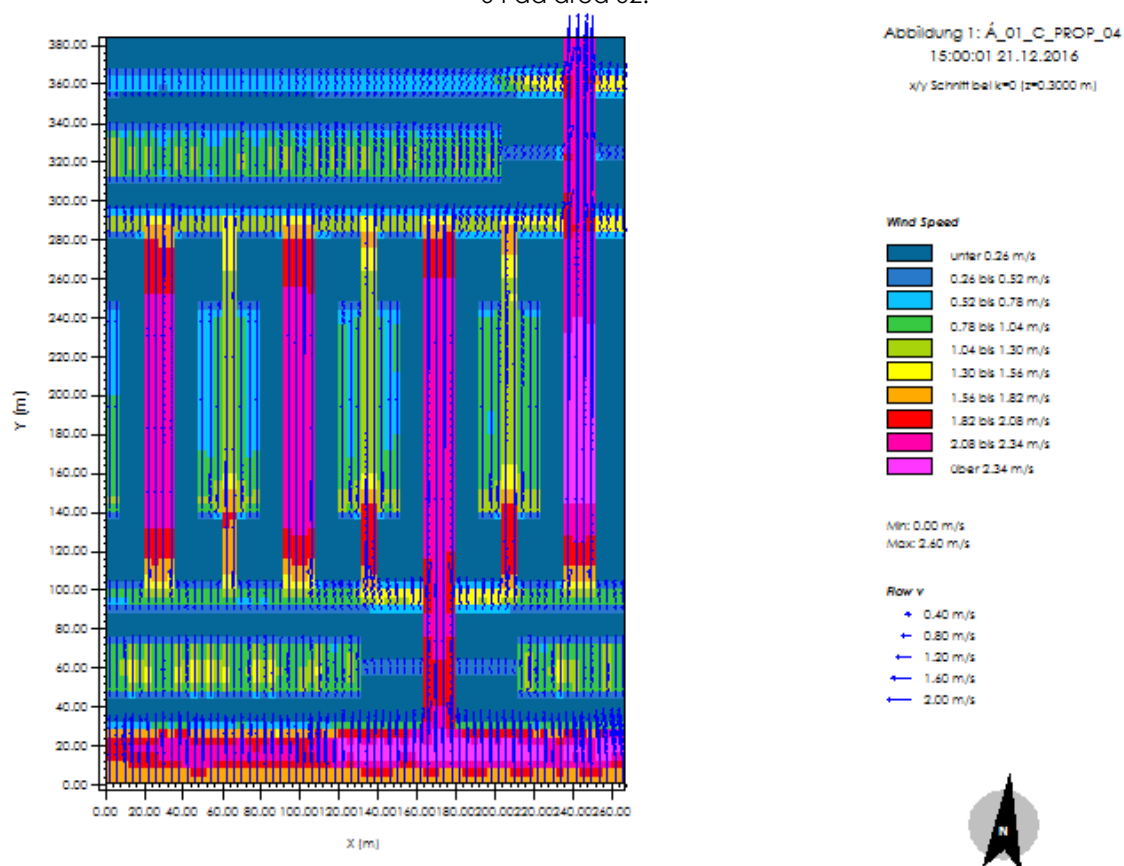


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

Às 15h observa-se que a maior velocidade do vento encontrada são nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,34m/s, tendo em vista o efeito de canalização do vento propiciada por esta situação. Já nos pátios internos percebe-se uma diminuição em velocidade, com valores entre 0,52 e 2,08m/s, alcançando as maiores velocidades em seu eixo, local por onde a ventilação circula de forma mais retilínea. Por fim, percebe-se que os valores mais baixos são encontrados entre as massas edilícias após as massas dispostas perpendicularmente à direção predominante do vento (disposição horizontal, chegando aos valores entre 0,32 e 0,78m/s (cf. *infra*, Figura 142).

Figura 142 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário proposto 04 da área 02.



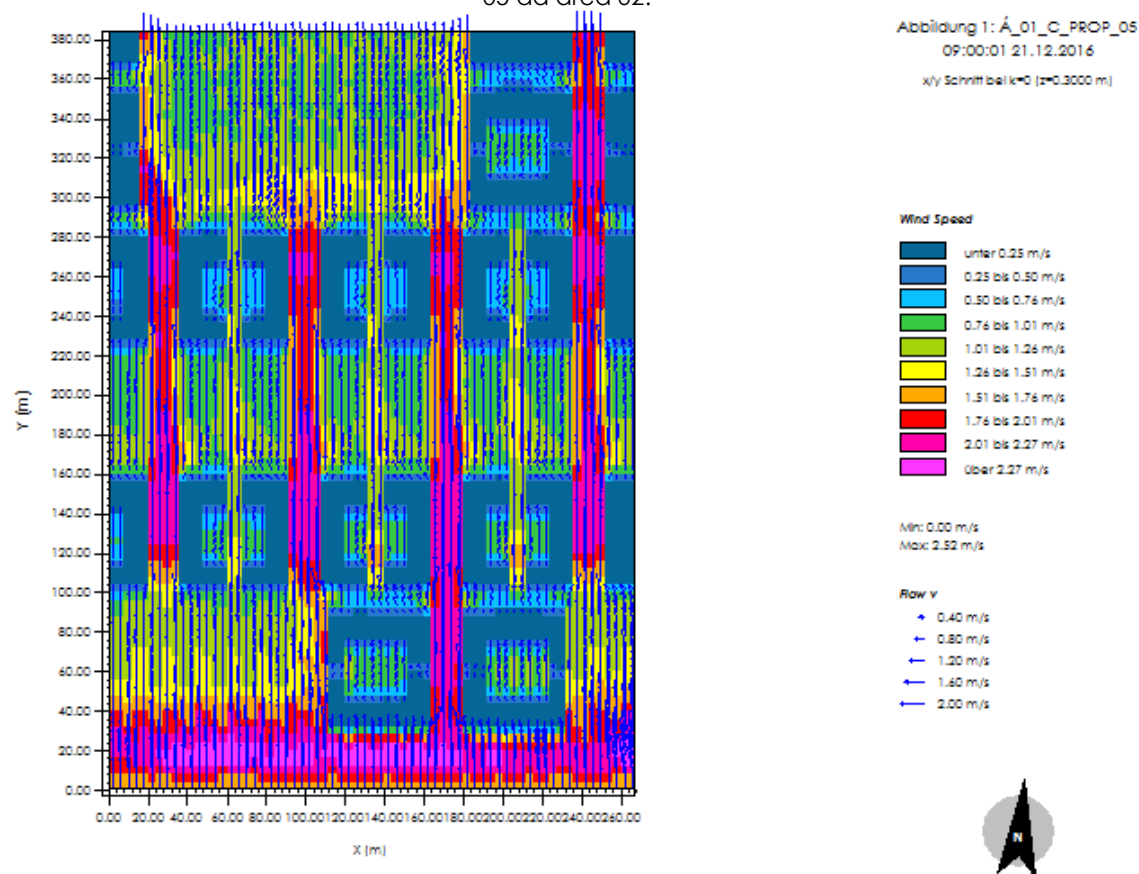
Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

cenário proposto 05

- 09h00min

Às 9h as velocidades de vento mais altas se localizam nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,27m/s, por conta do efeito de canalização proporcionado. Entretanto, nos pátios internos há uma diminuição da velocidade, com valores, na grande maioria, entre 0,50 e 1,51m/s (esse último encontrado no eixo dos pátios). Por fim, percebe-se que os valores baixos são encontrados, também, entre as massas edilícias, ou seja, nas áreas externas interedifícios, alcançando valores entre 0,32 e 0,78m/s. Um dos motivos para esses valores baixos seja a quantidade razoável de vegetação de médio porte localizada nessa área (cf. *infra*, Figura 143).

Figura 143 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário proposto 05 da área 02.

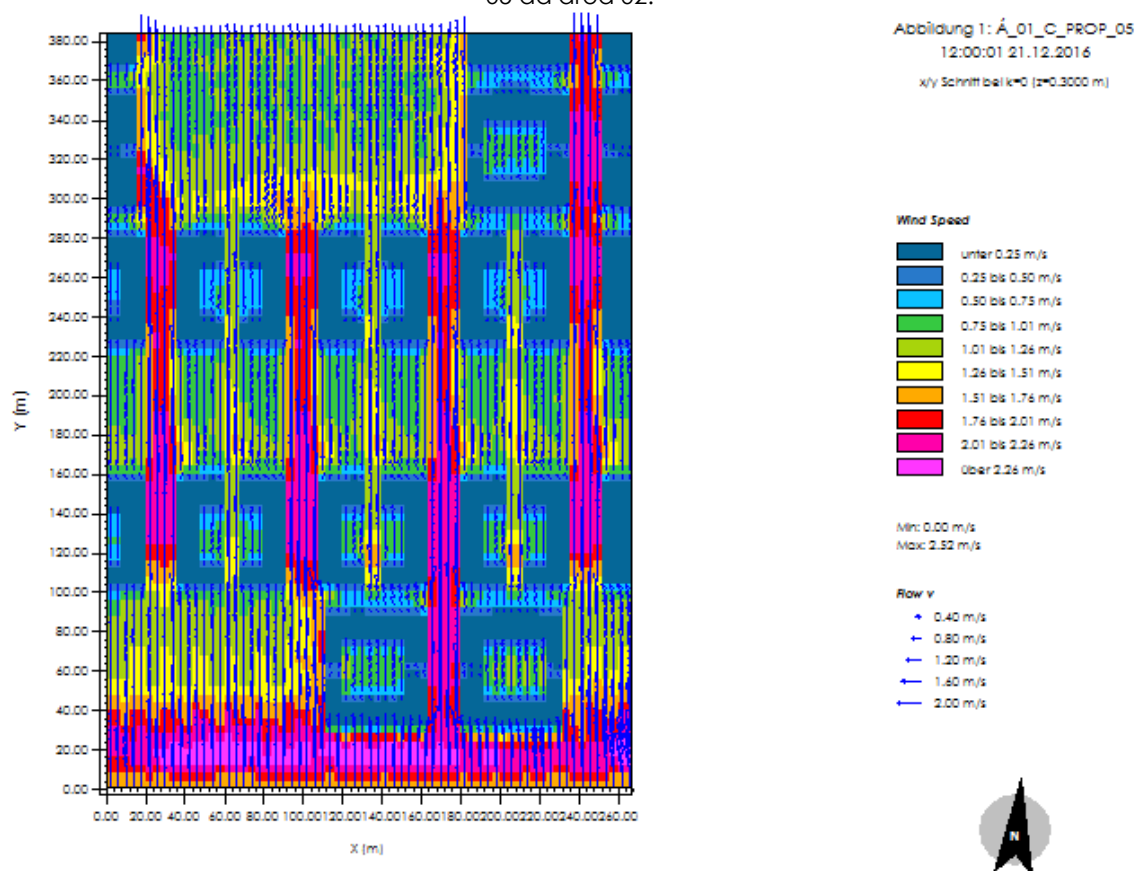


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

Às 12h as velocidades de vento mais altas se localizam nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,27m/s, por conta do efeito de canalização proporcionado. Entretanto, nos pátios internos há uma diminuição da velocidade, com valores, na grande maioria, entre 0,50 e 1,51m/s (esse último encontrado no eixo dos pátios). Por fim, percebe-se que os valores baixos são encontrados, também, entre as massas edilícias, ou seja, nas áreas externas interedifícios, alcançando valores entre 0,32 e 0,78m/s. Um dos motivos para esses valores baixos seja a quantidade razoável de vegetação de médio porte localizada nessa área (cf. *infra*, Figura 144).

Figura 144 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário proposto 05 da área 02.

