

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
DOUTORADO CIDADES**

TESE DE DOUTORADO

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DO PEITORIL VENTILADO
NA VENTILAÇÃO NATURAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

Melyna de Almeida Lamenha Nascimento

**MACEIÓ
2021**

MELYNAL DE ALMEIDA LAMENHA NASCIMENTO

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DO PEITORIL VENTILADO
NA VENTILAÇÃO NATURAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, para obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof. Leonardo Bittencourt, PhD.

MACEIÓ

2021

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

N244i Nascimento, Melyna de Almeida Lamenha.

A influência de diferentes configurações do peitoril ventilado na ventilação natural de habitação de interesse social / Melyna de Almeida Lamenha
Nascimento. – 2021.

321 f. : il. color.

Orientador: Leonardo Bittencourt.

Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2021.

Bibliografia: f. 120-128.

Apêndices: f. 129-321.

1. Peitoril ventilado. 2. Ventilação natural. 3. Habitação popular. 4. Simulação (Computadores). I. Título.

CDU: 728.222

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

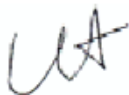
Melyna de Almeida Lamenha Nascimento

**A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DO PEITORIL VENTILADO
NA VENTILAÇÃO NATURAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, para obtenção do título de Doutora em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovação em: 29 / 03 / 2021

BANCA EXAMINADORA



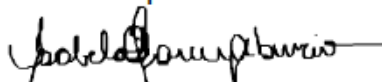
Presidente e orientador: Prof. Dr. Leonardo Salazar Bittencourt
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFAL



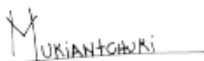
Examinador interno: Prof. Dra. Juliana Oliveira Batista
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFAL



Examinador interno: Prof. Dra. Maria Lúcia Oiticica
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UFAL



Examinador externo: Prof. Dra. Isabela da Silva Passos Tibúrcio
Campus de Engenharias e Ciências Agrárias – UFAL



Examinador externo: Prof. Dra. Marieli Azoia Lukiantchuki
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – UEM

Com amor, aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

Sou grata ao meu Deus por ser o meu maior auxílio.

Ao meu marido Thiago, por todo o seu cuidado, carinho, apoio, bom humor constantes e por realizar comigo o sonho de ter um filho.

Ao meu filho Júlio, que nos trouxe esperança em meio à pandemia da COVID-19 e durante o desenvolvimento desta pesquisa. Desde o ventre e agora em meus braços, me faz sonhar com o nosso futuro.

Aos meus familiares, amigos e irmãos em Cristo, que me incentivam a ir adiante.

Ao meu orientador, professor e amigo, Leonardo Bittencourt, por compartilhar o seu conhecimento de maneira tão despretensiosa e humilde, tendo as medidas certas de cobrança e compreensão.

À professora Juliana Oliveira por me permitir usar licença atualizada do PHOENICS e pelo auxílio junto ao suporte do programa.

Aos professores, companheiros de trabalho, colegas de turma e alunos que me motivam a ser alguém melhor todos os dias.

Ao Grupo de Estudos em Conforto Ambiental-GECA, ao Laboratório de Conforto Ambiental-LabConf e à Universidade Federal de Alagoas-UFAL pela estrutura e equipamentos disponibilizados para a realização deste trabalho.

“A recompensa da humildade e o temor a Deus são riquezas, honra e vida.” Pv 22.4

RESUMO

O potencial da ventilação natural no Brasil tem sido pouco explorado nas edificações, apesar desta ser considerada uma das principais estratégias bioclimáticas indicadas na promoção do conforto térmico e eficiência energética. Diversas são as variáveis que interferem no padrão da ventilação natural interna dos ambientes e existem poucos estudos sobre o uso de dispositivos para o incremento da ventilação natural em Habitações de Interesse Social – HIS. Este trabalho teve como objetivo analisar o comportamento da ventilação natural no interior dos ambientes de um modelo de edificação térrea unifamiliar de interesse social, utilizando-se de peitoris ventilados com diferentes configurações da aleta de fechamento. As análises paramétricas foram realizadas por meio de um programa de simulação computacional intitulado PHOENICS, que utiliza a Dinâmica dos Fluidos Computacional – CFD. Foram simulados 64 modelos resultantes da variação de 8 incidências do vento, duas velocidades do vento, sendo 2m/s e 4m/s, três posicionamentos da aleta de fechamento do peitoril ventilado e cenários de uso para o dia e para a noite. O cenário de uso para o dia com janelas, portas internas e peitoris ventilados abertos e o cenário para a noite com janelas fechadas e portas internas e peitoris ventilados abertos. Para a análise dos resultados, foram extraídas 256 imagens de visualização em planta, em diferentes alturas, conforme a posição dos ocupantes em cada ambiente, sendo 0,60m para o usuário deitado, 0,80m sentado, 1,20m em pé e 1,60m na altura do centro da janela. Também foram extraídas 144 imagens em corte dos modelos com peitoril ventilado. Os resultados foram divididos em duas partes. A primeira parte, sendo do projeto original, mostrou que dentre 8 incidências de vento 4 são mais favoráveis à ventilação interna das residências nos aspectos velocidade, distribuição e sentido do fluxo de vento. A segunda parte inclui a análise segundo à posição da aleta de fechamento do peitoril ventilado e a análise da influência do ângulo de incidência e velocidade do vento. Os resultados mostram que todos os modelos do projeto original apresentaram velocidade do vento no centro dos ambientes inferior a 0,6m/s e após a inserção do peitoril ventilado, 18,75% dos modelos alcançaram velocidade do vento central igual ou superior a 0,6m/s. Evidencia-se o mau desempenho relativo à ventilação natural do modelo de HIS utilizado. A posição horizontal da aleta de fechamento do peitoril ventilado direciona o fluxo de vento mais intenso ao fundo do ambiente e permite maior área de abertura efetiva para ventilação de 0,4m². A posição para cima não produziu um fluxo de vento ascendente ao longo do ambiente e a posição para baixo direciona o fluxo de ar para as regiões mais baixas. Por fim, apresenta-se recomendações para o uso do peitoril ventilado nas habitações.

Palavras-chave: Peitoril ventilado; Ventilação natural; Habitação de interesse social; Simulação computacional.

ABSTRACT

The potential of natural ventilation has not been well explored in buildings, although it being one of the main bioclimatic strategies indicated to promote thermal comfort and energy efficiency. There are several variables that interfere in pattern of internal ventilation of environments and there are few studies about the use of devices to increasing natural ventilation in Habitation of Social Interest – HIS. This work aimed to analyze the behavior of natural ventilation inside the environments of a single-family building model of social interest, using “ventilative sills” with different closing flap configurations. The parametric analysis were made by a software of computer simulation named PHOENICS, that uses Computational Fluid Dynamics – CFD. 64 models were simulated resulting from the variation of 8 incidences of the wind, two wind speeds, being 2m / s and 4m / s, three positions of the closing flap of the ventilated sill and scenarios of use for the day and for the night. The use scenario for the day with open windows, internal doors and ventilated sills and the scenario for the night with closed windows and open internal doors and ventilated sills. For the analysis of the results, 256 images of visualization in plan were extracted, in different heights, according to the position of the occupants in each environment, being 0.6m for the user lying down, 0.8m sitting, 1.20m standing and 1.6m at the height of the center of the window. 144 sectional images of the models with “ventilative sill” were also extracted. The results were divided in two parts. The first part, being from the original project, showed that out of 8 incidences of wind 4 are more favorable to internal ventilation of houses, in terms of speed, distribution and wind flow direction. The second part includes the analysis according to the position of the closing flap of the “ventilative sill” and the analysis of the influence of the angle of incidence and wind speed. The results show that all models of the original design had a wind speed in the center of the environments below 0.6m / s and after the insertion of the ventilated sill, 18.75% of the models reached a central wind speed equal to or greater than 0.6m /s. The poor performance related to the natural ventilation of the HIS model used is evident. The horizontal position of the ventilative sill’s closing flap directs the most intense wind flow to the bottom of the room and allows a larger effective opening area for ventilation of 0.4m². The up position did not produce an upward wind flow throughout the environment and the down position directs the air flow to the lower regions. Finally, recommendations are made for the use of ventilated sills in homes.

Keywords: “Ventilative sill”; Natural ventilation; Habitation of social interest; Computational simulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Peitoril ventilado, corte esquemático.	31
Figura 2 - Diferença de pressão entre aberturas de entrada e aberturas de saída do vento.	37
Figura 3 - Comportamento do vento no entorno de diferentes formas de edifícios.	38
Figura 4 - Fluxo de vento através de ambientes com diferentes partições internas.	39
Figura 5 - Ventilação cruzada no ambiente em planta baixa.	40
Figura 6 - Ventilação cruzada na edificação em corte.	40
Figura 7 - Velocidade interna média em função da relação entre as aberturas de entrada de saída do ar, para incidências do vento de 45° e 90°.	41
Figura 8 - Efeito da localização da abertura na fachada.	42
Figura 9 - Corte no centro da sala com abertura de entrada na faixa média e abertura de saída na faixa alta, aberturas de 1/5 da área do piso e incidência do vento a 90°.	42
Figura 10 - Área efetiva para ventilação conforme a forma de abrir das esquadrias.	43
Figura 11 - Tipologias de esquadrias mais conhecidas no mercado brasileiro.	44
Figura 12 - Torre de vento em corte.	45
Figura 13 - (a) Perspectiva do protótipo em conjunto habitacional e (b) torre com dutos de ventilação conectados com os ambientes internos.	46
Figura 14 - Shed “dente de serra”. Centro médico Kathleen Kilgour, Nova Zelândia.	46
Figura 15 - Anteparos externos criando diferença de pressão entre aberturas.	47
Figura 16 - Corte esquemático de um dormitório com peitoril ventilado.	48
Figura 17 - Esquema do insuflamento de ar em um ambiente sem peitoril ventilado (a) e outro com peitoril ventilado(b).	48
Figura 18 - Déficit habitacional total brasileiro estimado de 2015, segundo unidades da federação.	50
Figura 19 - Cortiço na Rua da Abolição, São Paulo. Fotografia da Folha de São Paulo, aproximadamente da década de 1930.	52
Figura 20 - Conjunto Castelo Branco, Santos/SP, foto do início de 1970.	53
Figura 21 - (a) Residencial Paraíso, Pelotas/RS; (b) Residencial Mayra, Maceió/AL.	54

Figura 22 - (a) Parque das Aldeias, Guarulhos/SP; (b) Residencial Nulce Pereira, Alagoinhas/BA.	56
Figura 23 - (a) Residencial Cristal da Calama, Porto Velho/RO; (b) Loteamento Alameda, Januária/MG.	56
Figura 24 - Sistema de aquecedores solares em habitações de Itápolis/SP.	66
Figura 25 - Dimensões e posições da aleta de fechamento adotadas para o peitoril ventilado.	70
Figura 26 - Exemplo de utilização do PHOENICS no módulo Flair, ambiente com luz solar direta.	73
Figura 27 - (a) Ambiente de pré-processamento, (b) janela de processamento e (c) e ambiente de pós-processamento no PHOENICS.	74
Figura 28 - Planta baixa e perspectiva externa do modelo de residência utilizado para as simulações computacionais.	75
Figura 29 - (a) Modelo do projeto original; (b) Modelo com peitoril ventilado.	77
Figura 30 - Partes do peitoril ventilado.	77
Figura 31 - Dimensões do peitoril ventilado.	78
Figura 32 - Posições do fechamento pivotante. Representação esquemática.	78
Figura 33 - Incidências do vento. (a) Modelo original; (b) Modelo com peitoril ventilado.	80
Figura 34 - Destaque em azul para o gradiente de vento determinado por meio da configuração do objeto Wind.	87
Figura 35 - Ambiente de configuração da malha.	88
Figura 36 - Janela do monitoramento das simulações.	88
Figura 37 - Escala de velocidades do vento e gráfico de campos de cores e vetores.	89
Figura 38 - Planta extraída do programa e adaptada para apresentação. Altura de análise 0,80m.	90
Figura 39 - Alturas de análise conforme a posição dos ocupantes.	91
Figura 40 - Planta baixa do modelo com os pontos de análise da velocidade do vento.	91
Figura 41 - Projeto original, incidência do vento 4, altura de 1,60m, 2m/s e 4m/s.	93
Figura 42 - Projeto original, incidências do vento 4 e 7, altura de 1,60m, 4m/s.	94
Figura 43 - Projeto original, incidência do vento 1, altura de 0,80m, 2m/s e 4m/s.	95
Figura 44 - Projeto original, incidência do vento 2, altura de 0,80m, 2m/s e 4m/s.	95

Figura 45 - Dormitórios do projeto original na incidência do vento 3, altura de 0,60m.	96
Figura 46 - Projetos original e com peitoril ventilado, incidência do vento 4, altura de 0,60, 4m/s.	98
Figura 47 - Percentual de salas/cozinhas por faixas de velocidades do vento.	100
Figura 48 - Percentual de dormitórios 1 por faixas de velocidades do vento.	100
Figura 49 - Percentual de dormitórios 2 por faixas de velocidades do vento.	101
Figura 50 - Vento externo, modelo JAPH, incidência do vento 1, com velocidade de 4m/s.	111
Figura 51 - Vetores em linhas contínuas, modelo JAPH, incidência do vento 1, com velocidade de 4m/s.	111