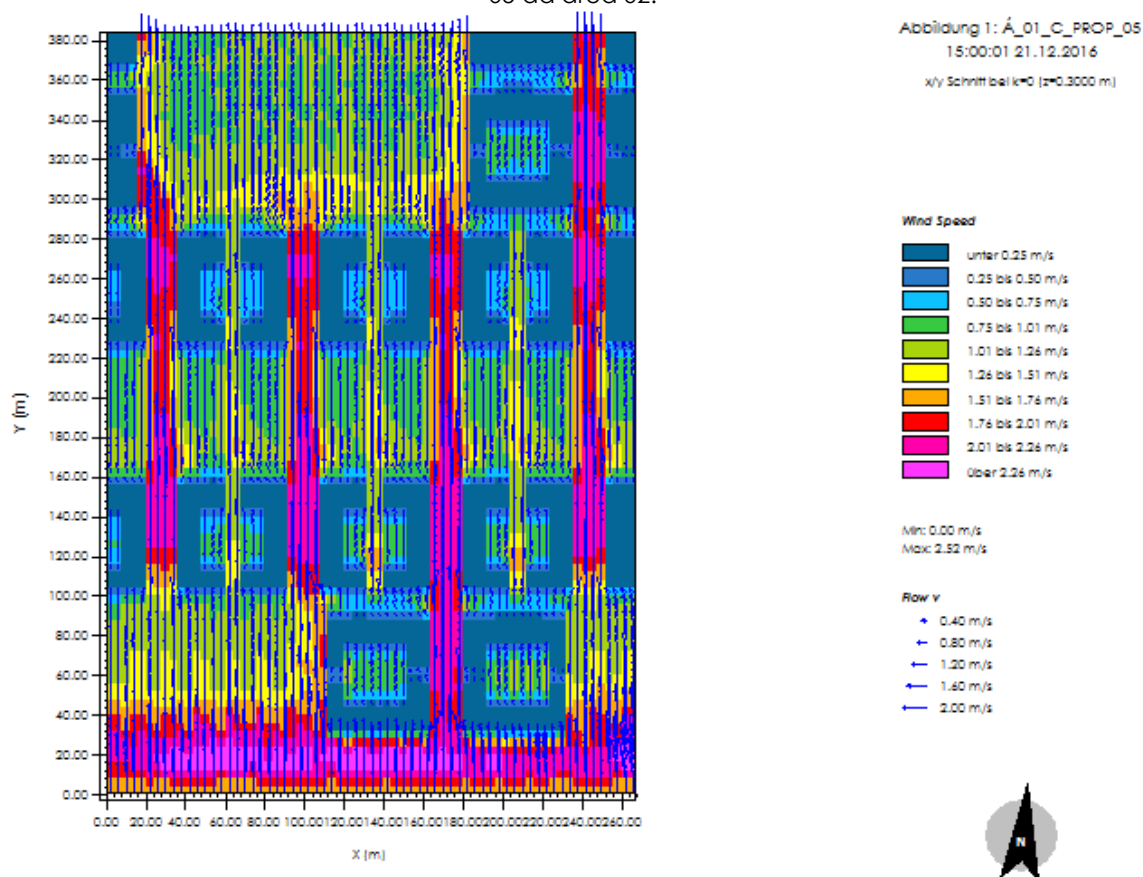


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

Às 12h as velocidades de vento mais altas se localizam nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,27m/s, por conta do efeito de canalização proporcionado. Entretanto, nos pátios internos há uma diminuição da velocidade, com valores, na grande maioria, entre 0,50 e 1,51m/s (esse último encontrado no eixo dos pátios). Por fim, percebe-se que os valores baixos são encontrados, também, entre as massas edilícias, ou seja, nas áreas externas interedifícios, alcançando valores entre 0,32 e 0,78m/s. Um dos motivos para esses valores baixos seja a quantidade razoável de vegetação de médio porte localizada nessa área (cf. *infra*, Figura 145).

Figura 145 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário proposto 05 da área 02.



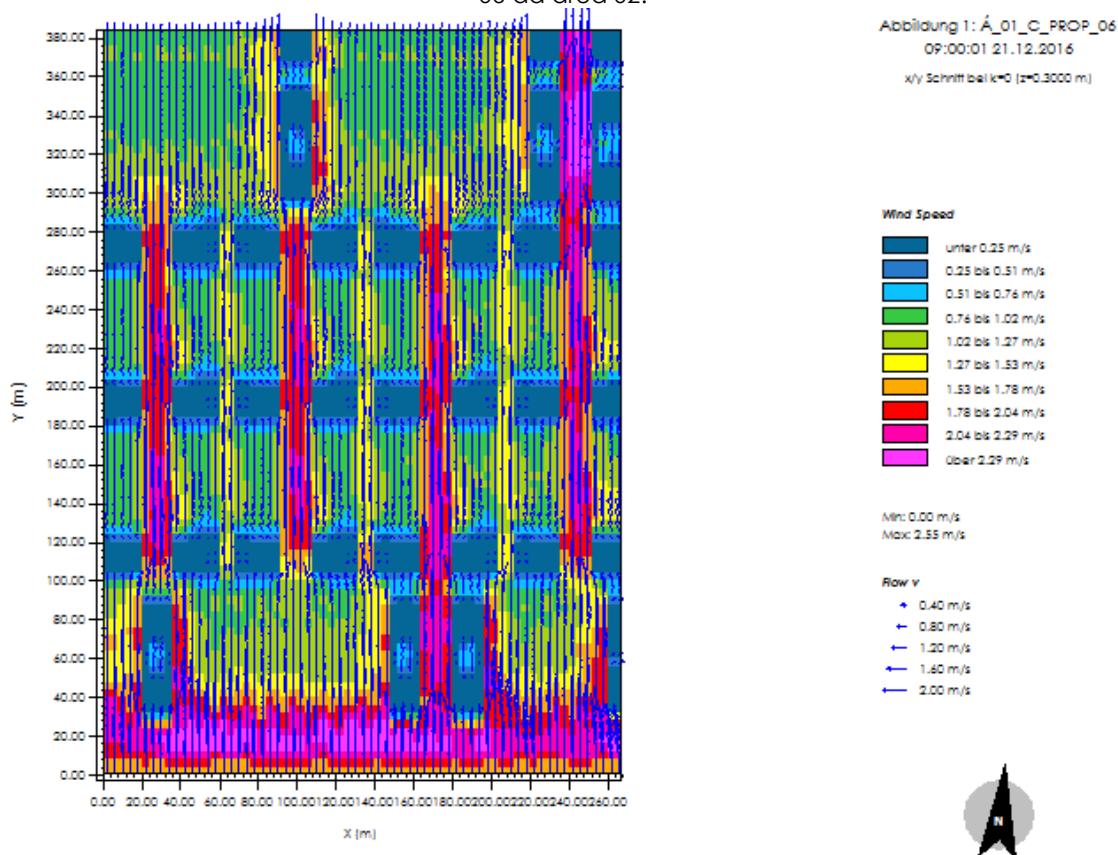
Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

Cenário proposto 06

- 09h00min

Às 9h as velocidades de vento mais altas se localizam nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,27m/s, por conta do efeito de canalização proporcionado. Entretanto, nos pátios internos há uma diminuição da velocidade, com valores, na grande maioria, entre 0,50 e 1,51m/s (esse último encontrado no eixo dos pátios). Por fim, percebe-se que os valores baixos são encontrados, também, entre as massas edilícias, ou seja, nas áreas externas interedifícios, alcançando valores entre 0,32 e 0,78m/s. Um dos motivos para esses valores baixos seja a quantidade razoável de vegetação de médio porte localizada nessa área (cf. *infra*, Figura 146).

Figura 146 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 9h, para o cenário proposto 06 da área 02.

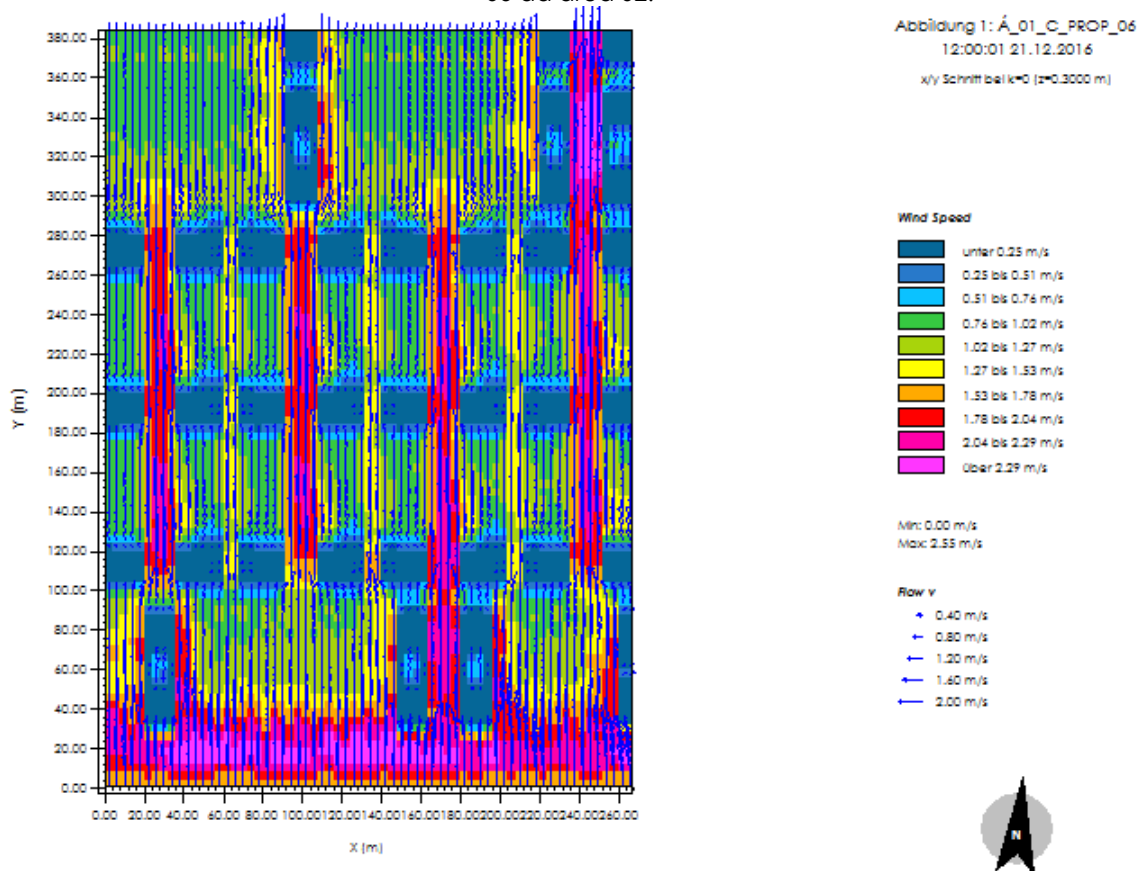


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 12h00min

Às 12h as velocidades de vento mais altas se localizam nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,27m/s, por conta do efeito de canalização proporcionado. Entretanto, nos pátios internos há uma diminuição da velocidade, com valores, na grande maioria, entre 0,50 e 1,51m/s (esse último encontrado no eixo dos pátios). Por fim, percebe-se que os valores baixos são encontrados, também, entre as massas edilícias, ou seja, nas áreas externas interedifícios, alcançando valores entre 0,32 e 0,78m/s. Um dos motivos para esses valores baixos seja a quantidade razoável de vegetação de médio porte localizada nessa área (cf. *infra*, Figura 147).

Figura 147 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 12h, para o cenário proposto 06 da área 02.

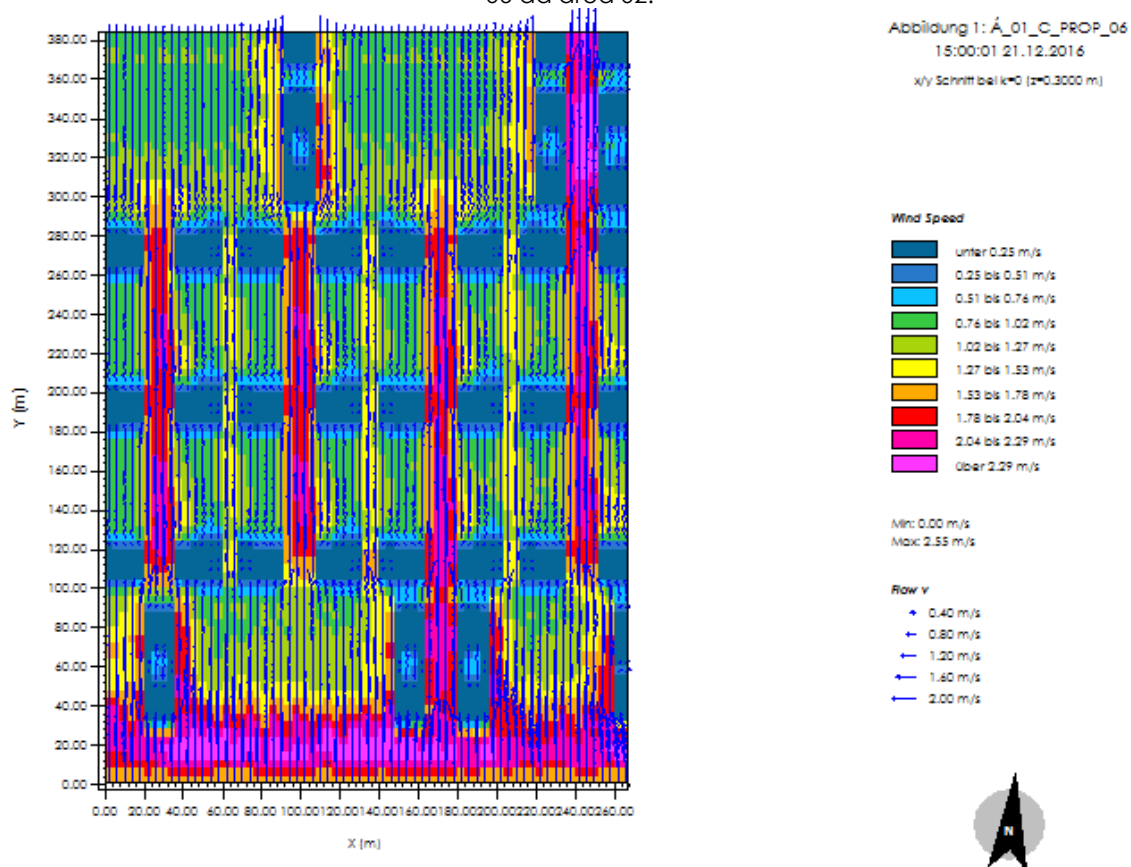


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

- 15h00min

Às 15h as velocidades de vento mais altas se localizam nas ruas principais, alcançando valores maiores que 2,27m/s, por conta do efeito de canalização proporcionado. Entretanto, nos pátios internos há uma diminuição da velocidade, com valores, na grande maioria, entre 0,50 e 1,51m/s (esse último encontrado no eixo dos pátios). Por fim, percebe-se que os valores baixos são encontrados, também, entre as massas edilícias, ou seja, nas áreas externas interedifícios, alcançando valores entre 0,32 e 0,78m/s. Um dos motivos para esses valores baixos seja a quantidade razoável de vegetação de médio porte localizada nessa área (cf. *infra*, Figura 148).

Figura 148 - Mapa climático de direção e velocidade do vento às 15h, para o cenário proposto 06 da área 02.

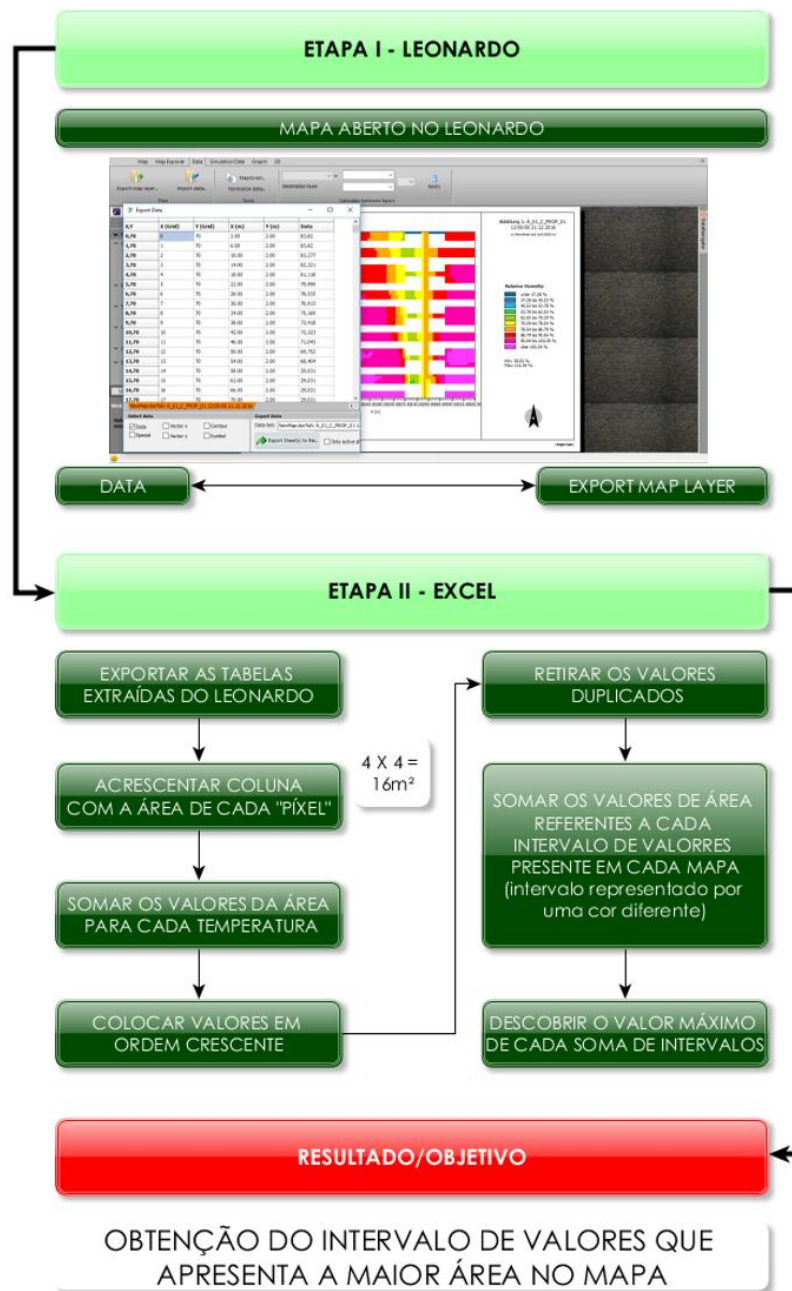


Fonte: Autor (2016). Softwares utilizados: Envi-met 4.0 e Leonardo 2014 Beta.

6. ANÁLISE COMPARATIVA DOS RESULTADOS OBTIDOS A PARTIR DAS SIMULAÇÕES POR CENÁRIOS

Com os resultados das simulações dos cenários em mãos, é necessária uma comparação entre os cenários propostos visando encontrar os cenários mais eficientes, tendo em vista as variáveis climáticas em questão. As análises foram realizadas por meio visual dos mapas, aliada à análise quantitativa. Neste último foram relacionadas a quantidade de área com a variável em questão por cada mapa gerado (temperatura do ar, UR e velocidade e direção do vento). Para tanto, serão utilizadas tabelas, onde estão apresentados de forma resumida, os dados extraídos dos quantitativos de cada mapa. Para um melhor entendimento destes procedimentos para tratamento destes quantitativos é apresentado abaixo um fluxograma metodológico (*cf. infra*, Figura 149).

Figura 149 - Fluxograma metodológico demonstrando a extração e tratamento de dados dos mapas climáticos.



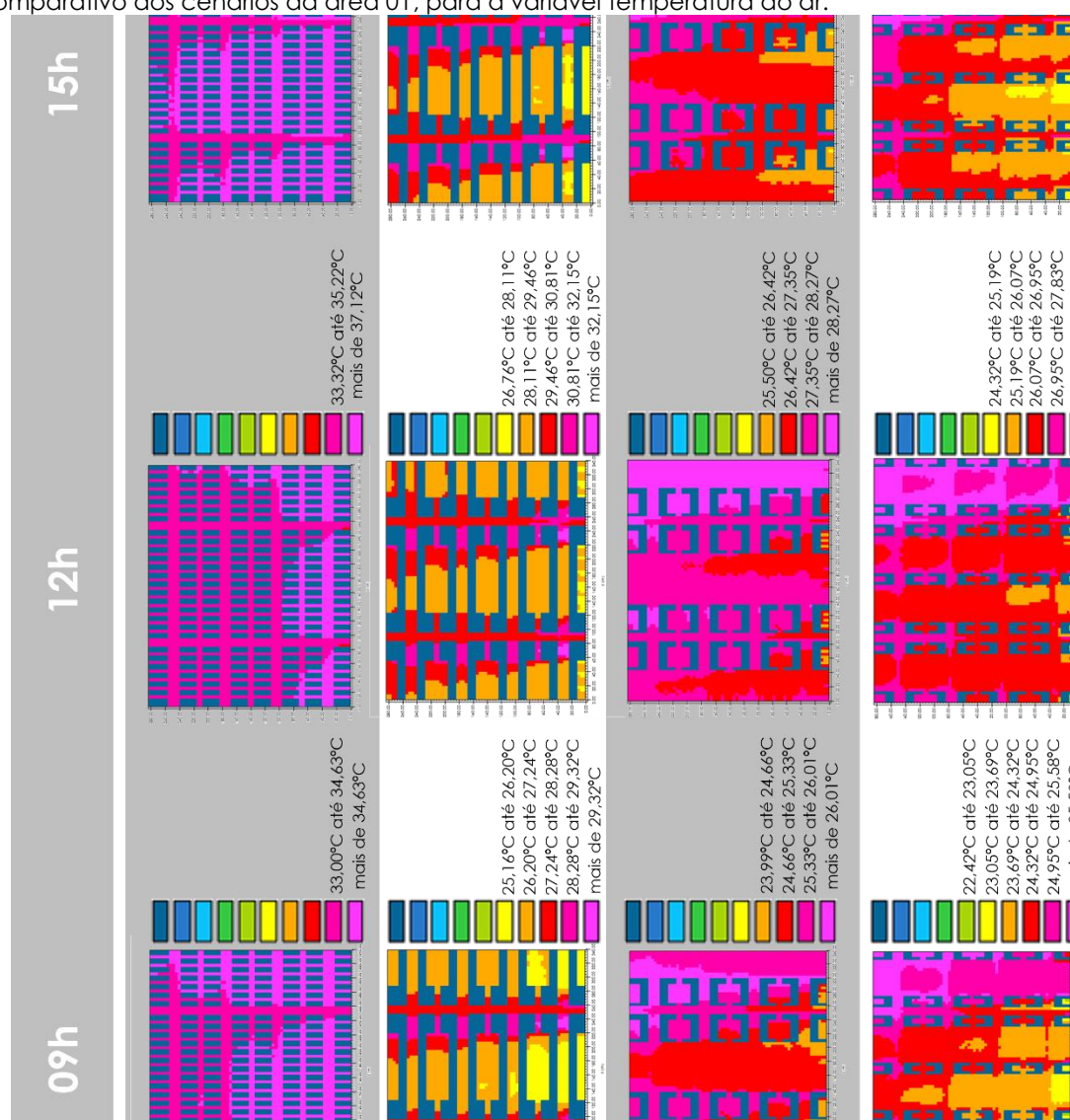
Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Yed.