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais variáveis da ventilação natural das edificações.....	36
Quadro 2 - Coeficientes de rugosidade do terreno.	38
Quadro 3 - Recomendações para ventilação natural conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005).....	59
Quadro 4 - Trabalhos sobre peitoril ventilado no Brasil, em ordem cronológica.	69
Quadro 7 - Características construtivas da residência.	76
Quadro 8 - Variáveis de simulação.	76
Quadro 9 - Velocidades médias anuais do vento das capitais brasileiras.	79
Quadro 10 - Matriz de simulação do projeto original, velocidade do vento de 2m/s.	81
Quadro 11 - Matriz de simulação do projeto original, velocidade do vento de 4m/s.	82
Quadro 12 - Matriz de simulação de modelos com peitoril ventilado, configuração para o dia.	83
Quadro 13 - Matriz de simulação de modelos com peitoril ventilado, configuração para noite.	84
Quadro 5 - Dimensões calculadas para o domínio dos modelos de simulação.	85
Quadro 6 - Coeficientes de rugosidade do terreno adotados.	87
Quadro 14 - Percentual de ambientes por faixas de velocidade do vento dos modelos do projeto original, com incidências 1 a 8 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.	99
Quadro 15 - Percentual de ambientes por faixas de velocidade do vento dos modelos do projeto com peitoril ventilado, com incidências 1 a 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.	99
Quadro 16 - JFPH, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.	102
Quadro 17 - JAPH, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.	103
Quadro 18 - JFPC, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.	104
Quadro 19 - JAPC, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.	104

Quadro 20 - JFPB, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.	105
Quadro 21 - JAPB, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.	106
Quadro 22 – Sala/cozinha, modelo JAPH, I1, velocidade de 4m/s, planta a 0,80m e corte AB.	107
Quadro 23 - Sala/cozinha, modelo JAPC, I1, velocidade de 4m/s, planta a 0,80m e corte AB.	108
Quadro 24 - Sala/cozinha, modelo JAPB, I1, velocidade de 4m/s, planta a 0,80m e corte AB.	109
Quadro 25 - Detalhes em planta e corte do comportamento do vento na parede externa da sala de estar do modelo JAPH, I1, com velocidade de 4m/s, planta a 0,80m e corte AB.	110
Quadro 26 - JFPH, I3, velocidade do vento de 4m/s, planta a 0,60m e corte CC'.	112
Quadro 27 - Velocidades do vento no centro dos ambientes dos modelos, JAPH.	113
Quadro 28 - Modelos com velocidade do vento central acima de 0,6m/s.	114
Quadro 29 - JÁPC, I2, velocidade do vento 4m/s, planta a 1,20m de altura e corte BB'	115
Quadro 30 - Projeto original, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.	130
Quadro 31 - Projeto original, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.	131
Quadro 32 - Projeto original, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.	132
Quadro 33 - Projeto original, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.	133
Quadro 34 - Projeto original, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.	134
Quadro 35 - Projeto original, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.	135
Quadro 36 - Projeto original, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.	136
Quadro 37 - Projeto original, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.	137

Quadro 38 - Projeto original, incidência do vento 5, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	138
Quadro 39 - Projeto original, incidência do vento 5, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	139
Quadro 40 - Projeto original, incidência do vento 6, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	140
Quadro 41 - Projeto original, incidência do vento 6, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	141
Quadro 42 - Projeto original, incidência do vento 7, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	142
Quadro 43 - Projeto original, incidência do vento 7, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	143
Quadro 44 - Projeto original, incidência do vento 8, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	144
Quadro 45 - Projeto original, incidência do vento 8, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	145
Quadro 46 - Projeto original, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	146
Quadro 47 - Projeto original, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	147
Quadro 48 - Projeto original, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	148
Quadro 49 - Projeto original, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	149
Quadro 50 - Projeto original, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	150
Quadro 51 - Projeto original, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	151
Quadro 52 - Projeto original, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	152
Quadro 53 - Projeto original, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	153
Quadro 54 - Projeto original, incidência do vento 5, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	154

Quadro 55 - Projeto original, incidência do vento 5, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	155
Quadro 56 - Projeto original, incidência do vento 6, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	156
Quadro 57 - Projeto original, incidência do vento 6, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	157
Quadro 58 - Projeto original, incidência do vento 7, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	158
Quadro 59 - Projeto original, incidência do vento 7, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	159
Quadro 60 - Projeto original, incidência do vento 8, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	160
Quadro 61 - Projeto original, incidência do vento 8, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	161
Quadro 62 - JAPH, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	162
Quadro 63 - JAPH, incidência de vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	163
Quadro 64 - Cortes, JAPH, incidência de vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	164
Quadro 65 - JAPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	165
Quadro 66 - JAPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	166
Quadro 67 - Cortes, JAPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	167
Quadro 68 - JAPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	168
Quadro 69 - JAPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	169
Quadro 70 - Cortes, JAPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	170
Quadro 71 - JAPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	171

Quadro 72 - JAPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	172
Quadro 73 - Cortes, JAPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	173
Quadro 74 - JAPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	174
Quadro 75 - JAPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	175
Quadro 76 - Cortes, JAPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	176
Quadro 77 - JAPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	177
Quadro 78 - JAPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	178
Quadro 79 - Cortes, JAPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	179
Quadro 80 - JAPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	180
Quadro 81 - JAPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	181
Quadro 82 - Cortes, JAPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	182
Quadro 83 - JAPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	183
Quadro 84 - JAPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	184
Quadro 85 - Cortes, JAPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	185
Quadro 86 - JAPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	186
Quadro 87 - JAPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	187
Quadro 88 - Cortes, JAPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	188

Quadro 89 - JAPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	189
Quadro 90 - JAPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	190
Quadro 91 - Cortes, JAPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	191
Quadro 92 - JAPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	192
Quadro 93 - JAPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	193
Quadro 94 - Cortes, JAPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	194
Quadro 95 - JAPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	195
Quadro 96 - JAPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	196
Quadro 97 - Cortes, JAPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	197
Quadro 98 - JAPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	198
Quadro 99 - JAPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	199
Quadro 100 - Cortes, JAPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	200
Quadro 101 - JAPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	201
Quadro 102 - JAPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	202
Quadro 103 - Cortes, JAPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	203
Quadro 104 - JAPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	204
Quadro 105 - JAPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	205

Quadro 106 - Cortes, JAPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	206
Quadro 107 - JAPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	207
Quadro 108 - JAPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	208
Quadro 109 - Cortes, JAPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	209
Quadro 110 - JAPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	210
Quadro 111 - JAPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	211
Quadro 112 - Cortes, JAPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	212
Quadro 113 - JAPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	213
Quadro 114 - JAPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	214
Quadro 115 - Cortes, JAPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	215
Quadro 116 - JAPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	216
Quadro 117 - JAPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	217
Quadro 118 - Cortes, JAPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	218
Quadro 119 - JAPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	219
Quadro 120 - JAPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	220
Quadro 121 - Cortes, JAPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	221
Quadro 122 - JAPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	222

Quadro 123 - JAPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	223
Quadro 124 - Cortes, JAPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	224
Quadro 125 - JAPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	225
Quadro 126 - JAPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	226
Quadro 127 - Cortes, JAPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	227
Quadro 128 - JAPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	228
Quadro 129 - JAPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	229
Quadro 130 - Cortes, JAPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	230
Quadro 131 - JAPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	231
Quadro 132 - JAPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	232
Quadro 133 - Cortes, JAPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	233
Quadro 134 - JFPH, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	234
Quadro 135 - JFPH, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	235
Quadro 136 - Cortes, JFPH, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	236
Quadro 137 - JFPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	237
Quadro 138 - JFPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	238
Quadro 139 - Cortes, JFPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	239

Quadro 140 - JFPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	240
Quadro 141 - JFPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	241
Quadro 142 - Cortes, JFPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	242
Quadro 143 - JFPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	243
Quadro 144 - JFPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	244
Quadro 145 - Cortes, JFPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	245
Quadro 146 - JFPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	246
Quadro 147 - JFPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	247
Quadro 148 - Cortes, JFPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	248
Quadro 149 - JFPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	249
Quadro 150 - JFPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	250
Quadro 151 - Cortes, JFPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	251
Quadro 152 - JFPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	252
Quadro 153 - JFPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	253
Quadro 154 - Cortes, JFPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	254
Quadro 155 - JFPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	255
Quadro 156 - JFPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	256

Quadro 157 - Cortes, JFPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	257
Quadro 158 - JFPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	258
Quadro 159 - JFPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	259
Quadro 160 - Cortes, JFPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	260
Quadro 161 - JFPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	261
Quadro 162 - JFPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	262
Quadro 163 - Cortes, JFPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	263
Quadro 164 - JFPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	264
Quadro 165 - JFPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	265
Quadro 166 - Cortes, JFPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	266
Quadro 167 - JFPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	267
Quadro 168 - JFPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	268
Quadro 169 - Cortes, JFPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	269
Quadro 170 - JFPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	270
Quadro 171 - JFPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	271
Quadro 172 - Cortes, JFPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	272
Quadro 173 - JFPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	273

Quadro 174 - JFPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	274
Quadro 175 - Cortes, JFPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	275
Quadro 176 - JFPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	276
Quadro 177 - JFPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	277
Quadro 178 - Cortes, JFPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	278
Quadro 179 - JFPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	279
Quadro 180 - JFPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	280
Quadro 181 - Cortes, JFPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	281
Quadro 182 - JFPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	282
Quadro 183 - JFPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	283
Quadro 184 - Cortes, JFPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	284
Quadro 185 - JFPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	285
Quadro 186 - JFPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	286
Quadro 187 - Cortes, JFPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	287
Quadro 188 - JFPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	288
Quadro 189 - JFPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	289
Quadro 190 - Cortes, JFPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	290

Quadro 191 - JFPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	291
Quadro 192 - JFPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	292
Quadro 193 - Cortes, JFPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	293
Quadro 194 - JFPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	294
Quadro 195 - JFPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	295
Quadro 196 - Cortes, JFPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	296
Quadro 197 - JFPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	297
Quadro 198 - JFPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	298
Quadro 199 - Cortes, JFPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	299
Quadro 200 - JFPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	300
Quadro 201 - JFPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	301
Quadro 202 - Cortes, JFPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	302
Quadro 203 - JFPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.....	303
Quadro 204 - JFPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.....	304
Quadro 205 - Cortes, JFPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.....	305

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Recomendações para ventilação natural conforme a NBR 15575-4 (ABNT, 2013).	61
Tabela 2 - Necessidade de ventilação natural de algumas cidades brasileiras.	62
Tabela 3 - Consumo de energia do setor residencial de 2009 a 2018.....	64

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gradiente de vento para diferentes tipos de terreno.	38
Gráfico 2 - Efeito da forma da abertura em função do ângulo de incidência do vento.	44
Gráfico 3 - Consumo de eletricidade por setor.	65

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Altura de referência.	86
Equação 2 - Velocidade média do vento conforme o gradiente de vento.	86

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	29
1.1 Objetivos	33
1.1.1 Objetivo geral	33
1.1.2 Objetivos específicos.....	33
1.2 Estrutura do trabalho	34
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL	35
2.1 Ventilação natural e Arquitetura	35
2.1.1 Principais variáveis que influenciam o padrão da ventilação natural nas edificações .	35
2.1.1.1 Variáveis relacionadas à abertura para ventilação natural.....	39
2.1.1.2 Dispositivos para o incremento da ventilação natural	45
2.2 HIS no Brasil.....	49
2.2.1 O déficit habitacional brasileiro e a HIS	49
2.2.2 Programas habitacionais recentes	53
2.2.3 Padronização das unidades habitacionais de interesse social	57
2.3 Conforto térmico e eficiência energética na HIS	58
2.3.1 Conforto térmico em HIS.....	58
2.3.2 Eficiência energética em HIS.....	64
2.4 Principais estudos sobre o peitoril ventilado.....	68
3 MÉTODO	72
3.1 Análises paramétricas de diferentes configurações do peitoril ventilado.....	72
3.1.1 O <i>Software</i> utilizado	72
3.1.2 Descrição dos modelos de simulação.....	74
3.1.3 Construção das matrizes de simulação	80
3.1.4 Configurações da simulação no <i>software</i> PHOENICS	84
3.1.5 Parâmetros de análise dos resultados	90
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93

4.1 Resultados do projeto original	93
4.2 Resultados do projeto com peitoril ventilado	97
4.2.1 Resultados quanto à posição do fechamento do peitoril ventilado	101
4.2.1.1 Posição horizontal da aleta	102
4.2.1.2 Posição da aleta voltada para cima	103
4.2.1.3 Posição da aleta voltada para baixo	105
4.2.2 Resultados quanto à incidência e velocidade do vento	106
4.2.2.1 Incidência do vento	107
4.2.2.2 Velocidade do vento	112
4.3 Recomendações para o uso do peitoril ventilado nas habitações	115
5 CONCLUSÕES	117
5.1 Principais resultados e contribuições	117
5.2 Limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros	118
REFERÊNCIAS	120
APÊNDICE A - RESUMO DOS RESULTADOS	129
I. Projeto original	130
II. Projeto com peitoril ventilado	162
i. Janelas abertas e fechamento pivotante horizontal do peitoril ventilado - JAPH	162
ii. Janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado pivotante voltado para cima com ângulo de 30° - JAPC	186
iii. Janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado pivotante voltado para baixo com ângulo de 30° - JAPB	210
iv. Janelas fechadas e fechamento horizontal do peitoril ventilado - JFPH	234
v. Janelas fechadas e fechamento do peitoril ventilado pivotante voltado para cima com ângulo de 30° - JFPC	258
vi. Janelas fechadas e fechamento do peitoril ventilado pivotante voltado para baixo com ângulo de 30° - JFPB	282
APÊNDICE B - VELOCIDADES DO VENTO POR PONTOS DE ANÁLISE	306

1 INTRODUÇÃO

A prática que considera os fatores climáticos locais na concepção dos projetos chama-se arquitetura bioclimática, mas esta não deve ser entendida como um tipo de arquitetura. Na realidade, toda arquitetura deve ser planejada considerando o clima local. A arquitetura é o que une as necessidades humanas às condicionantes do clima no qual a edificação é erguida (VIGGIANO, 2001).

É extremamente importante que as edificações sejam elaboradas e adaptadas às necessidades climáticas locais, mas atualmente os “novos edifícios são vistos como pouco mais que meros produtos [...]”. A busca do lucro determina suas formas, qualidades e desempenhos” (ROGERS, 2005, p.67).