Inicialmente serão trabalhados os dados referentes à temperatura do ar, seguida pela UR e por fim a direção e velocidade do vento.

6.1. TEMPERATURA DO AR

Abaixo é demonstrado um quadro comparativo para os diferentes cenários, corriqueiro e propostos, na área 01, para a variável temperatura do ar (cf. *infra*, Figura 150). Para a análise dos cenários foram levados em consideração apenas os valores de temperatura presentes em cada mapa climático, ou seja, foram desconsideradas as cifras presentes nas legendas que não estão ausentes mapas, isso tanto para a área 01 quanto para a área 02.

Figura 150 - Quadro comparativo dos cenários da área 01, para a variável temperatura do ar.



Fonte: Autor (2016).

Tendo em vista as temperaturas máximas dos cenários apresentados, para a Área 01, pode-se observar uma considerável diminuição de temperatura quando se compara os cenários propostos com o cenário corriqueiro. Observa-se que em todos os horários simulados, as temperaturas ultrapassaram os 30°C, para as temperaturas máximas, situação não semelhante aos cenários propostos. Com exceção do cenário proposto 01 que alcança 32,15°C às 12h, nenhum dos cenários propostos ultrapassa a temperatura acima de 30°C (cf. *infra*, Tabela 66).

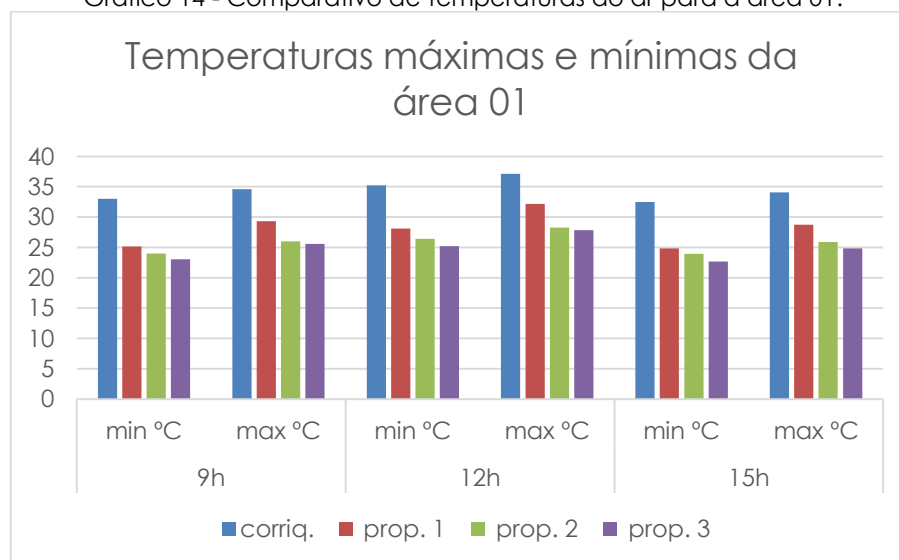
Tabela 66 - Comparativo de temperaturas do ar para a área 01.

	ÁREA 01					
	9h		12h		15h	
	min °C	max °C	min °C	max °C	min °C	max °C
corriq.	33	34,63	35,22	37,12	32,5	34,06
prop. 1	25,16	29,32	28,11	32,15	24,86	28,76
prop. 2	23,99	26,01	26,42	28,27	23,93	25,92
prop. 3	23,05	25,58	25,19	27,83	22,65	24,84

Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Demonstrando a eficiência acerca da temperatura do ar, em relação aos cenários propostos, quando se comparar cada cenários proposto com o cenário corriqueiro observa-se uma diminuição acentuada da temperatura, como já foi dito anteriormente. A diferença de temperatura vai de 4,97°C (corriqueiro e proposto 01, às 12h), até 9,29°C (corriqueiro e proposto 01, às 12h). Por fim observa-se a maior diferença de temperatura do ar na comparação do cenário corriqueiro com o proposto 03, que alcança mais de 9°C em todos os horários simulados, todavia às 12h é apresentada a maior diferença, chegando a 9,29°C (cf. *infra*, Gráfico 14 e Tabela 67).

Gráfico 14 - Comparativo de temperaturas do ar para a área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

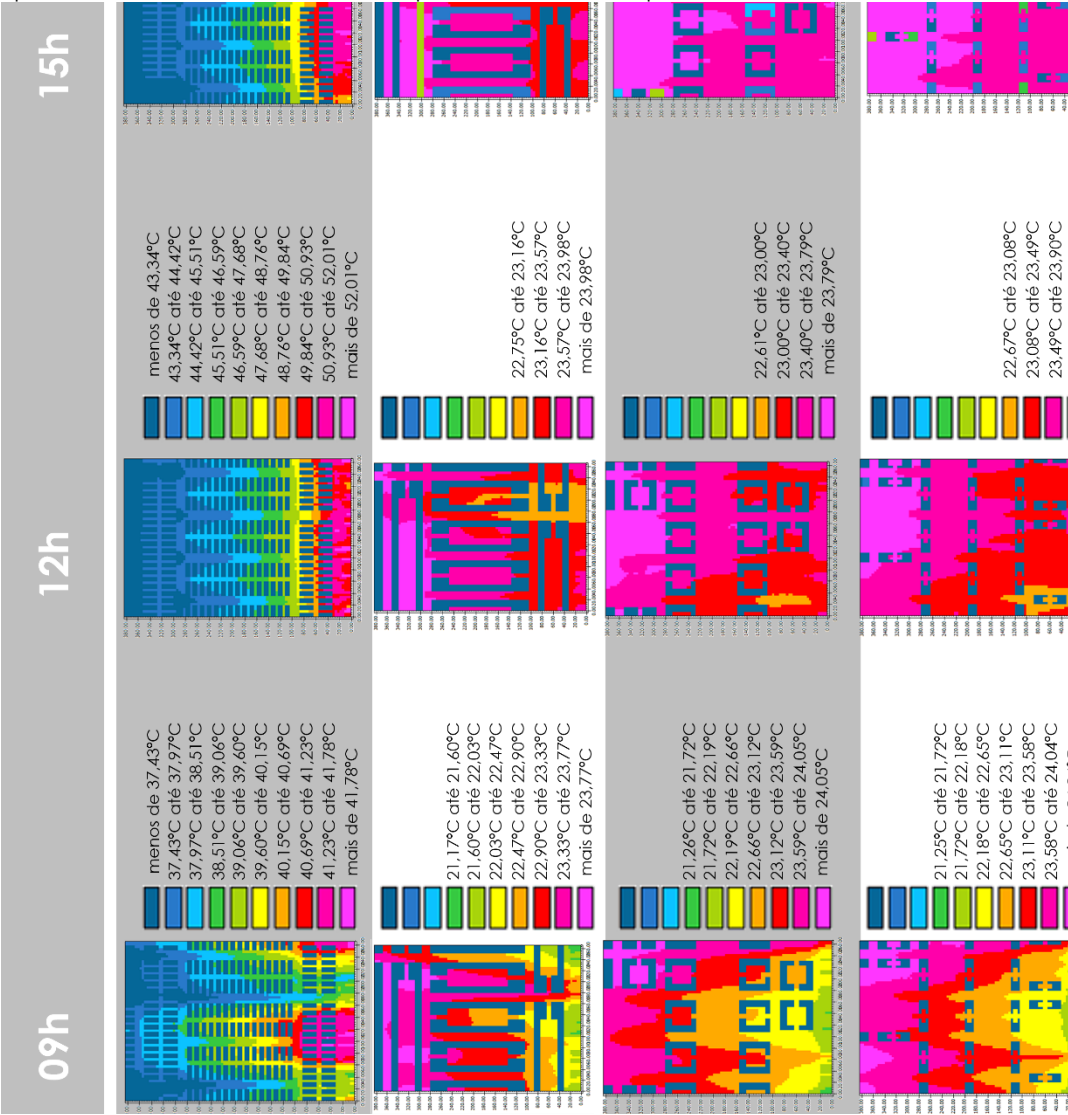
Tabela 67 - Diferenças de temperaturas do ar para a área 01, entre o cenário corriqueiro e os propostos.

	ÁREA 01					
	DIFERENÇA (CORR - PROPOSTOS)					
	min °C	max °C	min °C	max °C	min °C	max °C
cor - prop. 01	7,84	5,31	7,11	4,97	7,64	5,3
cor - prop. 02	9,01	8,62	8,8	8,85	8,57	8,14
cor - prop. 03	9,95	9,05	10,03	9,29	9,85	9,22

Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Neste momento são analisados os cenários dispostos para a área 02, os quais são apresentados em um quadro comparativo mostrado a seguir (cf. *infra*, Figura 151).

Figura 151 - Quadro comparativo dos cenários da área 02, para a variável temperatura do ar.



Fonte: Autor (2016).

De igual maneira a área 01, na área 02 observou-se uma diminuição considerável da temperatura do ar quando se comparam o cenário corriqueiro e os cenários propostos (cf. *infra*, Tabela 68). Enquanto o cenário corriqueiro ultrapassa os 39°C em sua temperatura máxima em todos os horários simulados, os cenários propostos chegam a um patamar de 24°C (aproximado).

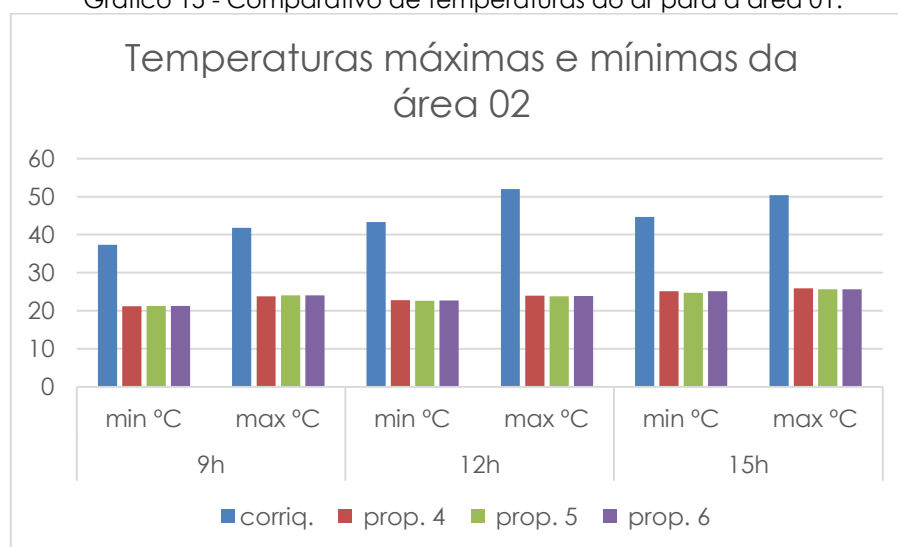
Tabela 68 - Comparativo de temperaturas do ar para a área 02.

ÁREA02		
9h	12h	15h

	min °C	max °C	min °C	max °C	min °C	max °C
corriq.	37,34	41,78	43,34	52,01	44,65	50,37
prop. 4	21,17	23,77	22,75	23,98	25,15	25,89
prop. 5	21,26	24,05	22,61	23,79	24,7	25,65
prop. 6	21,25	24,04	22,67	23,9	25,11	25,65

Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Gráfico 15 - Comparativo de temperaturas do ar para a área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Haja vista a diminuição de temperatura encontrada com os cenários propostos observa-se as grandes diferenças da mesma entre o cenário corriqueiro e os propostos. Lenvando-se em consideração os três horários simulados, os dois primeiros valores mais exacerbados encontram-se na comparação do cenário corriqueiro com o proposto 03 às 9h e às 12h, obtendo-se os valores respectivos de 17,76°C e 20,96°C. Além disso, às 15h é encontrado o terceiro valor máximo, entre o cenário corriqueiro e o proposto 02, que chega a uma cifra de 18,71°C (cf. *infra*, Tabela 69).

Tabela 69 - Diferenças de temperaturas do ar para a área 01, entre o cenário corriqueiro e os propostos.

ÁREA02
DIFERENÇA (CORR - PROPOSTOS)

	min °C	max °C	min °C	max °C	min °C	max °C
cor - prop. 01	16,17	18,01	20,59	28,03	19,5	24,48
cor - prop. 02	16,08	17,73	20,73	28,22	19,95	24,72
cor - prop. 03	16,09	17,74	20,67	28,11	19,54	24,72

Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

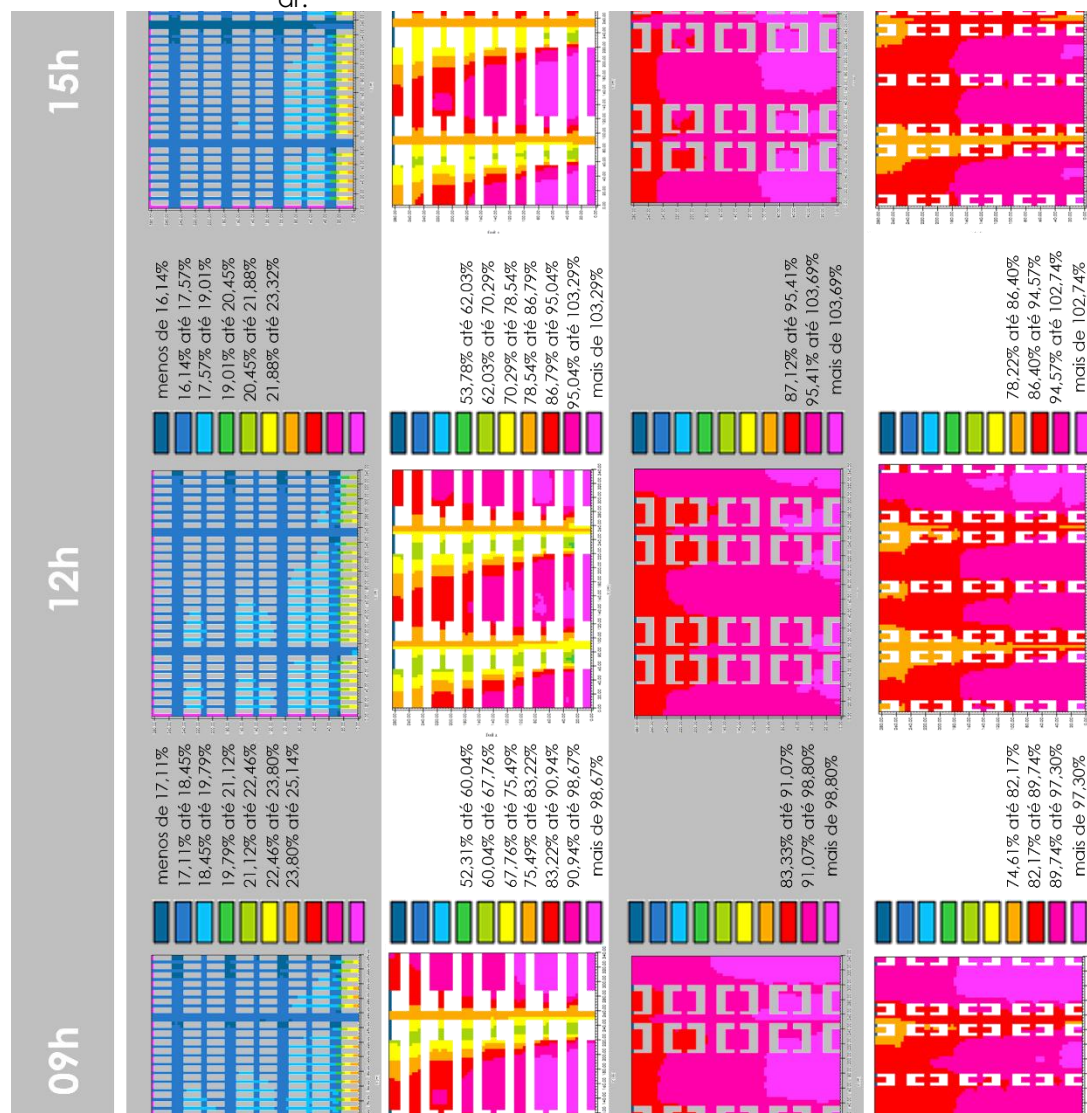
Entende-se que este ganho térmico obtido é possibilitado pela adoção de soluções bioclimáticas, embasadas em autores ligados ao tema (citados anteriormente), aplicadas aos cenários propostos, como por exemplo:

- **O afastamento das massas edificadas**, que visa a maior circulação de ventilação, restringindo a canalização do vento, possibilitando uma maior dissipação do calor;
- **Adoção do pátio interno**, que canaliza a ventilação para o interior das massas edificadas, (que contribui para o fornecimento de todas as faces do edifício para a ventilação). Além disso, a introdução de massa verde ao pátio possibilita o desenvolvimento de um microclima, contribuindo à diminuição da temperatura (por meio do sombreamento e aumento da umidade relativa do ar).
- **Anexação de massas verdes**, que como foi dito acima, possibilita sombreamento, diminuição de temperatura do ar, além da canalização da ventilação, fatores que contribuem ao desenvolvimento de um microclima, totalmente salutar ao clima Quente-Seco.

6.2. UMIDADE RELATIVA DO AR

Da mesma forma da temperatura do ar, para análise da umidade relativa do ar foi desenvolvido um quadro comparativo dos cenários, tanto para a área 01 quanto para a área 02, sendo considerados apenas os valores presentes nos mapas, restringindo os demais valores das imagens (*cf. infra*, Figura 152). Entende-se esta como uma forma de ser mais fidedigno à análise dos mapas climáticos simulados. Além disso, anteriormente são apresentados, e descritos, todos os mapas na íntegra, desta forma compreendem-se que a restrição de informações neste momento do texto não diminui em nada o valor dos mesmos para o a presente pesquisa.

Figura 152 - Quadro comparativo dos cenários da área 01, para a variável umidade relativa do ar.



Fonte: Autor (2016).

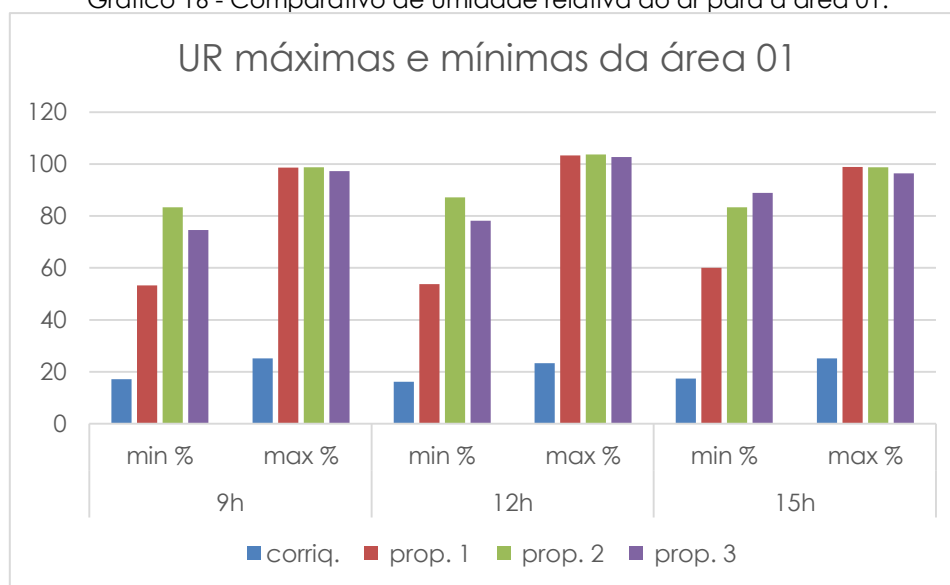
Analisando os cenários, observa-se um ganho considerável em relação à UR, em todos os horários simulados. Enquanto o cenário corriqueiro chega em valores máximos até 27,82%, a maioria dos cenários propostos ultrapassam a casa dos 98%, para as umidades máximas. Todavia, entre todos os cenários propostos, o que apresenta maior valor é o proposto 02 que às 9h, 12h e 15h apresenta respectivamente 98,8%, 103,69% e 98,8% (cf. *infra*, Tabela 70).

Tabela 70 - Comparativo de umidade relativa do ar para a área 01.

	ÁREA 01					
	9h		12h		15h	
	min %	max %	min %	max %	min %	max %
corriq.	17,11	25,14	16,14	23,32	17,41	25,2
prop. 1	53,31	98,67	53,78	103,29	60,1	98,84
prop. 2	83,33	98,8	87,12	103,69	83,33	98,8
prop. 3	74,61	97,3	78,22	102,74	88,9	96,37

Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Gráfico 16 - Comparativo de umidade relativa do ar para a área 01.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Comparando o cenário corriqueiro com os propostos, observa-se que as maiores diferenças de UR são encontradas na comparação entre o cenário corriqueiro e o cenário proposto 01, onde às 9h, 12h, e 15h chegam a valores respectivos de 70,85%, 75,66% e 71,04%. Todavia esses valores são seguidos de perto pelas outras comparações, afirmando a máxima de que em todos os cenários propostos a UR é maior se comparada com o cenário corriqueiro (cf. *infra*, Tabela 71) (cf. *supra*, Gráfico 16).

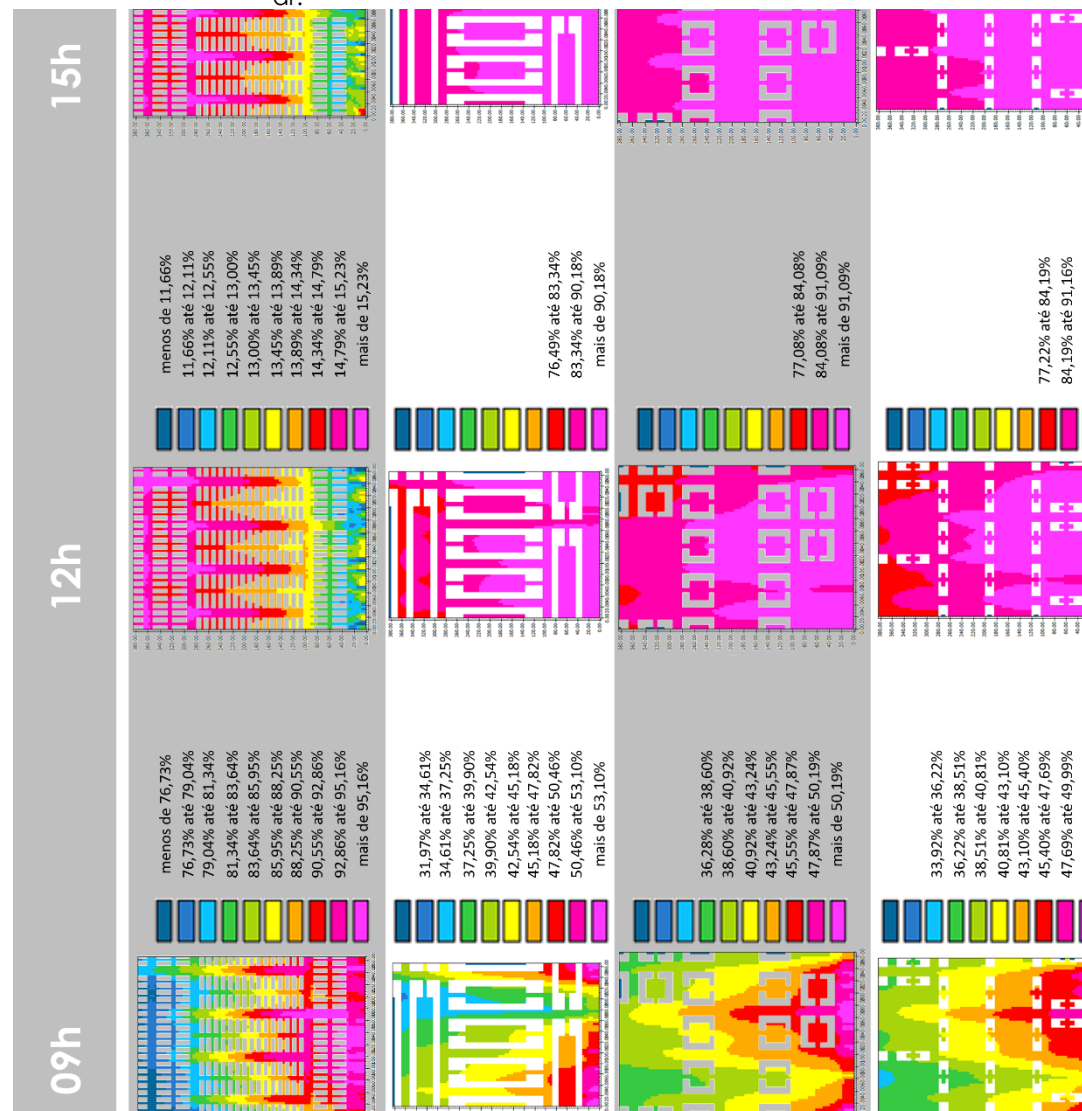
Tabela 71 - Diferenças de temperaturas do ar para a área 01, entre o cenário corriqueiro e os propostos.