A ventilação natural é um condicionante climático que pode ser utilizado como meio de resfriamento passivo. O efeito de resfriamento do ar interno por meio dos ventos dominantes locais é a principal estratégia para promover o conforto¹ térmico em edificações de climas quentes e úmidos (AYNSLEY, 1999; FROTA; SCHIFFER, 2007).

Atualmente as normas brasileiras indicam um percentual de aberturas para ventilação tomando como referência apenas a área do piso dos ambientes, mas a ventilação natural depende da configuração da edificação como um todo e não apenas da área de piso dos ambientes.

Existe a necessidade do estudo aprofundado dos diversos aspectos do comportamento da ventilação natural, diante de suas variáveis, para que as recomendações das normas brasileiras sejam determinadas de forma adequada.

O movimento do ar no interior dos ambientes é causado pela diferença de pressão entre as aberturas de entrada e saída do vento. Essa diferença de pressão ocorre pela ação dos ventos em torno da edificação criando zonas de sobrepressão e subpressão (BOWER, 1995).

O calor produzido pelo corpo humano e suas atividades, o calor de equipamentos e o calor proveniente da radiação solar sobre a edificação, acumulados nos ambientes, podem ser removidos dependendo da velocidade e temperatura do ar interno, promovendo o conforto térmico (GIVONI, 1998).

¹ “Uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico” (FANGER, 1972).

A ventilação noturna também auxilia na promoção do conforto térmico, quando o vento externo se encontra em temperaturas mais baixas, removendo o calor acumulado nos componentes construtivos do edifício durante a noite, resfriando os ambientes nos períodos em que há maior ocupação (GIVONI, 1998).

O aproveitamento da ventilação natural torna-se uma alternativa de baixo custo para promover o conforto térmico e a eficiência energética das edificações, porque não necessita do consumo de energia elétrica.

No Brasil, o governo tem motivado a conservação de energia elétrica por meio do uso de estratégias projetuais, que melhorem os níveis de eficiência energética das edificações.

Os Regulamentos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (BRASIL, 2010) e de Edifícios Residenciais – RTQ-R (BRASIL, 2012) foram desenvolvidos em resposta ao consumo excessivo de energia elétrica no país.

Os regulamentos, ou critérios para a etiquetagem “devem ser utilizados como referências auxiliares, mas não determinantes na escolha de materiais e sistemas construtivos”. A proposta de cada projeto deve ser fruto de escolhas específicas, únicas e originais (GOULART, 2008, p. 2).

A diminuição do consumo de energia elétrica é importante para o país em qualquer tipo de edificação, mas pode ser ainda mais importante para as famílias de baixa renda. A utilização de meios passivos para o resfriamento interno torna-se mais adequada pela redução de despesas na produção e utilização das moradias. O recurso poupado pode ser empregado em necessidades mais urgentes como alimentação e saúde.

Dentre os variados tipos de edificação, a arquitetura residencial tem o maior potencial de utilização de recursos naturais de condicionamento (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

A Habitação de Interesse Social – HIS é destinada à população de baixa renda, como uma iniciativa do governo brasileiro na tentativa de solucionar a carência de moradias dessa população.

A carência habitacional é um dos principais problemas urbanos, principalmente para as comunidades mais pobres. A insuficiente renda da população para enfrentar gastos com habitação e o processo de urbanização, que eleva os custos do solo, dificulta a solução desse problema (ABIKO; ORNSTEIN, 2002).

O Programa “Minha Casa Minha Vida” é uma tentativa do Governo Federal de atenuar o problema da habitação no Brasil, incentivando políticas públicas para facilitar o acesso da população de baixa renda à moradia. A produção de habitações populares é vasta e muitas vezes inadequada às condições climáticas locais.

O potencial da ventilação natural em HIS é desperdiçado ao utilizar plantas espelhadas e padronizadas, sem considerar os ventos predominantes locais. A ação natural dos ventos poderia ser mais bem aproveitada com o uso de dispositivos que incrementem a distribuição do fluxo de ar no interior dos ambientes.

O peitoril ventilado² (Figura 1) é um dispositivo geralmente feito de concreto, em formato de “L” invertido, sobreposto a uma abertura localizada no peitoril, abaixo da janela, com a finalidade de complementar o movimento de ar proporcionado pelas esquadrias (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008).

Figura 1 - Peitoril ventilado, corte esquemático.



Fonte: TERRAS, 2012.

Esse dispositivo incrementa a ventilação natural interna dos ambientes, especialmente em alturas mais baixas, em que os ocupantes se encontram sentados ou deitados. Permite a ventilação natural noturna dos ambientes, pois sua janela pode permanecer aberta durante a noite, sem o risco de perder privacidade, ou da entrada de chuvas, devido à sua forma que se projeta sobre a esquadria, protegendo-a.

O peitoril ventilado pode ser muito útil em edificações residenciais, particularmente nas habitações de interesse social, pois incrementa o conforto térmico dos usuários sem consumo de energia elétrica.

² Ver mais informações na parte “d” do item 2.1.1.2 - Dispositivos para o incremento da ventilação natural.

São diversas as variáveis que influenciam o padrão da ventilação natural nas edificações e são poucos os estudos que se aprofundam em analisar o uso do peitoril ventilado em HIS.

O trabalho realizado por Montenegro, Xavier e Bittencourt (2012, p. 9) demonstrou que o peitoril ventilado “[...] apresenta importantes vantagens quando comparado com o peitoril comum [...]” e outras vantagens são “[...] a possibilidade de manutenção de ventilação constante sem os inconvenientes da incidência de chuvas, da falta de privacidade e segurança e da incidência solar”.

O estudo das diversas possibilidades de configuração do peitoril ventilado e o efeito dessas configurações na ventilação natural, no conforto térmico dos usuários e na eficiência energética da habitação de interesse social poderá servir de contribuição para o ajuste das recomendações normativas para a ventilação natural das habitações brasileiras, ampliando o conhecimento sobre o desempenho desse dispositivo e seu potencial para promover o conforto térmico e economia de energia elétrica por meio do incremento do fluxo de vento interno.

É possível que haja uma forte influência na direção e velocidade do escoamento do vento que passa através do peitoril ventilado em decorrência do ângulo formado pela aleta de fechamento do dispositivo. A posição do fechamento pivotante com ângulo em torno de 30° em relação ao plano horizontal deve produzir um escoamento ascendente da corrente de ar. Esse mesmo ângulo, produzido no sentido inverso, poderá redirecionar esse escoamento de ar para os setores mais baixos dos ambientes, incrementando a velocidade do vento nas zonas mais baixas de ambientes de permanência prolongada, como os quartos, onde os usuários se encontram deitados numa altura de aproximadamente 60 cm. Esta é a hipótese deste trabalho. O correto conhecimento da intensidade, localização e distribuição da corrente de ar permitirá aos projetistas verificar a eficiência desse dispositivo no que se refere à capacidade de refrescamento dos usuários.

Os programas de simulação computacional são ferramentas úteis para a análise de alternativas que melhorem o desempenho das edificações desde a fase de projeto. O *software* PHOENICS é uma ferramenta confiável para estudar a dinâmica de fluidos como o ar e tem sido largamente utilizado em estudos do desempenho de máquinas, veículos e edifícios (CHAM, 2020).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Examinar o comportamento da ventilação natural em um modelo de habitação popular considerando o peitoril ventilado como dispositivo para o incremento da ventilação natural.

1.1.2 Objetivos específicos

- Investigar as potencialidades e limitações do uso do peitoril ventilado para a ventilação natural de habitações de interesse social;
- Investigar o impacto produzido por diferentes configurações do peitoril ventilado no comportamento da ventilação natural e na sensação de conforto térmico dos usuários de um modelo de habitação unifamiliar de interesse social;
- Propor recomendações para o uso do peitoril ventilado nas habitações de interesse social para maior aproveitamento da ventilação natural.

1.2 Estrutura do trabalho

Esta tese está dividida em cinco capítulos. No primeiro capítulo, tem-se uma **Introdução** indicando brevemente os temas que envolvem o estudo, salientando a sua importância e apresentando a hipótese que também é verificada nos resultados ao final do trabalho.

Os capítulos 2 a 4 compõem o desenvolvimento da tese que são: **Revisão bibliográfica e documental**, **Método** e **Resultados e discussão**.

A **Revisão bibliográfica e documental**, capítulo 2, aborda de maneira objetiva os conteúdos necessários a uma melhor compreensão do trabalho como um todo. Incluem-se neste item os temas **Ventilação natural e arquitetura** com as principais variáveis que influenciam o padrão da ventilação natural das edificações, **Habitação de Interesse Social – HIS no Brasil** com a origem, produção e padronização de unidades habitacionais de interesse social no país, e, por último, o tema **Conforto térmico e eficiência energética na HIS** tratando da importância do uso de estratégias bioclimáticas para a promoção do conforto térmico e eficiência energética em HIS.

O **Método**, capítulo 3, traz os procedimentos necessários para as análises paramétricas por meio simulações computacionais, apresentando o *software* utilizado, os modelos, as matrizes de simulação, as configurações realizadas no programa computacional e os parâmetros de análise dos resultados.

Em seguida, no capítulo 4, apresentam-se os **Resultados e discussão**, divididos em duas partes: os resultados do projeto original e os resultados do projeto com peitoril ventilado.

Por fim, tem-se nas **Conclusões**, capítulo 5, os principais resultados e contribuições, as limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E DOCUMENTAL

Este capítulo inicialmente situa o peitoril ventilado como um dispositivo arquitetônico dentro do vasto grupo de variáveis que podem ter influência sobre o padrão da ventilação natural das edificações. Em seguida, apresenta-se um breve histórico da produção e padronização de Habitação de Interesse Social – HIS no Brasil e suas relações com o conforto térmico e a eficiência energética. Por fim, aborda os principais estudos sobre o peitoril ventilado e a importância de ampliação do conhecimento do desempenho desse dispositivo como alternativa para o incremento da ventilação natural na habitação.

2.1 Ventilação natural e Arquitetura

Na arquitetura, a ventilação natural é utilizada como uma estratégia bioclimática para manter a qualidade do ar e promover conforto térmico (CUNHA, 2010).

A ventilação natural na arquitetura acontece quando o vento, por meio de processos naturais, permeia as edificações no ambiente urbano, ou seja, no entorno das mesmas, e consegue atravessá-las, passando por seu interior, através das aberturas, promovendo inúmeros benefícios aos usuários dos edifícios e cidades (MORAIS, 2013, p. 7).

A ventilação natural eficiente que através das aberturas adentra o ambiente e atinge o usuário é um resultado direto do processo de projeto (MORAIS, 2013).

Cabe aos projetistas compreender o fenômeno da ventilação natural e o seu comportamento sob a influência das variáveis externas e internas às edificações.

2.1.1 Principais variáveis que influenciam o padrão da ventilação natural nas edificações

As variáveis que influenciam o padrão da ventilação natural nas edificações são relativas às condições microclimáticas locais, à existência de obstruções no entorno, à configuração da edificação, à configuração das aberturas e ao comportamento do usuário. O quadro 1 mostra um resumo das principais variáveis que influenciam o padrão da ventilação natural dos edifícios.

Quadro 1 - Principais variáveis da ventilação natural das edificações.

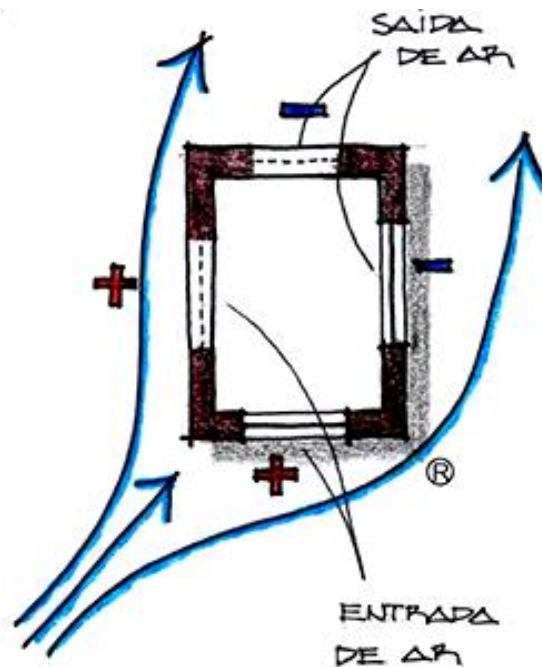
Das condições micro-climáticas	relevo/topografia	
	proximidade a massas d'água	
	direção predominante do vento	
	velocidade predominante do vento	
	frequência e período de calmarias	
	dados de vento e chuva	
Do entorno	ventilação cruzada	
	obstruções/porosidade	
	densidade construtiva	em relação ao coeficiente de aproveitamento em relação à taxa de ocupação
	rugosidade do terreno	
	influência de vegetação	
Da edificação	ventilação cruzada	no ambiente na unidade habitacional
	partições internas	
	layout interno dos ambientes	
	existência de dutos/poços	verticais/horizontais
	forma do edifício	
	altura do edifício	
	porosidade do edifício	
Da abertura	ventilação cruzada	
	relação entre dimensões de abertura de entrada e saída	
	localização na fachada	em relação à horizontal em relação à vertical
	área efetiva para ventilação	
	formato da esquadria	
	tipologia da esquadria	em relação ao material de vedação
		em relação à forma de abrir
		existência de elementos próximos às aberturas (brises, marquises, peitoril ventilado etc.)
		dispositivos de captação ou exaustão: peitoril ventilado, bandeiras, sheds, entre outros.
Do usuário	padrões de uso da janela	vista, privacidade, luz natural, ventilação natural, chuvas, insolação, mosquitos, acústica.
	padrões de uso do edifício	

Fonte: Adaptado de TIBÚRCIO, 2017.

Dentre as variáveis relativas às condições microclimáticas, destaca-se a direção e velocidade predominante do vento. Para o melhor aproveitamento do vento no interior das edificações, é necessário orientar as aberturas adequadamente considerando os ventos predominantes.

O movimento do fluxo de vento no interior dos ambientes é permitido pela existência de aberturas de entrada e saída do vento e pela diferença de pressão entre estas aberturas (Figura 2).

Figura 2 - Diferença de pressão entre aberturas de entrada e aberturas de saída do vento.



Fonte: PROJETEEE, 2019.

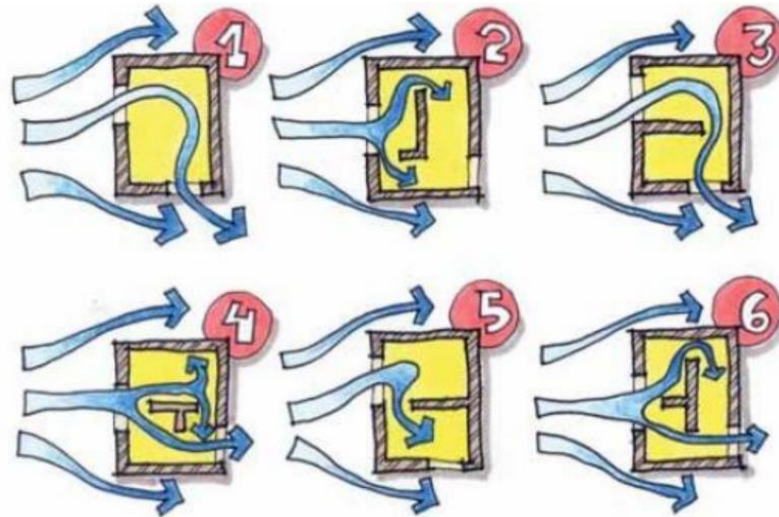
A energia cinética do vento é transformada em energia potencial (pressão) contra obstáculos, como os edifícios, impulsionando a ventilação (ALLARD; GHIAUS; MANSOURI, 2003). Portanto, quanto maior a diferença de pressão do vento entre as aberturas de entrada (zona de sobrepressão) e saída (zona de subpressão), maior a possibilidade de movimentação do ar no interior do edifício.

Quanto maior for a velocidade do vento local, maior será a possibilidade de gerar diferença de pressão entre fachadas opostas. Velocidades do vento maiores incidindo sobre uma superfície, criam pressões maiores.

No entorno da edificação, as características do desenho urbano, como a rugosidade do terreno e a existência de massas vegetais, entre outros elementos, podem alterar a velocidade e o ângulo de incidência do vento nas janelas do edifício.

A rugosidade do terreno forma um gradiente de vento de maneira que a velocidade do fluxo de vento mais próximo ao solo tende a zero e, à medida que se aumenta a altura, essa velocidade também aumenta até se tornar estável. O quadro 2 apresenta os coeficientes de rugosidade conforme os tipos de terreno e o gráfico 1 apresenta os gradientes de vento para cada tipo de terreno.

Figura 4 - Fluxo de vento através de ambientes com diferentes partições internas.



Fonte: LAMBERTS et al., 2014.

A configuração das aberturas (forma, tipologia, localização e dimensão das aberturas) e dos elementos circundantes (beirais, marquises, brises, paredes etc.) podem ser facilmente planejadas e alteradas pelos projetistas, para o melhor aproveitamento do potencial da ventilação natural local.

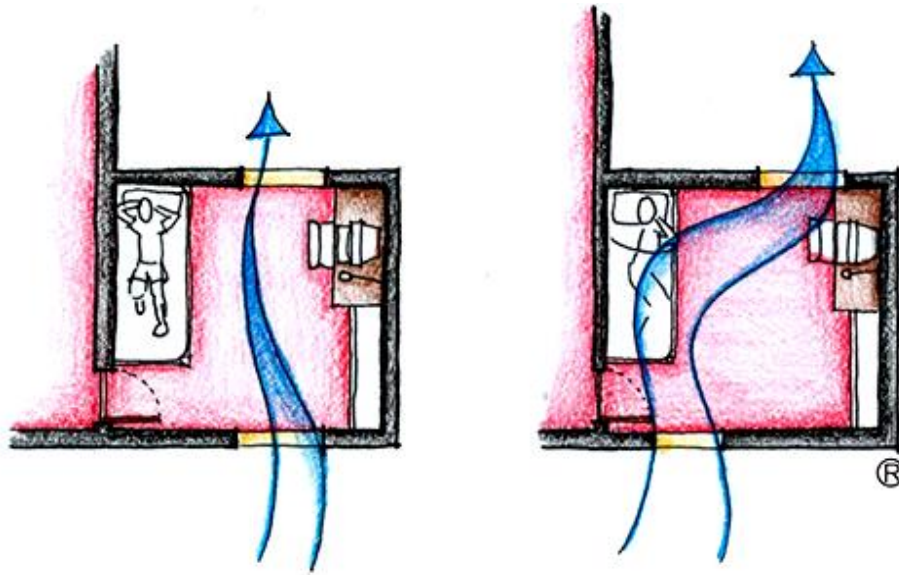
Além dessas variáveis exemplificadas, existe uma de extrema importância que é o controle do usuário. Esta pode variar conforme o padrão de uso do edifício e da janela, quando permite o fechamento ou o direcionamento do fluxo de vento.

2.1.1.1 Variáveis relacionadas à abertura para ventilação natural

a) Ventilação cruzada

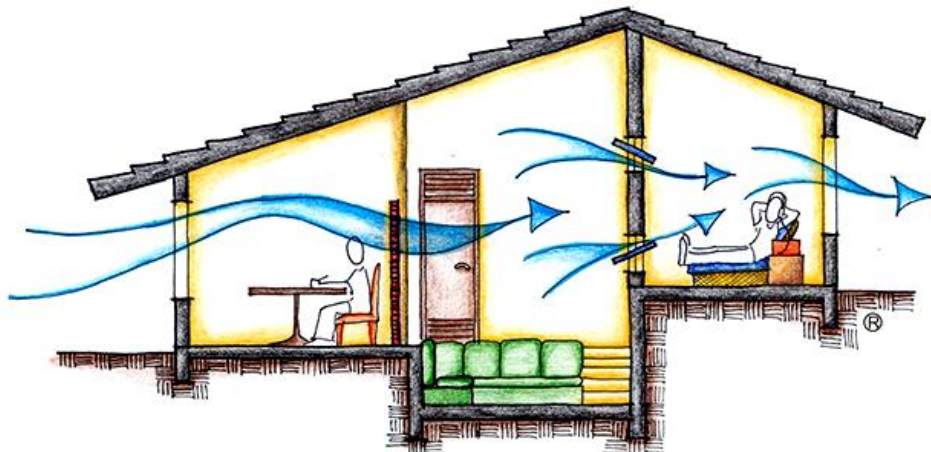
A presença de aberturas de entrada e saída do vento e a diferença de pressão entre essas aberturas são fundamentais para que ocorra a ventilação cruzada. Esta pode ocorrer sem a indução de nenhum sistema mecânico, apenas pela diferença de pressão ou de densidade do ar devido à temperatura (POSSEBOM et al., 2016). As figuras 5 e 6 mostram esquemas em planta e em corte, respectivamente, do insuflamento de ar nos ambientes por meio das aberturas existentes.

Figura 5 - Ventilação cruzada no ambiente em planta baixa.



Fonte: PROJETEEE, 2019.

Figura 6 - Ventilação cruzada na edificação em corte.



Fonte: PROJETEEE, 2019.

b) Relação entre dimensões de entrada e saída de ar

Diferentes relações entre as aberturas de entrada e saída do vento podem interferir na distribuição e velocidade do vento no interior dos ambientes.

Quando as aberturas de entrada são maiores que as de saída, a tendência é de um aumento na velocidade do vento devido ao efeito Venturi. Quando o fluido é forçado a passar por uma passagem de saída mais estreita que a de entrada, este acelera para conseguir ultrapassá-lo, sua pressão aumenta à medida que a velocidade cresce. (CÂNDIDO, 2006, p. 41).

A figura 7 apresenta os valores de velocidade interna média do vento em função da relação entre as aberturas de entrada e saída do ar, considerando os ângulos de incidência do vento de 45° e 90° em relação à normal da fachada.

Figura 7 - Velocidade interna média em função da relação entre as aberturas de entrada de saída do ar, para incidências do vento de 45° e 90°.



Fonte: GIVONI, 1976 apud BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008.

Observa-se que para aberturas de entrada e saída do vento com tamanhos iguais, a incidência do vento de 45° proporciona velocidade interna média do vento de 42% da velocidade de incidência do vento, enquanto a incidência de 90° apresenta velocidade interna média do vento menor – 36% da velocidade de incidência do vento.

É possível observar ainda que ao aumentar o tamanho da abertura de saída do vento, a velocidade interna média também aumenta até se igualar nas duas incidências de vento de 45° e 90° em relação à normal da fachada.

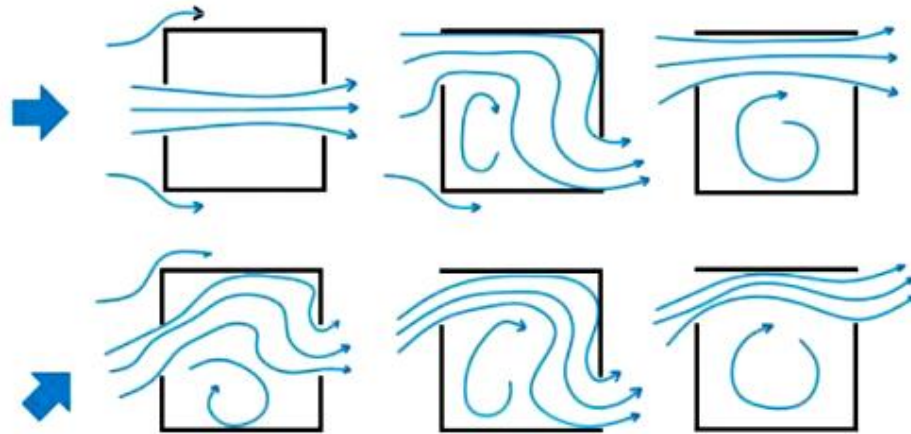
c) Localização na fachada

O local onde as aberturas de entrada e saída de ar se encontram nas fachadas define o percurso do fluxo de vento interno. Esse fator é bastante importante para a ventilação das regiões onde os usuários permanecem mais tempo, conforme o layout dos ambientes.

Em um dormitório, por exemplo, a área que necessita de mais ventilação é onde fica a cama, já numa sala de jantar a área da mesa de refeições deve estar no caminho do fluxo de vento.

A figura 8 mostra como a localização das aberturas nas fachadas pode interferir na ventilação interna de um mesmo ambiente, criando zonas de estagnação ou cobrindo áreas internas maiores.

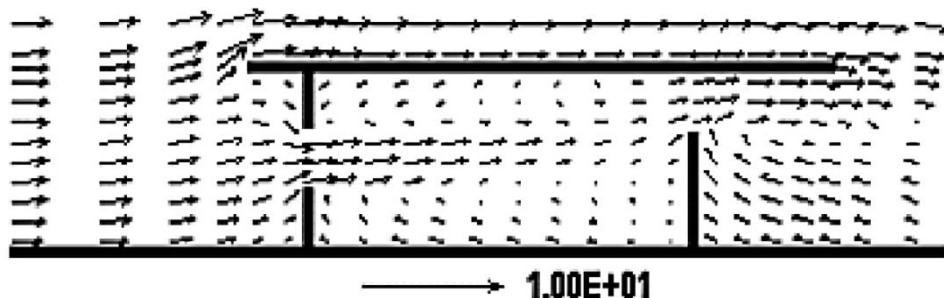
Figura 8 - Efeito da localização da abertura na fachada.



Fonte: GIVONI 1976, *apud* BITTENCOURT; CANDIDO, 2008.

A localização das aberturas em faixas mais baixas ou mais altas na fachada também pode interferir na distribuição do fluxo de vento interno. Bittencourt e Lôbo (1999) verificaram que quando a abertura de entrada de ar localiza-se na faixa média de altura e a abertura de saída de ar na faixa alta, associadas a maiores dimensões de aberturas, melhoram a distribuição interna do vento no nível dos usuários (Figura 9).

Figura 9 - Corte no centro da sala com abertura de entrada na faixa média e abertura de saída na faixa alta, aberturas de 1/5 da área do piso e incidência do vento a 90°.



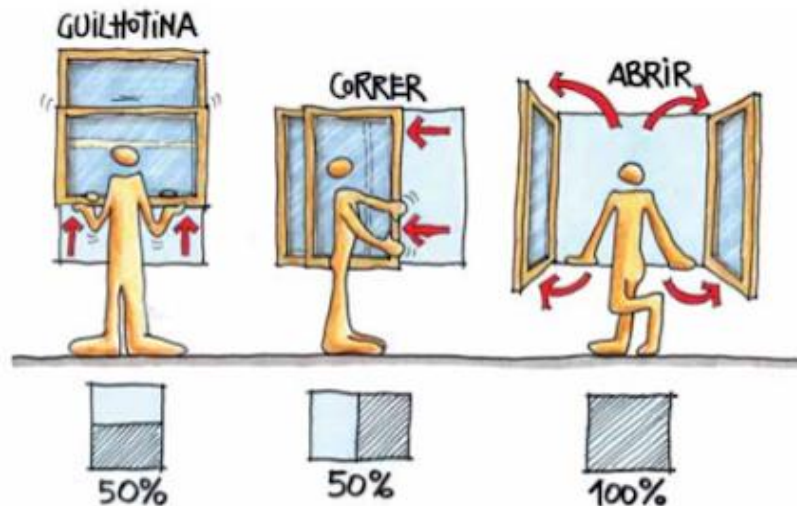
Fonte: BITTENCOURT; LÔBO, 1999.

d) Área efetiva para ventilação

Dependendo da forma de abrir das esquadrias, a área efetiva para ventilação varia. Principalmente quando há folhas fixas, a área para a passagem do vento é

reduzida. A figura 10 mostra três esquadrias com áreas efetivas para ventilação diferentes conforme a tipologia. Nas duas primeiras, guilhotina e correr, a área efetiva para ventilação é de 50% da área total da janela, já a esquadria de abrir mantém 100% de área para a entrada do vento.