	ÁREA 01					
	DIFERENÇA (CORR - PROPOSTOS)					
	min %	max %	min %	max %	min %	max %
cor - prop. 01	36,2	73,53	37,64	79,97	42,69	73,64
cor - prop. 02	66,22	73,66	70,98	80,37	65,92	73,6
cor - prop. 03	57,5	72,16	62,08	79,42	71,49	71,17

Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Da mesma forma, foi desenvolvido para a área 02 um quadro comparativo onde se encontram todos os mapas desenvolvidos para a mesma, e também somente foram considerados para análise os valores encontrados nos mapas (*cf. infra*, Figura 153).

Figura 153 - Quadro comparativo dos cenários da área 02, para a variável umidade relativa do ar.



Fonte: Autor (2016).

Diferentemente das área 02 apresentou uma idiossincrasia em relação a UR. Acerca disso, os cenários propostos acabaram se comportando de maneira diferente ao que era esperado, ao passo que os cenários propostos apresentaram UR menor do que o cenário corriqueiro nos horários de 9h e 15h. Enquanto que o cenário corriqueiro às 9h e 15h apresentava UR respectivamente de 95,34% e 95,36% os outros cenários apresentavam valores para 9h entre 50 e 53%, e para 15h 89 e 90% (aproximadamente). Em contrapartida, às 12h os cenários propostos acabaram por aumentar sua UR em relação ao cenário

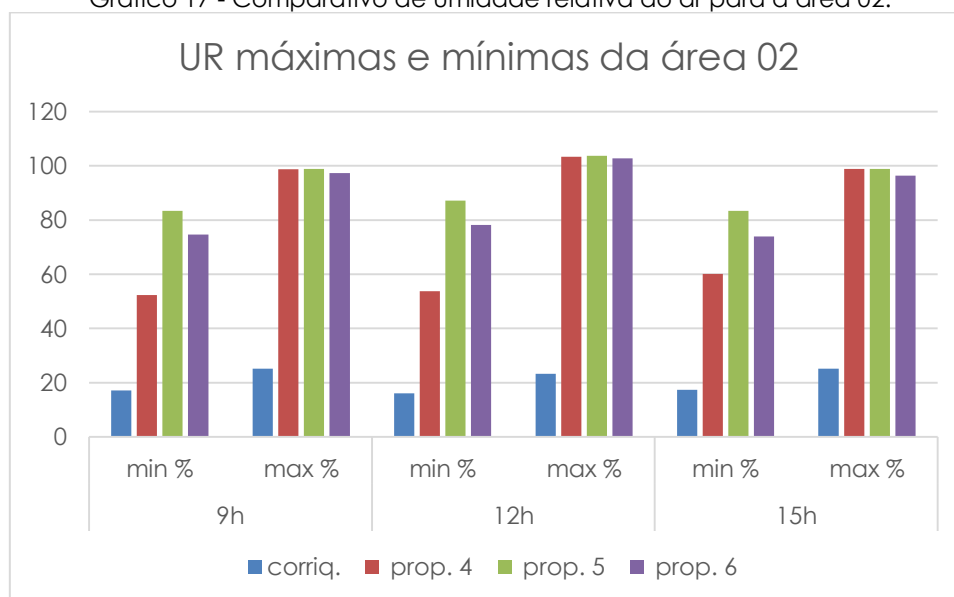
corriqueiro, onde este último chega a 70,83% e os propostos estão entre 89 e 90% (aproximadamente) (cf. *infra*, Tabela 72).

Tabela 72 - Comparativo de umidade relativa do ar para a área 02.

	ÁREA02					
	9h		12h		15h	
	min %	max %	min %	max %	min %	max %
corriq.	17,11	25,14	16,14	23,32	17,41	25,2
prop. 4	52,31	98,67	53,78	103,29	60,1	98,84
prop. 5	83,33	98,8	87,12	103,69	83,33	98,8
prop. 6	74,61	97,3	78,22	102,74	73,98	96,37

Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Gráfico 17 - Comparativo de umidade relativa do ar para a área 02.



Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Em comparação entre o cenário corriqueiro e os propostos observa-se que as comparações que alcançam as maiores diferenças de UR são, às 9h e as 12h o cenário corriqueiro e o proposto 03, chegando a, respectivamente 45,32% (sendo esta a maior diferença encontrada) e 19,81% de diferença; e às 15h o cenário corriqueiro e o

proposto 01 com UR chegando a 6,18%, a menor diferença encontrada (cf. *infra*, Tabela 73) (cf. *supra*, Gráfico 17).

Tabela 73 - Diferenças de temperaturas do ar para a área 02, entre o cenário corriqueiro e os propostos.

	ÁREA02					
	DIFERENÇA (CORR - PROPOSTOS)					
	min %	max %	min %	max %	min %	max %
cor - prop. 01	35,2	73,53	37,64	79,97	42,69	73,64
cor - prop. 02	66,22	73,66	70,98	80,37	65,92	73,6
cor - prop. 03	57,5	72,16	62,08	79,42	56,57	71,17

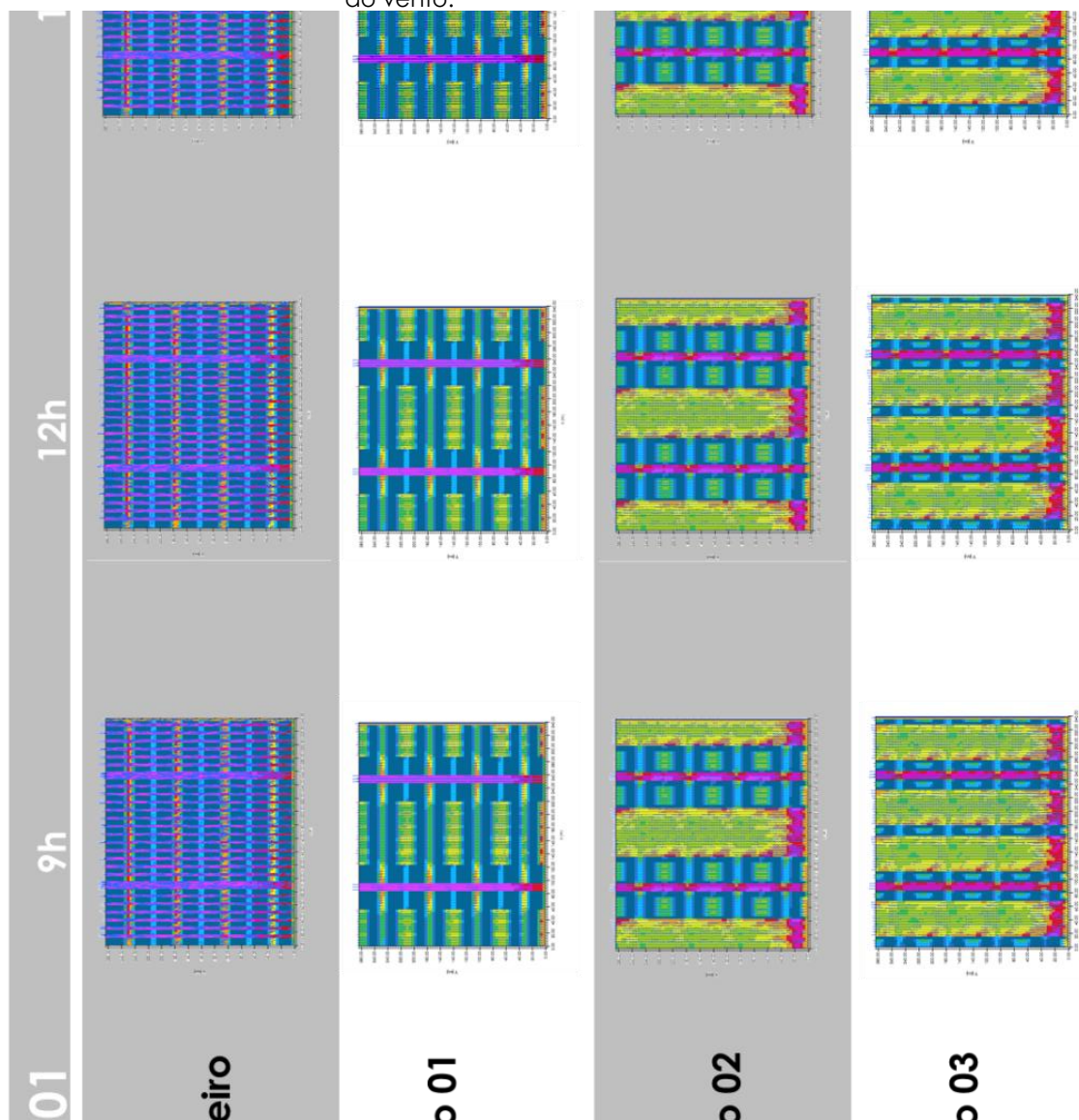
Fonte: Autor (2016). Software utilizado: Excel.

Enfim, entende-se que por mais que os cenários propostos tenham apresentado menor UR em relação ao cenário corriqueiro na área 02, para os horários entre 9h e 15h, ao meio dia, quando a temperatura alcança seu valor mais alto, a UR acaba alcançando o valor mais alto. Isso influencia de maneira salutar para o conforto do usuário do espaço, afirmando a eficiência dos cenários propostos para área 02.

6.3. VELOCIDADE E DIREÇÃO DO VENTO

Para a análise comparativa da velocidade e direção do vento também foi desenvolvido um quadro comparativo dos cenários simulados, como forma de melhorar a visualização dos mesmos e consequentemente a análise destes (cf. *infra*, Figura 154).

Figura 154 - Quadro comparativo dos cenários da área 01, para a variável velocidade e direção do vento.