Figura 10 - Área efetiva para ventilação conforme a forma de abrir das esquadrias.

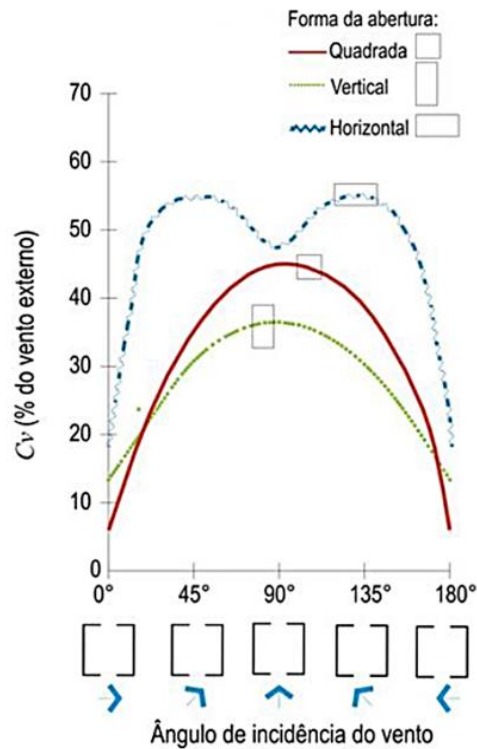


Fonte: LAMBERTS et al., 2014.

e) Formato da esquadria

No estudo de Sobin (1981), foram identificados diferentes desempenhos da ventilação natural a partir de aberturas de formatos variados (horizontal, vertical e quadrada), com a mesma área de abertura efetiva para ventilação. A forma horizontal proporcionou maior distribuição do vento no interior do ambiente, principalmente para incidências de vento oblíquas (SOBIN apud BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008). O gráfico 2 apresenta um resumo dos resultados desse estudo.

Gráfico 2 - Efeito da forma da abertura em função do ângulo de incidência do vento.



Fonte: SOBIN, 1981 apud BITTENCOURT; CANDIDO, 2008.

f) Tipologia da esquadria

Existem diversos tipos de esquadrias e o seu desempenho pode variar dependendo do tipo de material componente, da forma de abrir, da existência de elementos próximos à abertura e da utilização de dispositivos de captação ou exaustão. A figura 11 apresenta algumas das tipologias de esquadrias mais conhecidas no mercado brasileiro.

Figura 11 - Tipologias de esquadrias mais conhecidas no mercado brasileiro.



Fonte: Adaptado de AGILVIDROS, 2019.

O estudo de Cândido (2006) mostrou que diferentes tipologias de esquadria influenciam consideravelmente a velocidade e distribuição do fluxo de ar no interior dos ambientes. Em algumas situações a esquadria de correr apresentou melhor distribuição do fluxo de ar interno enquanto a tipologia maxim-ar proporcionou melhor velocidade do vento interno. Além disso, o estudo mostrou que uma tipologia de esquadria pode apresentar comportamento diferente dependendo do pavimento em que é utilizada. Na tipologia maxim-ar isso se intensifica por conta da projeção da folha da esquadria para o exterior, que funciona como um obstáculo à entrada de ar no interior do ambiente (CÂNDIDO, 2006).

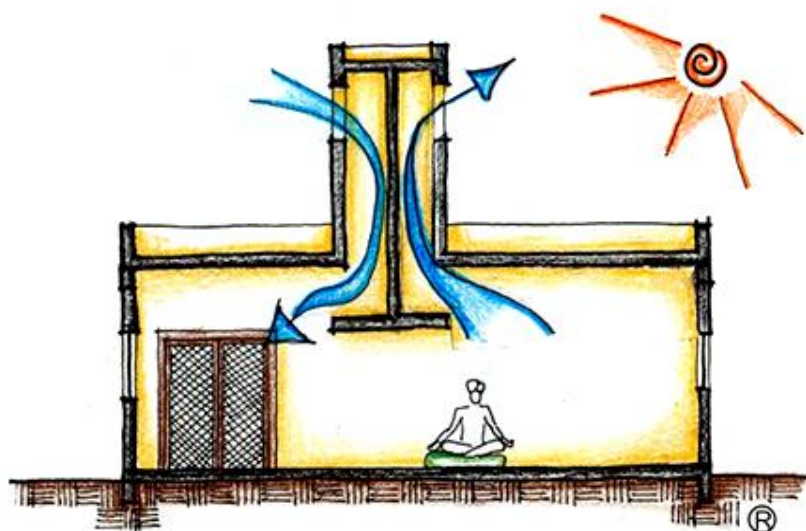
2.1.1.2 Dispositivos para o incremento da ventilação natural

São diversos os tipos de componentes arquitetônicos com potencial estético e principalmente bioclimático. Como exemplos, tem-se a torre de vento, o *shed*, painéis defletores e o peitoril ventilado.

a) Torre de vento

As torres de vento são dispositivos de origem árabe, que possuem aberturas elevadas por um duto acima da cobertura. Como mostra a figura 12, essas aberturas podem funcionar como entrada ou saída de vento (PROJETEEEE, 2019).

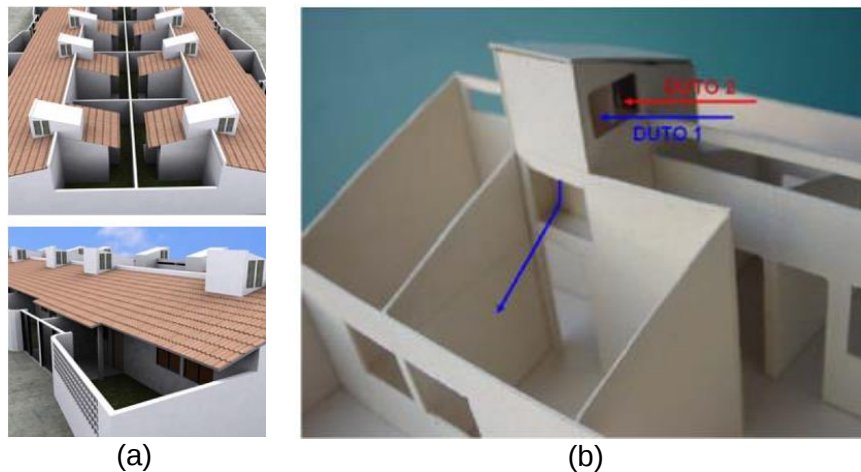
Figura 12 - Torre de vento em corte.



Fonte: PROJETEEEE, 2019.

Silva et al. (2008) apresentaram um protótipo de habitação de interesse social unifamiliar utilizando dutos de vento com aberturas acima da cobertura (Figura 13) e observaram que, na orientação correta, esses captadores de vento contribuem para promover a ventilação cruzada nos ambientes internos.

Figura 13 - (a) Perspectiva do protótipo em conjunto habitacional e (b) torre com dutos de ventilação conectados com os ambientes internos.



Fonte: SILVA et al., 2008.

b) *Shed*

Os *sheds* também são compostos por aberturas acima da cobertura. O formato mais comum é conhecido como “dente de serra” (Figura 14) que apresenta uma sucessão de aberturas. Essas aberturas podem servir para a captação ou extração de ar (LUKIANCHUKI et al., 2016).

Figura 14 - Shed “dente de serra”. Centro médico Kathleen Kilgour, Nova Zelândia.

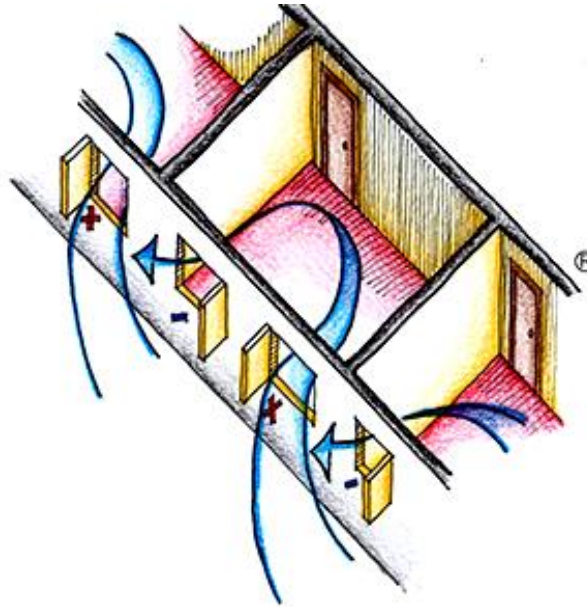


Fonte: ARCHDAILY, 2015.

c) Painéis defletores

Por meio de painéis ou anteparos externos é possível criar diferenças de pressão entre aberturas de entrada e saída de ar proporcionando fluxo de vento no interior dos ambientes (PROJETEEEE, 2019). A figura 15 apresenta um exemplo de utilização de anteparos externos nas aberturas de um ambiente.

Figura 15 - Anteparos externos criando diferença de pressão entre aberturas.

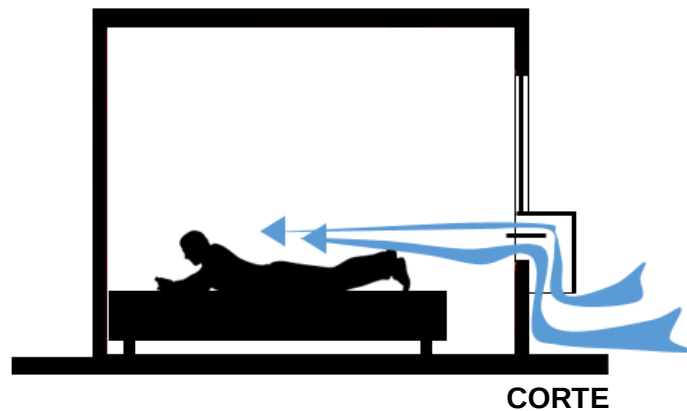


Fonte: PROJETEEEE, 2019.

d) Peitoril ventilado

A forma do peitoril ventilado impede a passagem dos raios solares, a penetração de chuvas, proporcionando privacidade e segurança nos espaços internos. A presença da aleta de fechamento em sua abertura permite o controle da quantidade e o direcionamento do fluxo de vento para zonas mais baixas nos ambientes, onde os ocupantes encontram-se sentados ou deitados como nos dormitórios (Figura 16).

Figura 16 - Corte esquemático de um dormitório com peitoril ventilado.



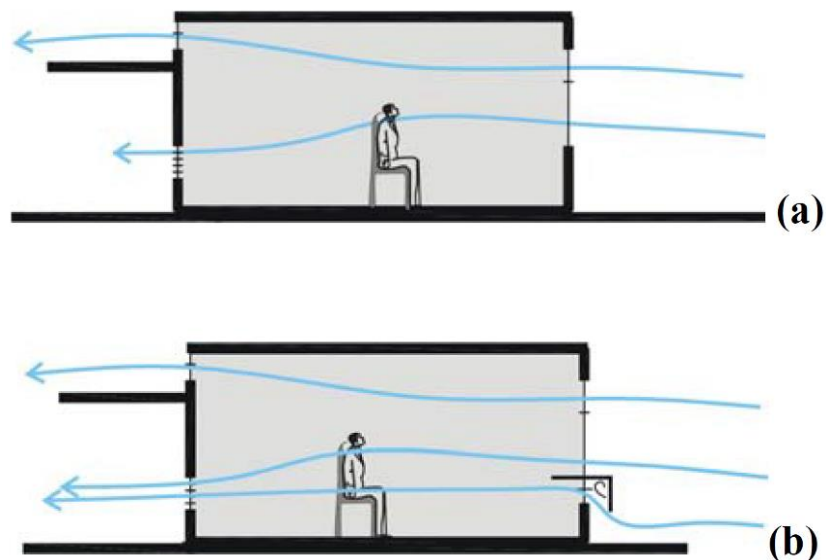
Fonte: Elaborada pela autora.

As aletas no peitoril ventilado são importantes para o controle desse dispositivo, permitindo o direcionamento do vento e o fechamento da abertura nos períodos em que a ventilação for indesejável. (MONTENEGRO; XAVIER; BITTENCOURT, 2012).

Em salas, escritórios e dormitórios, por exemplo, o peitoril ventilado permite o fluxo de ar na altura dos ocupantes sentados ou deitados, aumentando a sensação de conforto.

A figura 17 mostra os esquemas do insuflamento de ar em dois ambientes, sendo um desprovido de peitoril ventilado e outro com o dispositivo.

Figura 17 - Esquema do insuflamento de ar em um ambiente sem peitoril ventilado (a) e outro com peitoril ventilado(b).



Fonte: LEAL; BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2006.

Situa-se o peitoril ventilado como um dispositivo arquitetônico que pode ser utilizado para a captação de ar em alturas mais baixas, na altura do peitoril das janelas, característica que o diferencia dos demais dispositivos de captação de ar apresentados, com as vantagens:

- Proteção contra a insolação;
- Proteção contra incidência de chuva;
- Segurança contra roubo;
- Proteção contra insetos, se telado;
- Favorece a ventilação na altura de camas, poltronas etc.;
- Ventilação com privacidade;
- Pode ser produzido de maneira artesanal ou pré-moldado;
- Pode apresentar formas variadas e ser associado a outros elementos arquitetônicos como jardineiras.

É importante salientar que o desempenho da ventilação natural que atravessa os dispositivos arquitetônicos, como o peitoril ventilado, pode ser influenciado pelas demais variáveis da ventilação natural relativas às condições microclimáticas, ao entorno, à edificação, à abertura e ao usuário.

2.2 HIS no Brasil

2.2.1 O déficit habitacional brasileiro e a HIS

A Fundação João Pinheiro organizou as informações da área habitacional em duas vertentes de análise distintas, o déficit habitacional³ e a inadequação das moradias⁴. Desse modo, o déficit habitacional envolve a carência de moradias para solucionar problemas sociais e específicos de habitação em determinado momento, enquanto a inadequação de moradias trata da necessidade de melhoria dos domicílios, reflete problemas na qualidade de vida dos moradores. Esse

³ “[...] o conceito de déficit indica a necessidade de construção de novas moradias para atender à demanda habitacional da população em dado momento” (FJP, 2018, p. 13).

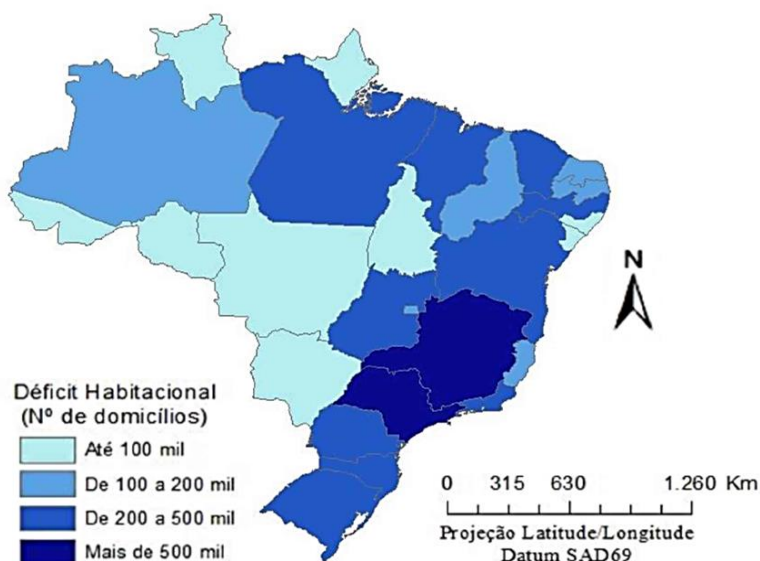
⁴ “A inadequação de domicílios, por sua vez, não está relacionada ao dimensionamento do estoque de moradias, mas sim às especificidades dos domicílios que prejudicam a qualidade de vida de seus moradores” (FJP, 2018, p. 13).

dimensionamento visa a delineação de políticas complementares à construção de moradias para a melhoria dos domicílios (FJP, 2018).

O conceito de déficit habitacional utilizado está ligado diretamente às deficiências do estoque de moradias. Engloba aquelas sem condições de serem habitadas em razão da precariedade das construções ou do desgaste da estrutura física e que por isso devem ser repostas. Inclui ainda a necessidade de incremento do estoque, em função da coabitação familiar forçada (famílias que pretendem constituir um domicílio unifamiliar), dos moradores de baixa renda com dificuldades de pagar aluguel nas áreas urbanas e dos que vivem em casas e apartamentos alugados com grande densidade. Inclui-se ainda nessa rubrica a moradia em imóveis e locais com fins não residenciais. O déficit habitacional pode ser entendido, portanto, como déficit por reposição de estoque e déficit por incremento de estoque (FJP, 2018, p. 20).

A figura 18 apresenta o mapa da estimativa de 2015 do déficit habitacional total brasileiro, segundo unidades da federação. “[...] O déficit habitacional estimado corresponde a 6,355 milhões de domicílios, dos quais 5,572 milhões, ou 87,7%, estão localizados nas áreas urbanas e 783 mil unidades encontram-se na área rural” (FJP, 2018, p. 31).

Figura 18 - Déficit habitacional total brasileiro estimado de 2015, segundo unidades da federação.



Fonte: FJP, 2018.

O déficit habitacional de 2016 a 2019 se manteve superior a 5 milhões de moradias, sendo em 2019, o número de 5,876 milhões (FJP, 2020).

A necessidade de habitações, segundo a Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias e a Fundação Getúlio Vargas, inclui a deficiência do estoque de moradias (*déficit* habitacional) e a demanda adicional⁵ por novas habitações, proveniente dos movimentos demográficos e socioeconômicos (ABRAINC/FGV, 2018).

A evolução futura do *déficit* (estoque de necessidades habitacionais não atendidas em dado momento do tempo) depende da dinâmica de dois fluxos: a demanda habitacional e a oferta de novas moradias. Do mesmo modo, o *déficit* habitacional atual é decorrência do descompasso passado entre demanda e oferta habitacionais (ABRAINC/FGV, 2018, p. 6).

Como a composição do *déficit* habitacional se refere à necessidade de novas moradias, esse conceito está diretamente relacionado à expansão das políticas públicas e da implantação de novos projetos (LARCHER, 2005).

No Brasil, as classes menos privilegiadas constituem a maior demanda imediata por habitação, que é um produto caro (FJP, 2001). O Governo Federal brasileiro tenta atenuar o problema da habitação incentivando políticas públicas, para facilitar o acesso da população de baixa renda à moradia.

A Habitação de Interesse Social – HIS surge para solucionar os problemas de moradia da população de baixa renda e pode ser caracterizada pelos seguintes requisitos básicos (LARCHER, 2005, p. 11):

- é financiada pelo poder público, mas não necessariamente produzida pelos governos, podendo a sua produção ser assumida por empresas, associações e outras formas instituídas de atendimento à moradia;
- é destinada sobretudo a faixas de baixa renda que são objeto de ações inclusivas, notadamente as faixas de até 3 salários mínimos;
- embora o interesse social da habitação se manifeste sobretudo em relação ao aspecto de inclusão das populações de menor renda, pode também manifestar-se em relação a outros aspectos, como situações de risco, preservação ambiental ou cultural;

⁵ “[...] decorrente da dinâmica populacional, tanto demográfica quanto socioeconômicas, refere-se a um fluxo de demanda habitacional de caráter contínuo e deve ser estimado, podendo ser projetado, sob alternativas diversas, em diferentes horizontes temporais” (ABRAINC/FGV, 2018, P. 6).

O termo HIS é o mais adequado à tipologia de edificação resultante dos programas habitacionais para faixas da população de menor renda e costuma ser utilizado por instituições e agências na área habitacional (ABIKO, 1995).

Até a década de 1930 não existiam formas de financiamento da habitação e a HIS não era objeto de iniciativa pública. Como solução de moradia das populações de baixa renda, tinha-se o aluguel em cortiços (Figura 19) ou em habitações geminadas (FARAH, 1998; BONDUKI, 1998).

Figura 19 - Cortiço na Rua da Abolição, São Paulo. Fotografia da Folha de São Paulo, aproximadamente da década de 1930.



Fonte: REIS, 2001 apud CORDEIRO, 2005.

Surgiram então, nessa década de 1930, os Institutos de Aposentadoria e Pensão – IAPs como intervenção do Estado que estava sendo pressionado para equacionar o problema habitacional para os trabalhadores urbanos. Esses institutos permitiam o financiamento de habitação a seus afiliados e produziu unidades habitacionais populares (FARAH, 1998).

No Pós-guerra, a partir de 1945, houve o agravamento da crise habitacional com o movimento migratório de pessoas das áreas rurais para os grandes centros urbanos, associado ao crescimento vegetativo da população urbana. Isso gerou uma grande demanda por habitações (BONDUKI, 1998; TASCHNER, 1997).

Apesar da unificação dos IAPs e da criação da Fundação da Casa Popular, em 1946, demonstrarem esforços do governo para oferecer moradia à população de baixa renda, não houve uma produção expressiva de unidades habitacionais de

interesse social (BONDUKI, 1998) até 1964 com a criação do Banco Nacional da Habitação – BNH.

2.2.2 Programas habitacionais recentes

a) BNH

O problema habitacional cresceu exponencialmente a partir de 1950, atingindo um déficit de cerca de oito milhões de moradias em 1964 (FARAH, 1998). Nesse ano foi criado o BNH, que permitia o financiamento de habitações por meio de dois instrumentos, o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço – FGTS e o Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo. O primeiro para atender à população de baixa renda e o segundo para uma camada do mercado, sem intervenção direta do governo e controlado pela iniciativa privada (ARRETCHE, 1990). A figura 20 mostra o Conjunto Castelo Branco, implantado na cidade de Santos/SP, o primeiro projeto habitacional popular do BNH.

Figura 20 - Conjunto Castelo Branco, Santos/SP, foto do início de 1970.



Fonte: FERRAZ, 2016.

Depois, o BNH repassou para as Companhias Municipais de Habitação – COHABs a construção de moradias por meio do FGTS, para as famílias com renda de até três salários-mínimos (IMAI, 2000). Porém, as COHABs priorizaram seus investimentos em habitações para famílias com renda acima de três salários mínimos (AZEVEDO, 1982; COELHO, 2002).

O BNH, após denúncias de se desviar do propósito inicial de combater o déficit habitacional das camadas mais pobres, redefiniu suas diretrizes e a construção de conjuntos habitacionais de interesse social teve um crescimento significativo. Esses conjuntos eram construídos nas grandes cidades e compostos principalmente de edifícios de apartamentos (FARAH, 1996).

Nos anos 80, o BNH foi extinto sendo um dos motivos de sua extinção a inflação que gerou altos índices de inadimplência (ARRETCHE, 1990). As atribuições do BNH foram incorporadas pela Caixa Econômica Federal – CEF em 1986. Como essa instituição não atuava ainda nos programas habitacionais, houve uma crise institucional no sistema e o período de 1985 a 1989 ficou marcado como carente de ações governamentais frente aos problemas habitacionais (MARICATO, 1997). O Sistema Financeiro de Habitação permaneceu em crise até a segunda metade da década de 1990 (FARAH, 1996).

A partir de 1995 houve a retomada dos financiamentos de habitação a partir do FGTS e, em 1996, a Secretaria de Política Urbana apresentou a Política Nacional de Habitação. Esse documento continha novos programas como o Pró-moradia, para urbanização de áreas precárias e em 2001, o Programa de Arrendamento Residencial – PAR (RUBIN; BOLFE, 2014). A figuras 21 apresenta empreendimentos do PAR com tipologia recorrente em diversos estados do Brasil.

Figura 21 - (a) Residencial Paraíso, Pelotas/RS; (b) Residencial Mayra, Maceió/AL.



Fonte: CIMIMOVEIS, 2020; Acervo da autora, 2012.

O programa PAR foi criado para atendimento à necessidade de moradia da população de baixa renda concentrada nas capitais e regiões metropolitanas, e nos municípios com população urbana superior a 100 mil habitantes, por meio da operação de arrendamento

de UH com opção de compra, a ser exercida, inicialmente, em cinco anos, cujo público-alvo são famílias com renda mensal de até R\$ 3.100,00 (BRASIL, 2017, p. 13).

Em 2014 foi concedido ao arrendatário o direito da compra do imóvel a qualquer tempo, dentro das normas da CEF (BRASIL, 2017).

Comparando a forma de implantação dos conjuntos habitacionais do BNH e do PAR, anteriormente eram conjuntos maiores e instalados principalmente na periferia das cidades. Já no PAR apareceram conjuntos de pequeno porte com até 160 unidades habitacionais, ainda que nas áreas periféricas das cidades, foram sendo implantados de maneira mais fragmentada na malha urbana e em locais com serviços e infraestrutura, como recomendação normativa do programa (BONATES, 2008).

O perfil da produção do PAR depois foi mudando “de conjuntos predominantemente formados por blocos de edifícios localizados na malha urbana, para conjuntos formados por unidades unifamiliares localizados fora da malha urbana” (BONATES, 2008, p. 159).

b) Minha Casa Minha Vida

No início de 2009, o Governo Federal lançou o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV. Em julho do mesmo ano o programa se tornou a Lei 11.977 para criar mecanismos de incentivo à produção e à aquisição de novas unidades habitacionais pelas famílias com renda mensal de até dez salários mínimos, que residam em qualquer dos municípios brasileiros (ABRAINC/FGV, 2018).

Com a criação do PMCMV, conforme MP nº 459, de 2009, convertida na Lei nº 11.977, de 2009, as contratações de novas operações no PAR foram suspensas devido aos benefícios do novo Programa e o Fundo de Arrendamento Residencial – FAR, que já atendia a necessidade de moradia das famílias de baixa renda, por meio do arrendamento residencial. Visando a execução do PMCMV, a União passou a aportar recursos do Orçamento Geral da União – OGU ao Fundo, observada a disponibilidade orçamentária e financeira (BRASIL, 2017).

O programa assumiu um grande protagonismo como instrumento de política social no país, aumentando expressivamente o volume de recursos para a habitação, via concessão de subsídios diretos do OGU e do desconto subsídio do FGTS conjugados ao financiamento com recursos do próprio FGTS (ABRAINC/FGV, 2018).

O PMCMV produziu e ofertou habitação para a população de baixa renda no País, atendendo a demanda das famílias sem as condições exigidas pelo mercado de

crédito. O programa teve nove anos de existência até junho de 2018, em que mais de 5 milhões de unidades foram contratadas (ABRAINC/FGV, 2018).

As figuras 22 e 23 mostram conjuntos habitacionais entregues pelo PMCMV em diferentes estados do Brasil.

Figura 22 - (a) Parque das Aldeias, Guarulhos/SP; (b) Residencial Nulce Pereira, Alagoinhas/BA.



(a)

(b)

Fonte: PORTO, 2017; CASADICAS, 2019.

Figura 23 - (a) Residencial Cristal da Calama, Porto Velho/RO; (b) Loteamento Alameda, Januária/MG.



(a)

(b)

Fonte: MORAES, 2018; MÍDIA, 2012.

O PMCMV continua replicando tipologias de plantas semelhantes às utilizadas desde os primeiros programas habitacionais brasileiros, inclusive mantém a busca pela redução máxima de custos da construção, o que resulta em estruturas cada vez mais frágeis e de baixa qualidade.

2.2.3 Padronização das unidades habitacionais de interesse social

Grande parte das habitações populares produzidas pelos programas do governo é padronizada e muitas vezes inadequada às condições climáticas.