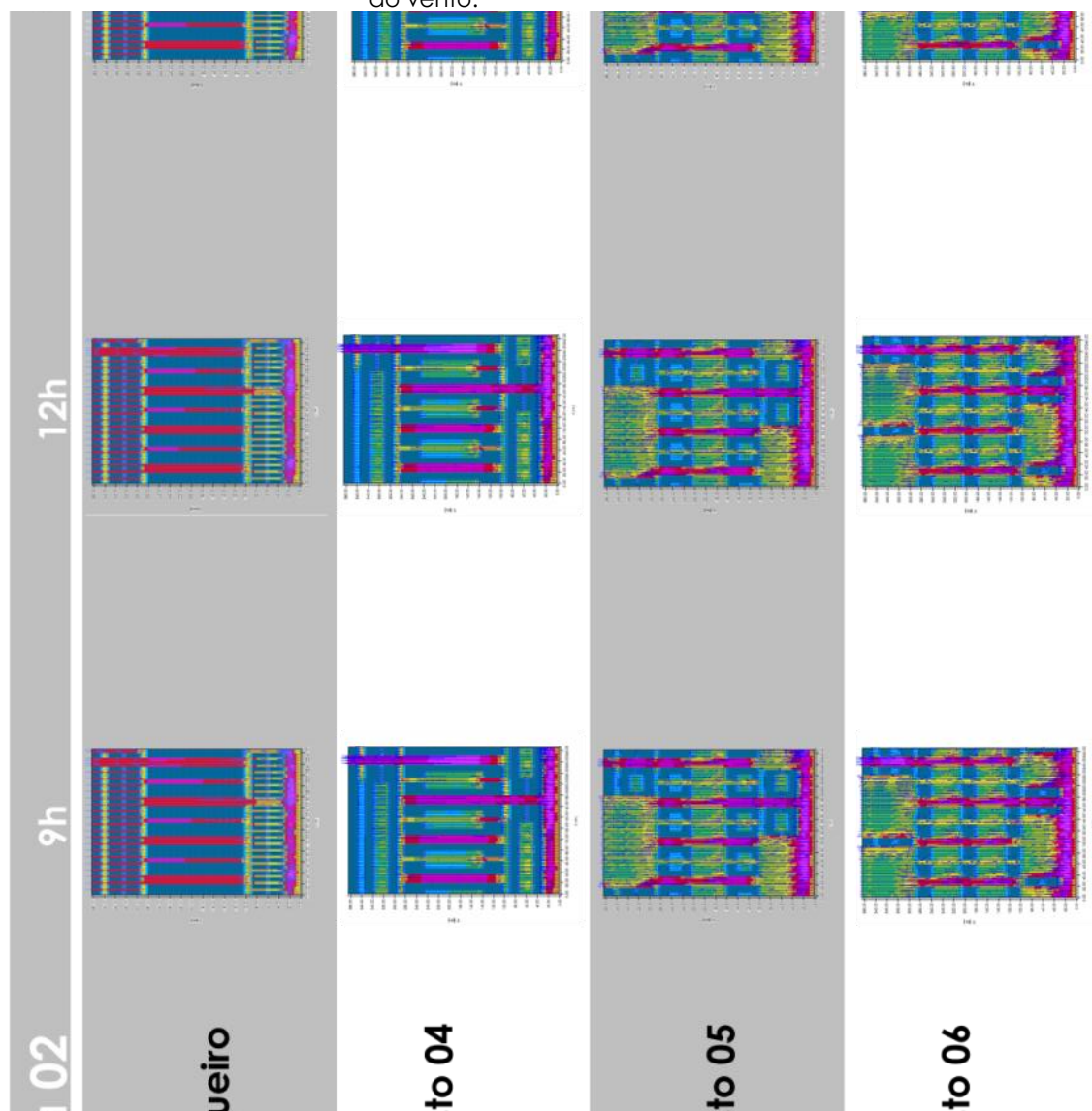
Fonte: Autor (2016).

Observando os mapas entende-se que o efeito de canalização apresenta-se de forma mais ativa nos locais onde acontece um estreitamento do espaço, ou seja onde há a seguinte relação, maior altura de massa edificada e pequena largura de via, abordados no mapa com a cor mais magenta. Isso acontece de maneira semelhante entre todos os cenários apresentados, e aliado ao efeito de canalização do vento acontece o aumento da velocidade do mesmo. Em contraponto, a abertura dos pátios internos e afastamento das

massas edificadas, nos cenários propostos, traz benesses em relação à ventilação, ao passo que diminui a velocidade do mesmo, mitigando o efeito de canalização. Isso acontece pelo fato de o afastamento entre os volumes edífícios acabar sendo maior que duas vezes a altura dos mesmos, diretriz afirmada por Romero (2013). Além disso, pode-se observar nos mapas sombras de vento, ou seja, diminuição drástica da velocidade do vento próxima das faces das massas edificadas contrárias à direção predominante do vento, principalmente no cenário corriqueiro e proposto 01. Isso acontece pelo fato da disposição quase perpendicular das massas edificadas em relação à direção predominante do ventos, como também afirma Romero (2013). Este efeito é mitigado nos cenários propostos 02 e 03, pelo fato de estes apresentarem menor massa edílicia.

De igual maneira à área 01, a área 02 apresenta os mesmos efeitos de canalização, aumentando a velocidade do vento, bem como a diminuição do mesmo por meio da adoção de espaços abertos. De igual maneira, apresenta-se o efeito barreira, ocasionando sombras de vento nas faces contrárias à direção predominante do vento. O mesmo é mitigado nos cenários propostos, tanto pelo afastamento das massas edílicias, quanto pela abertura linear em relação à direção predominante do vento, que acaba mantendo o fluxo de ventilação (*cf. infra*, Figura 155).

Figura 155 - Quadro comparativo dos cenários da área 02, para a variável velocidade e direção do vento.



Fonte: Autor (2016).

Por fim, pelo que foi exposto acima se entende como benéficos e mais eficientes que os cenários corriqueiros, ao passo que evita sobremaneira o efeito de canalização do vento permitindo uma maior permeabilidade do vento por meio de aberturas de espaços, pátios internos e externos. Isso ocasiona uma maior oferta de ventilação à maioria das fachadas das massas edificadas. Isso, aliado à criação de um microclima (que resulta em uma diminuição da temperatura e

aumento da UR) aumenta o grau de conforto dos usuários, tanto externos quando internos às edificações.

7. CONCLUSÃO

Tendo em mente os resultados encontrados e as análises realizadas para os cenários demonstrados, é possível dizer que a hipótese trabalhada é confirmada, sendo possível, com a mesma densidade construída, utilizada nos casos corriqueiros, reconfigurar a forma urbana visando um melhor aproveitamento de área edificável. Acerca das comparações dos cenários, percebe-se que todos os propostos apresentam menores temperaturas e maiores UR em comparação ao cenário corriqueiro, em todos os horários simulados e em ambas as áreas, o que é benéfico para região em que os objetos estão inseridos (Quente-Seco). Já em termos de ventilação percebe-se que a abertura de áreas, proporcionada sobretudo pela verticalização (não tão acentuada), traz benesses para áreas próximas. Isso acontece, pois, o aumento da UR por meio inserção de vegetação nos pátios é levada para as redondezas por meio da ventilação, a qual encontra menos barreiras (área edificada) para sua circulação. Além disso é validada a ideia defendida pelos autores ligados ao Bioclimatismo Urbano, de que a forma urbana com a utilização do pátio interno, acrescida de vegetação é benéfica para o clima em questão. Por fim, pode-se aliar isso ao fato de que verticalizar, em menor altura, se apresenta como solução benéfica pois aumenta a área urbana livre. Esta pode ser usada como pátios para inserção de vegetação (como foi dito anteriormente) e inserção de usos para vivência em áreas

urbanas, por exemplo, melhorando assim a qualidade urbana e dos usuários dos espaços.

De maneira geral, é possível dizer que é assaz salutar um olhar bioclimático na prática decisória da definição formal urbana, tendo em vista um melhoramento do conforto urbano tanto dos deambulantes, quanto dos usuários do espaço público (de pouca ou longa permanência). Também é interessante a utilização de softwares para simulação urbana, a fim de validar as proposições, aumentando o grau de assertividade nas etapas *a posteriori* do processo projetual e consequentemente de execução.

Haja vista o caráter propositivo da presente pesquisa, achou-se por bem desenvolver diretrizes projetuais bioclimáticas que têm possibilidades de serem reproduzidas em climas semelhantes ao que é desenvolvido neste trabalho, ou seja, o clima Quente-Seco. O quadro a seguir traz dois momentos, complementares entre si, no primeiro é demonstrada as diretrizes para o clima Quente-Seco e o segundo as diretrizes para o clima em questão do ponto de vista urbano e para Arquitetura (cf. *infra*, Figura 156). Esses dois momentos são separados em quatro variáveis sendo elas a Forma (para a cidade de Patos), Sol (insolação), Vento, Água/umidade relativa - UR e Solo/Vegetação. Ao término são propostas diretrizes para um desenvolvimento urbano e arquitetônico por um viés bioclimático.

Acerca do contributo desta pesquisa para o meio acadêmico, este ligado às questões para deste tema, entende-se que a mesma vem para validar as afirmações sobre os temas do Bioclimatismo Urbano, por meio dos autores ligados à temática, e simulação ambiental. Entende-se isso por conta da assertividade com que os resultados encontrados se interligam às proposições bibliográficas para mitigação das sensações para o conforto ambiental à nível urbano, por meio da quantificação dos dados da pesquisa. Outra contribuição

importante desta pesquisa é a demonstração do fluxo de trabalho de simulação para o ENVI-met 4.0, tanto em meio descritivo, quanto por meio de fluxograma metodológico, o que irá facilitar futuras pesquisas que utilizem este software.

No que concerne ao método, entende-se o mesmo como eficaz, todavia são importantes algumas considerações a fim de um melhoramento contínuo, tanto para o método em pesquisas futuras, quanto para o desenvolvimento do software utilizado para simulação, tornando o método mais eficaz e eficiente:

- Problemas em encontrar dados climáticos para simulação. O software trabalha com alguns dados muito específicos, os quais só são disponibilizados por aeroportos, sendo assim de difícil acesso quando a região em que se trabalha não possui este tipo de equipamento. Sendo assim, nesta pesquisa, como em outras (as quais foram utilizadas como referências bibliográficas), foi utilizado o dado em questão da cidade mais próxima, entendendo assim a melhor opção para o desenvolvimento salutar da pesquisa.
- Falta de interoperabilidade com outros softwares. Com o desenvolvimento hodierno da construção civil, aliado ao desenvolvimento dos softwares ligados à tecnologia Building Information Modeling – BIM, entende-se que os softwares de simulação não devem ficar de fora deste desenvolvimento, a fim de melhorar o fluxo de trabalho para proposição projetual, seja para Arquitetura ou Urbanismo. Isto visa uma maior eficiência para o trabalho de simulação, assim como da modelagem do objeto simulado, sendo este último realizado no próprio software (antiproducente, diga-se de passagem). Por fim, esta diretriz

pode possibilitar resultados além dos que podem ser apresentados pelo ENVI-met 4.0, como por exemplo, perspectivas mais realistas e quantitativos de outras naturezas (área de superfície de volume edifício, área construída, quantitativo de área verde, quantitativo de árvores de vários portes).

- *Interface* não amigável para o usuário. O software ENVI-met 4.0, até o presente momento, apresenta problemas para o entendimento do fluxo de trabalho para simulação por conta de vários fatores, entretanto um dos que mais prejudicam o ato de simulação, com o software em questão, é a interface com comandos não intuitivos realizar a modelagem e simulação.

Entendendo esta pesquisa como um meio e não um fim, propõe-se algumas continuações para a mesma:

- Estudar a interoperabilidade com softwares baseados em tecnologia BIM, ou mesmo, a mescla dos resultados com outros softwares, a fim de encontrar dados de naturezas diferentes.
- Estudar o a simulação em nível de Arquitetura, já que o software possibilita modificar a dimensão do “píxel”, ajustando assim a escala à ser trabalhado.

Por último, é importante citar que os resultados encontrados, a partir das simulações, utilizando o software em questão, foram realizadas utilizando-se os procedimentos encontrados nas bibliografias usadas como base metodológica para o presente trabalho. Sendo

assim, quaisquer inconsistências nos dados obtidos são de total responsabilidade da ferramenta de simulação.