No Brasil há uma forte tendência para padronizar soluções arquitetônicas, principalmente concepções habitacionais, onde na maioria das vezes resultam totalmente desvinculadas do meio-ambiente onde foram inseridas. Deve-se ter em mente que cada clima implica em uma solução diferenciada, desde a implantação no terreno, até os tipos de materiais e soluções construtivas adotadas (FERREIRA et al., 2018).

Quando se trata do projeto e construção de moradias de padrão mais baixo, o fator custo prevalece norteador a escolha de soluções projetuais e definindo tipologias. Chega-se a um produto final que é incapaz de atender aos padrões mínimos de conforto esperados (FERREIRA et al., 2018; DILIGENTI, 2010).

Tipologias de edificação e elementos construtivos vêm sendo implantados em diferentes entornos, sem ter em conta seus efeitos no conforto do homem (OLGYAY, 1998). “O processo criativo tem aversão à padronização, deve-se levar em conta, por outro lado, que esta é aplicada largamente e, portanto, necessita de análise em casos específicos” (BARROS, 2002, p. 19).

[...] a habitação popular não deve ser entendida meramente como um produto e sim como um processo, com uma dimensão física, mas também como resultado de um processo complexo de produção com determinantes políticos, sociais, econômicos, jurídicos, ecológicos, tecnológicos. Este entendimento é fundamental se quisermos perseguir a solução do problema habitacional com todas as suas dificuldades e condições de contorno (ABIKO, 1995, p. 12).

Sabe-se que independente da tipologia da habitação, esta desempenha três funções: social, econômica e ambiental (FERNANDES, 2003).

Em sua função social, a habitação deve cumprir os princípios básicos de habitabilidade, segurança e salubridade. Na função econômica, como bem sintetiza Larcher (2005, p. 7), “[...] sua produção oferece novas oportunidades de geração de emprego e renda, mobiliza vários setores da economia local e influencia os mercados imobiliários e de bens e serviços”, e na função ambiental “[...] a inserção no ambiente urbano é fundamental para que estejam assegurados os princípios básicos de infraestrutura, saúde, educação, transportes, trabalho, lazer etc., além de determinar o impacto destas estruturas sobre os recursos naturais disponíveis”.

No Brasil é crescente a implantação de conjuntos de habitação de interesse social padronizados visando principalmente o aspecto econômico em detrimento das funções social e ambiental.

O projeto arquitetônico padrão incorpora o conceito da repetição de um modelo e a racionalização dos recursos para a sua viabilização (BARROS, 2002).

No caso de tipologias de edificações padronizadas, os condicionantes climáticos, em muitos casos, são desconsiderados. O projeto padrão precisa ser flexível, permitindo ajustes a condições peculiares de implantação (KOWALTOWSKI, 2011).

O uso de tipologias padronizadas de edifícios em regiões de climas distintos, como é o caso do território brasileiro, resulta em desconforto térmico para os usuários e edificações com problemas de desempenho térmico.

Labaki e Kowaltowski (1995), em uma pesquisa com residências de plantas padronizadas na cidade de Campinas/SP, verificaram que os principais problemas relacionados ao desempenho térmico das edificações poderiam ser resolvidos pela aplicação de princípios de projetos bioclimáticos.

Percebe-se que os projetos-padrão raramente consideram os ventos dominantes para implantação, e que o potencial da ventilação natural tem sido pouco explorado em habitações de interesse social, que não utilizam sistemas de condicionamento artificial.

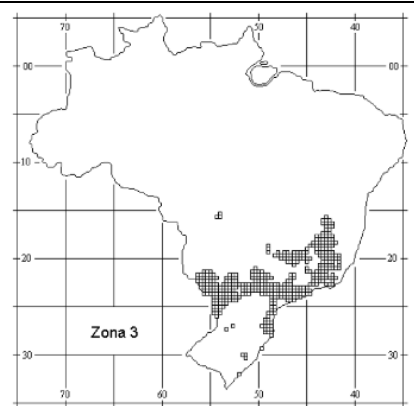
2.3 Conforto térmico e eficiência energética na HIS

2.3.1 Conforto térmico em HIS

A norma brasileira sobre o desempenho térmico de edificações, NBR 15220-3 (ABNT, 2005), que trata do zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, divide o território brasileiro em oito zonas bioclimáticas e, para cada zona, apresenta um conjunto de recomendações e estratégias construtivas visando à adequação climática dessas habitações.

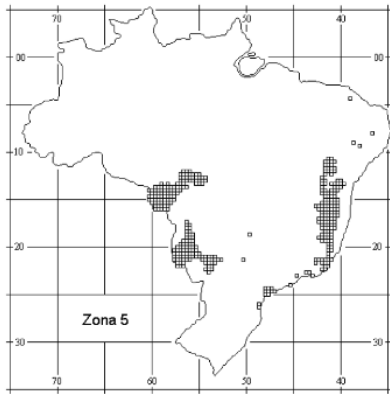
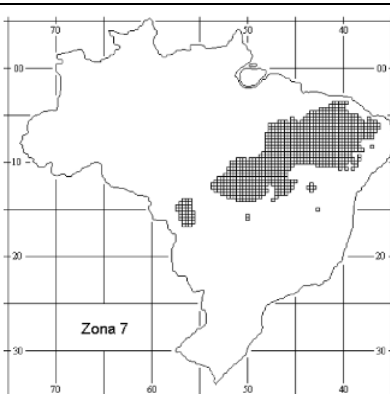
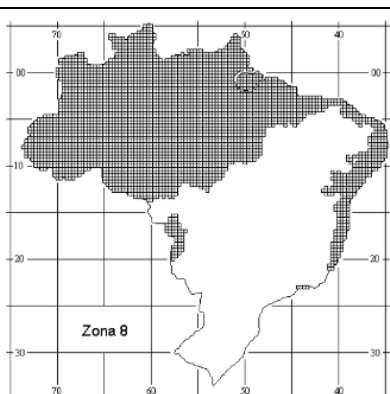
A ventilação natural cruzada é recomendada para sete das oito zonas bioclimáticas brasileiras. O quadro 3 apresenta os mapas das zonas bioclimáticas brasileiras e as recomendações do tamanho das aberturas e do período de ventilação para estas zonas.

Quadro 3 - Recomendações para ventilação natural conforme a NBR 15220-3 (ABNT, 2005)

Zona Bioclimática	Mapa	Recomendações	
		Tamanho das aberturas	Ventilação Natural
1		Aberturas médias, tamanho entre 15% a 25% da área de piso dos ambientes de permanência prolongada	Ventilação cruzada não recomendada
2		Aberturas médias, tamanho entre 15% a 25% da área de piso dos ambientes de permanência prolongada	Recomenda-se a ventilação cruzada no verão
3		Aberturas médias, tamanho entre 15% a 25% da área de piso dos ambientes de permanência prolongada	Recomenda-se a ventilação cruzada no verão
4		Aberturas médias, tamanho entre 15% a 25% da área de piso dos ambientes de permanência prolongada	Recomenda-se a ventilação seletiva no verão (nos períodos em que a temperatura interna seja superior à externa)

Continua.

Continuação do Quadro 3.

Zona Bioclimática	Mapa	Recomendações	
		Tamanho das aberturas	Ventilação Natural
5		Aberturas médias, tamanho entre 15% a 25% da área de piso dos ambientes de permanência prolongada	Recomenda-se a ventilação cruzada no verão
6		Aberturas médias, tamanho entre 15% a 25% da área de piso dos ambientes de permanência prolongada	Recomenda-se a ventilação seletiva no verão (nos períodos em que a temperatura interna seja superior à externa)
7		Aberturas pequenas, tamanho entre 10% a 15% da área de piso dos ambientes de permanência prolongada	Recomenda-se a ventilação seletiva no verão (nos períodos em que a temperatura interna seja superior à externa)
8		Aberturas grandes, tamanho acima de 40% da área de piso dos ambientes de permanência prolongada	Recomenda-se ventilação cruzada permanente no verão

Fonte: Adaptado de ABNT, 2005.

A NBR 15575-4 (ABNT, 2013), que aborda o desempenho dos sistemas de vedações verticais internas e externas de edificações habitacionais, também sugere percentuais de área de abertura para ventilação natural, mas percentuais diferentes dos sugeridos pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005).

Como mostra a tabela 1, para as zonas bioclimáticas 1 a 7, a área mínima de abertura para ventilação deve ser igual ou superior a 7% da área de piso do ambiente. Para a zona bioclimática 8, quando na região norte do Brasil, a área mínima de abertura deve ser igual ou superior a 12% da área de piso e nas regiões nordeste e sudeste, área mínima de abertura igual ou superior a 8% da área de piso.

Tabela 1 - Recomendações para ventilação natural conforme a NBR 15575-4 (ABNT, 2013).

Nível de desempenho	Aberturas para Ventilação (A)	
	Zonas 1 a 7 Aberturas médias	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	$A \geq 7\%$ da área de piso	$A \geq 12\%$ da área de piso REGIÃO NORTE DO BRASIL $A \geq 8\%$ da área de piso REGIÃO NORDESTE E SUDESTE DO BRASIL

Nota: nas zonas de 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.

Fonte: ABNT, 2013.

Observa-se que os percentuais de abertura para ventilação recomendados pelas principais normas brasileiras estão relacionados à área de piso dos ambientes de permanência prolongada e essas recomendações referem-se mais aos parâmetros de higiene e salubridade do que ao conforto dos usuários.

A ventilação natural dos edifícios pode ser influenciada por diversos fatores externos e internos como mostra o item 2.1.1 deste trabalho.

As aberturas normalmente são dimensionadas em função da área do ambiente, cuja razão é determinada pelos códigos de obras, pelas normas técnicas ou pela bibliografia específica, que consideram a área de piso ou da fachada como referencial. Todavia, tais documentos não deixam claro o critério utilizado na determinação do percentual estabelecido e tendem a desconsiderar as particularidades de cada sítio quanto à disponibilidade de vento. Seria mais correto se o dimensionamento das aberturas buscasse proporcionar condições satisfatórias mesmo em situações de baixa disponibilidade de vento (CUNHA, 2010, p. 36).

A tabela 2 mostra a necessidade de ventilação natural de algumas cidades brasileiras, durante o ano e no período de verão. As cidades na cor laranja apresentam grande necessidade de ventilação o ano inteiro e as cidades na cor azul necessitam de ventilação para conforto térmico no verão.

Tabela 2 - Necessidade de ventilação natural de algumas cidades brasileiras.

Cidade	Necessidade de ventilação natural	
	% das horas do ano	% das horas do verão
Belém	88,8	93,1
Florianópolis	36,4	77,1
Fortaleza	85,8	92,3
São Luiz	86,7	86,5
Maceió	76,4	84,9
Natal	84,2	88,7
Porto Alegre	23,3	59,0
Recife	67,8	76,2
Rio de Janeiro	60,9	78,0
Salvador	57,9	80,6
São Paulo	14,3	45,2
Vitória	60,9	87,4

Fonte: Adaptado de LAMBERTS, 2014.

Como explicam Santamouris e Wouters (2006), a ventilação contribui para o aumento do conforto térmico por meio de dois mecanismos:

- removendo o ar quente interno e substituindo-o por ar fresco com temperaturas mais baixas;
- resfriando o corpo humano através de mecanismos de convecção e transpiração;
- resfriando a edificação.

A renovação do ar dos ambientes dissipa calor, vapores, fumaças e poluentes (FROTA; SCHIFFER, 2007). Dessa forma, as condições de ventilação do ambiente interno têm influência direta na saúde, conforto e bem-estar dos ocupantes (YEANG, 1996; VIQUEIRA, 2003).

O uso da ventilação natural para manter as condições de higiene nos ambientes ganhou destaque na pandemia da COVID-19 em que a transmissão do vírus ocorre principalmente pelo ar (OPAS, 2020).

Um dos aspectos que recebem menor atenção na produção de HIS é o conforto térmico. Prioriza-se a simplificação de trabalho, resultando em repetição de

plantas-baixas e não há a devida atenção à criação de ambientes confortáveis (CARVALHO; FREITAS, 2015).

Morais (2013) analisou a ventilação natural de edifícios do PMCMV a partir de três tipologias de edificação e identificou a simetria das plantas como um aspecto de projeto que se repete nas HIS. Essa simetria formal comprometeu os resultados das três tipologias quando 50% dos apartamentos da planta ficavam do lado oposto à incidência de vento.

Claro que neste tipo de construção a padronização é um item de economia e, portanto, é adotado pelos executores da obra. No entanto, se os apartamentos fossem pensados de modo mais independente no tocante à posição e quantidade de aberturas, bem como configuração do ambiente interno, talvez poderiam ser atingidos melhores resultados. É claro que pra isso, o ideal é realizar primeiramente estudos em CFD's para que o projetista chegue a uma solução mais eficiente do ponto de vista da ventilação natural, porém viável para o executor (MORAIS, 2013, p. 201).

Simões (2018) analisou dois conjuntos habitacionais de interesse social em João Pessoa/PB e identificou que na maioria das residências foram realizadas adaptações pelos moradores visando, dentre outros aspectos, melhorar a qualidade de suas habitações. Algumas intervenções, como a retirada de esquadrias e a utilização da área total do lote, acabaram piorando as condições de conforto criando ambientes confinados, sem ventilação e iluminação, com umidade excessiva e mofo. O desconforto térmico nas habitações gerou uma mudança de comportamento nos usuários que passaram a utilizar ventiladores com mais frequência, trocar esquadrias, dormir na sala e permanecer na área externa (SIMÕES, 2018).

Em seu trabalho, Simões (2018) também alerta sobre a necessidade de um maior investimento na qualidade da HIS, especialmente em relação à economia de energia.

Deve ser reavaliada a forma como essas construções de habitação de interesse social (HIS) estão sendo pensadas, desde a localização de implantação, as técnicas construtivas, a escolha dos materiais que serão utilizados, a execução, a participação da população na elaboração do projeto, entre muitos outros fatores fundamentais para o bom desempenho das construções (SIMÕES 2018, p. 13).