Figura 156 - Quadro com diretrizes bioclimáticas para o clima Quente-Seco, na cidade de Patos-PB

DIRETRIZES BIOCLIMÁTICAS PARA A CIDADE DE PATOS-PB		
PROPOSIÇÕES GERAIS	PROPOSIÇÕES ESPECÍFICAS	
	URBANISMO	ARGUMENTOS
• evitar a perda de calor; • facilitar a radiação; • reduzir ganhos por condução;	• Diminuir superf. expostas ao Sol	• Utilização de telhados sobrepostos
	• Utilização do pátio interno	• Utilização de cores claras
• evitar a perda de calor; • facilitar a radiação; • reduzir ganhos por condução;	• Orientação dos edifícios L-O	• Utilização de cores claras
	• Sombreamento dos espaços abertos (vegetação e/ou proteções solares (verticais e horizontais))	• Utilizar proteções solares nos edifícios
• evitar a perda de calor; • facilitar a radiação; • reduzir ganhos por condução;	• Beneficiar com ventilação desde que aconteça um controle micro/mesoclimático	• Beneficiar com ventilação desde que aconteça um controle micro/mesoclimático
	• Utilizar mecanismos para reaprov. de água e umidificação do ar	• Captação de chuva
• evitar a perda de calor; • facilitar a radiação; • reduzir ganhos por condução;	• Captação da água de chuva	• Captação de chuva
	• Evitar a evapotransp. das massas de água	• Utilizar vegetação adaptada ao clima quente e seco
• evitar a perda de calor; • facilitar a radiação; • reduzir ganhos por condução;	• Utilizar veget. com espécies adaptadas à região, resistindo aos longos períodos de estiagem	• Utilizar vegetação adaptada ao clima quente e seco
	• Utilizar vegetação com copa perene	• Utilizar vegetação adaptada ao clima quente e seco

Fonte: Olgyay (1973). Adaptação do Autor (2016).

8. RESULTADOS ESPERADOS

Como resultado principal deste trabalho, espera-se desenvolver uma visão bioclimática para com a forma urbana, contribuindo como base para futuros projetos e planejamentos urbanos do clima Quente-Seco. Neste sentido,

pretende-se contribuir para um melhor desenvolvimento de áreas urbanas em regiões semelhantes às trabalhadas na presente pesquisa, ao passo que poderá influenciar nos planos diretores desenvolvidos para municípios similares, podendo fornecer uma maior qualidade de vida para a população destas regiões. Também, pretende-se implantar reflexões relacionadas ao tema em alunos da graduação, disseminando o conhecimento, influenciando os mesmos a implantar estas teorias nas suas práticas profissionais. Além disso, obter conhecimentos práticos relacionados a softwares de dinâmica dos fluidos, simulação bioclimática, e de modelagem paramétrica, com o intuito de futuramente utilizar estes conhecimentos na prática profissional. Por fim, pretende-se aprimorar os conhecimentos relacionados aos temas de urbanismo e bioclimatismo, para futuramente aplicá-los em um estudo de Doutorado. Em relação aos objetivos concretos, pretende-se obter a publicação de pelo menos dois artigos relacionados aos temas de conforto, bioclimatismo, sustentabilidade, morfologia urbana ou simulação bioclimática.

9. REFERÊNCIAS

ACIOLY, Claudio. DAVIDSON. **Densidade urbana: Um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

ALEXANDER, Christopher. **Uma Linguagem De Padrões**. 1ª ed.. Oxford: Oxford University Press, 1977.

BAGNATI, Mariana Moura. **Zoneamento Bioclimático e Arquitetura Brasileira: Qualidade do Ambiente Construído**. Porto Alegre: UFRS, 2013.

BARBOSA, Gisele S.. ROSSI. DRACH. **Análise de Projeto Urbano a partir de parâmetros urbanos sustentáveis: alteração morfológica de Copacabana e algumas de suas consequências climáticas (1930-1950-2010)**. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), v. 6, n. 3, p. 275-287, set./dez. 2014.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F.. **Áreas Verdes: um estudo de revisão e proposta conceitual**. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.6, n.3, p.172-188, 2011.

BRANCO, Lorena Mileib Burgos Castelo. **Microclimas Urbanos No Plano Piloto De Brasília: O Caso Da Superquadra 108 Sul**. Dissertação de Mestrado, FAU – UnB. Brasília, 2009.

CORBELLA, Oscar. CORNER. **Manual De Arquitetura Bioclimatica Tropical Para A Redução De Consumo Energetico**. 1ª ed.. Rio de Janeiro: Revan, 2011.

CORBELLA, Oscar. YANNAS. **Em Busca De Uma Arquitetura Sustentável Para Os Trópicos: Conforto Ambiental**. 2ª ed. rev. e ampl.. Rio de Janeiro: Revan, setembro, 2009.

CRESWELL, John W.. **Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e misto**; tradução Luciana de Oliveira da Rocha. - 2. ed.. Porto Alegre: Artmed, 2007.

DIAS, Carlos. COSTA. LEITE. SILVA. TRINDADE. PEREIRA. PROENÇA. FERNANTES. MONTEYS. **Cadernos de Morfologia Urbana: Estudos Da Cidade Portuguesa - Os Elementos Urbanos**. Lisboa, Portugal: Rainho e Neves, Lda, 2013.

DUARTE, Denise Helena Silva. SERRA. **Padrões De Ocupação Do Solo E Microclimas Urbanos Na Região De Clima Tropical Continental Brasileira: Correlações E Proposta De Um Indicador**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 3, n. 2, p. 7-20, abr. /jun. 2003.

GEHL, Jan. **Cidades para Pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 1936.

GERHARD, Tatiana Engel. SILVEIRA. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GOUVÊA, Luiz Alberto. **Biocidade - Conceitos e Critérios Para Um Desenho Ambiental Urbano, Em Localidades de Clima Tropical De Planalto**. São Paulo: Nobel, 2002.

HIGUERAS, Ester. **Urbanismo Bioclimático**. Barcelona . ed. Gustavo Gili SL, 2006.

IZARD, Jean-Louis. GUYOT. **Arquitectura Bioclimática**. Barcelona . ed. Gustavo Gili, 1987.

LAMAS, José. **Morfologia Urbana E Desenho Da Cidade**. Porto: ORGAImpressoras, 2004.

LAMBERTS, Roberto. DUTRA. PEREIRA. **Eficiência Energética Na Arquitetura**. São Paulo: PW, 1997.

NAKATA, Camila Mayumi. **Comportamento Do Pedestre E Ambiente Térmico Urbano**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Bauru, 2010.

NOGUEIRA, Aline Maria Pereira. **Configuração Urbana E Microclimas: Estudo Em Loteamento Horizontal De Maceió-Alagoas**. Dissertação de Mestrado, FAU – UFAL. Maceió, 2011.

OLGYAY, Victor. **Arquitectura y Clima: Manual De Diseño Bioclimático Para Arquitectos y Urbanistas**. Barcelona: Gustavo Gili S.A., 1973.

OLIVEIRA, Andreia Cardozo de. **A Influência Das Recomendações De Zoneamento Bioclimático Brasileiro No Desempenho Térmico Da Envoltória De Edifícios De Interesse Social Nos Municípios Da Paraíba**. 2013. 2009 f. Dissertação (mestrado em arquitetura e urbanismo) – PPGAU, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

REGO, Renato L.. MENEGUETTI. **A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade**. Maringá, v. 33 n. 2, p. 123-127, 2011.

ROMERO, Marta A. B. **Princípios Bioclimáticos Para O Desenho Urbano**. Brasil, Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013.

ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho. NOGUEIRA. CALLEJAS. DURANTE. KUHNEN. NOGUEIRA. **Efeitos De Telhados Vegetados No Conforto Térmico De Pedestres: Simulação Pelo Software Envi-met**: ENTAC. 2014.

SERRA, Geraldo Gomes. **Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo: Guia Prático Para o Trabalho de Pesquisadores em Pós-graduação**. Ed. USP, 2006.

SILVA, Caio Frederico e. **Caminhos Bioclimáticos: Desempenho Ambiental de Vias Públicas Na Cidade De Terezina-PI**. Dissertação de Mestrado, FAU – UnB. Brasília, 2009.

SILVA, Caio Frederico e. **Conforto Térmico De Cavidades Urbanas: Contexto Climático Do Distrito Federal**. Tese de Doutorado, FAU – UnB. Brasília, 2013.

SILVA, Geovany J. de A.. SILVA, S. E.. **Dispersão E Morfologia Das Cidades: Dimensões E Limites Da Sustentabilidade Urbana**. Portugal, Pluris. 2014.

TALEGHANI, Mohammad. KLEEREKOPER. TENPIERIK. DOBBELSTEEN. **Outdoor thermal comfort within five different urban forms in the Netherlands: Building and Environment**. 2014.

TOPCU, Mehmet. SOUTHWORTH. **A Comparative Study Of The Morphological Characteristics Of Residential Areas In San Francisco**. 2ITU A | Z , _____, v. 11, nº 2, p. 173-189, maio 2014.

VITRÚVIO, Marcos. **Tratado De Arquitetura**. Martins Fontes, 2007.

PEREIRA, Adjailton. **Blog do Adjailton Pereira**, 2016. Disponível em: <<http://blogdoadjailtonpereira.com.br>>. Acesso em: 08 out. 2016

_____. **Rádio Espinharas**, 2016. Disponível em: <<http://www.radioespinharas.com.br>>. Acesso em: 08 out. 2016.

_____. **IBGE**, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 out. 2016.

LIMA, Erivando. **Típico do interior, costume de sentar na calçada de casa para conversar está ameaçado pela insegurança**, 2015. Disponível em: <<http://erivandolimareporter.blogspot.com.br>>. Acesso em: 08 out. 2016.

_____. **Hospital São Francisco na cidade de Patos**, 2015. Disponível em:
<<http://mapio.net>>. Acesso em: 08 out. 2016.

_____. **Hospital Regional da cidade de Patos**, 2015. Disponível em:
<<http://patosonline.com>>. Acesso em: 08 out. 2016.

_____. **Maternidade da Cidade de Patos**, 2015. Disponível em:
<<http://patosonline.com>>. Acesso em: 08 out. 2016.

Disponível em: <<http://www.envi-met.com>>. Acesso em: 08 out. 2016.

SOUSA, Romildo. **FUNES – Fundação Ernani Sátiro**, 2003. Disponível em:
<<http://www.funes.pb.gov.br/a-cidade-de-patos/>>. Acesso em: 12 nov.
2014.

_____. **Dados Climáticos da Cidade de Patos-PB**, 2016. Disponível
em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 08 out. 2016.

10. APÊNDICE

Apêndice 1 - Norma Urbanística de Patos-PB para edificações em terrenos e lotes.

CAPITULO III - DAS EDIFICAÇÕES EM TERRENOS E LOTES

SEÇÃO I - DOS LOTES

Art. 102 – Só se permitirá edificações em terrenos e lotes que satisfaçam às seguintes condições:

I – tratando-se de terreno que tenha frente para logradouro público constante da planta cadastral da cidade;

II - Tratando-se do lote que conste do plano de loteamento aprovado pela Prefeitura e respeitada a legislação Federal vigente, tenha frente para logradouro reconhecido por ato do Executivo Municipal.

Art. 103 – Nenhum lote será admitido com área inferior a 300m² (trezentos metros quadrados) e testada inferior a 12m (doze metros), ressalvadas as exceções previstas neste Código.

Parágrafo Único – Os terrenos baldios e lotes existentes antes da vigência deste Código, bem como os terrenos resultantes de demolição, serão aceitos, podendo ser edificados com as dimensões de seu Título, observadas as disposições deste Código.