Por meio desse estudo, entende-se que as adaptações em HIS devem ser orientadas por profissionais que indiquem estratégias mais adequadas, que não

piores as condições de habitabilidade ou aumentem o consumo de energia dessas edificações.

Principalmente em regiões de climas quentes, o acúmulo de calor nos edifícios gera a necessidade do uso de condicionadores de ar, aumentando o consumo de energia elétrica. O desconforto térmico gera a necessidade de maior consumo de energia elétrica para o condicionamento térmico.

2.3.2 Eficiência energética em HIS

Para alcançar melhor eficiência energética, os projetos habitacionais devem buscar soluções que minimizem os gastos com condicionamento ambiental, fornecer alternativas ao uso do chuveiro elétrico, como aquecimento de água, e diminuir gastos energéticos com equipamentos (SUSHI, 2010).

Entende-se como eficiência a execução de uma atividade, de forma similar ou em maior escala com menos recursos e a mesma qualidade. No que diz respeito a energia, o conceito de eficiência energética representa, pelo lado da oferta, o fornecimento da mesma quantidade de energia com menos recursos naturais ou, pelo lado da demanda, consumir o mesmo bem com menos energia a custos acessíveis (MARTINS, 2018, p. 4).

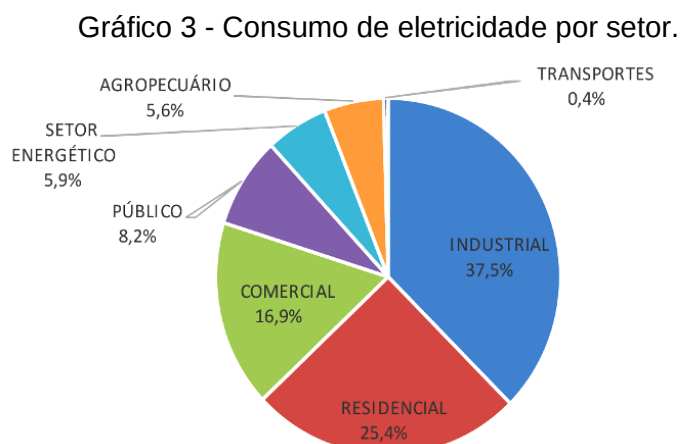
No Brasil, o consumo de energia elétrica cresce a cada ano nos setores residencial, comercial, público e industrial. No setor residencial, de 2016 a 2018, o consumo de eletricidade alcançou 46% (Tabela 3) comparado ao consumo de outras fontes de energia (BRASIL, 2019).

Tabela 3 - Consumo de energia do setor residencial de 2009 a 2018.

FONTES	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	%
GÁS NATURAL	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	NATURAL GAS
LENHA	32,6	30,9	28,0	27,2	24,2	24,6	25,4	24,4	24,4	24,7	FIREWOOD
GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO	26,4	26,7	27,4	26,9	27,5	26,3	26,2	26,5	26,4	25,9	LIQUEFIED PETROLEUM GAS
QUEROSENE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	KEROSENE
GÁS CANALIZADO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	GASWORKS GAS
ELETRICIDADE	37,4	39,1	41,4	42,6	45,3	45,8	45,2	46,0	46,2	46,4	ELECTRICITY
CARVÃO VEGETAL	2,5	2,2	2,1	2,0	1,7	1,9	1,9	1,7	1,4	1,4	CHARCOAL
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	TOTAL

Fonte: BRASIL, 2019.

Segundo o Balanço Energético Nacional de 2019 (BRASIL, 2019), o setor residencial, no ano de 2018, com participação de 25,4% em consumo de eletricidade, perde apenas para o setor industrial que apresentou consumo de 37,5%. O gráfico 3 compara o consumo de eletricidade por setores.



Fonte: BRASIL, 2019.

O consumo excedente de energia elétrica por parte dos edifícios motivou o processo de etiquetagem de edificações e por meio do Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO, em parceria com a Eletrobrás e o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, desenvolveram os Regulamentos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C (BRASIL, 2010) e de Edifícios Residenciais – RTQ-R (BRASIL, 2012) e a Etiqueta PBE Edifica.

Além da etiquetagem por meio do PBE, existe outra certificação ambiental para edifícios no Brasil, como o Selo Casa Azul CAIXA. Uma maneira de promover o uso racional de recursos naturais nas construções e a melhoria da qualidade da habitação. Sua principal finalidade é reconhecer projetos que adotam soluções eficientes na construção, uso, ocupação e manutenção dos edifícios (TRIANA; GHISI, 2013).

As edificações que apresentam bons resultados em certificações ambientais tornam-se referência no mercado imobiliário brasileiro e, para os projetistas e construtores, na busca da redução de impactos ambientais e desperdícios.

Em 2005, A Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano – CDHU instalou 136 Sistemas de Aquecedores Solares – SAS, para o uso do chuveiro no

município de Cafelândia, interior de São Paulo. A partir disso, em 2007, essa Companhia se consolidou como produtora de HIS e em 2008 adotou o SAS como padrão para eficiência energética em seus empreendimentos (SUSHI, 2010). A figura 24 mostra um exemplo de SAS instalado em um conjunto habitacional em Itápolis/SP.

Figura 24 - Sistema de aquecedores solares em habitações de Itápolis/SP.



Fonte: CDHU apud SUSHI, 2010.

Estratégias de eficiência energética adotadas para projetos de HIS que estejam mais adaptados às condições locais tornam-se fatores de extrema importância na situação socioeconômica atual, pois atende aos requisitos de sustentabilidade e gera um retorno financeiro à população residente deste tipo de habitação. Para isto, devem-se considerar sempre soluções que levem em conta as diferenças climáticas do local para evitar ou minimizar a necessidade de consumo de energia proveniente do condicionamento artificial e garantir maior conforto aos usuários (SUSHI, 2010, p. 21).

A energia elétrica no Brasil é uma das mais caras do mundo. Conforme o diretor-geral da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, Romeu Rufino, em uma entrevista, “O valor da energia está atingindo um patamar muito preocupante. Os valores aplicados atualmente chegam próximos ao limite da capacidade de pagamento do consumidor” (FIEP, 2018, p. 1).

Cerca de 50% do custo da energia produzida no país pertence à geração, transmissão e distribuição. A outra metade são 30% impostos e 20% subsídios (FINEP, 2018).

Insumo fundamental para todas as cadeias produtivas, a energia tem peso expressivo na planilha de custos das empresas. E o valor que elas pagam por esse insumo está entre os mais altos do mundo, comprometendo sua competitividade. [...] as companhias brasileiras pagam a sexta tarifa mais cara, atrás apenas de Índia, Itália, Singapura, Colômbia e República Tcheca (FIEP, 2018, p. 1).

Infelizmente, o alto custo da energia elétrica é repassado ao consumidor, que encontra maneiras de reduzir o consumo no dia a dia. De certa forma, esse custo elevado incentiva os usuários a consumir de maneira mais consciente, diminuindo o desperdício.

As habitações de interesse social geralmente são destinadas à população de rendas mais baixas e a redução de gastos com o consumo de energia elétrica permite um maior investimento dos poucos recursos dos moradores em necessidades básicas como alimentação e saúde.

O combate ao desperdício de energia elétrica gera vantagens: para o consumidor, que compromete menor parcela de sua renda; para o setor elétrico, que transfere investimentos ao atendimento de novos clientes; e para a sociedade, que além de economizar recursos, ganha com a geração de novos empregos nas atividades de efficientização energética e na conservação do meio ambiente (MAGALHÃES, 2001).

A eficiência na utilização dos recursos energéticos de um país pode ser medida por meio do Indicador de Intensidade Energética – IIE (MARTINS, 2018).

O IIE é calculado pela razão entre o consumo total de energia de um país, em unidades de energia, e o PIB da economia, em valores monetários. Define o grau de eficiência da utilização energética em relação à riqueza do país, desta forma quanto menor o uso de energia por unidades monetárias, maior a eficiência da economia (MARTINS, 2018, p. 7).

A eficiência energética traz benefícios para a economia do país e ainda há benefícios não monetários que são mais difíceis de contabilizar. “Para consumidores e empresários, esses benefícios são” (MARTINS, 2018, p. 6):

- ambiente interno melhorado, conforto, saúde e segurança;
- ruídos reduzidos por meio de melhor isolamento;
- economias de tempo e trabalho graças a iluminação mais eficiente;
- economia de água e redução de desperdício por aparelhos mais eficientes;
- diminuição ou eliminação do equipamento de uso-final;
- controle de processos mais elaborado.

“Para a sociedade a nível regional, nacional ou global, os benefícios não monetários podem ser apontados como” (MARTINS, 2018, p. 7):

- segurança de suprimento de energia via redução das importações;
- segurança nacional por meio de fluxo reduzido de materiais perigosos (radioativos e físséis);
- geração de empregos e renda;
- aumento da competitividade internacional de produtos e serviços produzidos em território nacional;
- maior proteção e desenvolvimento ambiental.

Sabendo que são altos os valores investidos na produção, transmissão e distribuição de energia no Brasil, a eficiência energética traz a redução do consumo, poupando recursos que podem ser investidos em necessidades básicas da população mais carente, melhorando a sua qualidade de vida.

Especialmente para HIS, a ventilação natural torna-se uma estratégia ainda mais importante para a obtenção do conforto térmico e eficiência energética, porque os seus usuários, sendo de baixa renda, possuem menos recursos para comprar equipamentos de condicionamento térmico e para cobrir as despesas do consumo de energia desses equipamentos.

2.4 Principais estudos sobre o peitoril ventilado

Os estudos sobre peitoril ventilado são brasileiros. Dentre estes tem-se o estudo de Leal, Cândido e Bittencourt (2006), que trata da influência da forma do peitoril ventilado na ventilação natural de escolas no clima quente e úmido. Sua principal contribuição é que o formato do peitoril ventilado influencia diretamente no insuflamento de ar no interior dos ambientes.

Bittencourt et al. (2007) estudaram o desempenho do peitoril ventilado para aumentar a ventilação natural em escolas de Maceió/AL. Os autores verificaram que o dispositivo pode aumentar o fluxo de ar no interior das salas de aula, particularmente no plano de trabalho dos estudantes.

Bittencourt et al. (2007) também estudaram a influência do tipo de fechamento dos peitoris ventilados na velocidade e distribuição da ventilação natural em salas de aula. Observou-se que o tipo de fechamento influencia significativamente a velocidade e distribuição do ar e que o melhor fechamento para o peitoril ventilado foi um tubo de metal, pois exerceu menor resistência ao escoamento e promoveu um escoamento mais uniforme do ar dentro da sala de aula. Apesar de o tubo de metal oferecer menor

resistência ao vento, não permite o direcionamento do sentido do fluxo de ar que atravessa a abertura do dispositivo como uma aleta pivotante horizontal.

Oiticica e Bertolli (2008) investigaram a melhoria da atenuação do ruído em fachadas contendo diferentes tipologias de peitoril ventilado utilizados em regiões de clima quente úmido, buscando subsídios para viabilizar a melhor relação entre ventilação natural, eficiência energética e acústica. Os autores utilizaram materiais absorvedores e ressonadores acústicos nas superfícies internas do peitoril ventilado concluindo que é possível melhorar as condições acústicas do dispositivo arquitetônico.

Oiticica (2010) estudou o desempenho acústico de diferentes tipologias do peitoril ventilado. A autora concluiu que o uso de fechamento basculante pode melhorar o desempenho acústico do dispositivo arquitetônico em momentos mais ruidosos.

O quadro 4 apresenta 10 trabalhos desenvolvidos no Brasil sobre peitoril ventilado. Apenas um destes, em azul, estudou diferentes configurações da aleta de fechamento da abertura do dispositivo, assim como esta tese.

Quadro 4 - Trabalhos sobre peitoril ventilado no Brasil, em ordem cronológica.

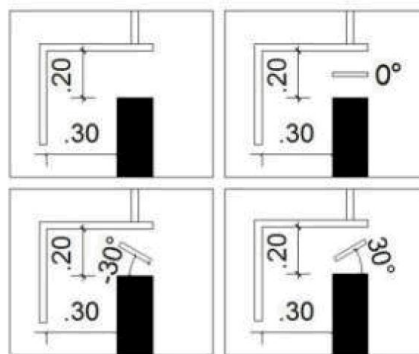
Autor (Ano)	Título	Tipo
Leal, Cândido e Bittencourt (2005).	Estudo do desempenho do peitoril ventilado para aumentar a ventilação natural em espaços de sala de aula.	Artigo
Leal, Cândido e Bittencourt (2006).	A influência da forma do peitoril ventilado na ventilação natural de escolas no clima quente e úmido.	Artigo
Leal, Cândido e Bittencourt (2006).	A influência na distribuição e ventilação natural a partir do uso do peitoril ventilado em escolas.	Artigo
Bittencourt, Sacramento, Cândido e Leal (2007).	Estudo do desempenho do peitoril ventilado para aumentar a ventilação natural em escolas de Maceió/AL.	Artigo
Bittencourt, Sacramento, Leal e Cândido (2007).	A influência do tipo de fechamento dos peitoris ventilados na velocidade e distribuição da ventilação natural em salas de aula.	Artigo
Oiticica, Bertolli (2008).	Melhoria do desempenho acústico em peitoril ventilado.	Artigo
Oiticica (2010).	Desempenho acústico de diferentes tipologias de peitoris ventilados.	Tese
Oiticica, Bertolli (2010).	Influência de diferentes materiais no desempenho acústico de peitoris ventilados	Artigo
Montenegro, Xavier e Bittencourt (2012).	A influência de aletas com diversas inclinações no escoamento da ventilação natural através do peitoril ventilado.	Artigo
Maciel (2018).	Desempenho acústico de peitoril ventilado utilizando técnicas de controle ativo de ruído.	Artigo

Fonte: Elaborado pela autora.

Montenegro, Xavier e Bittencourt (2012) examinaram a influência de diferentes inclinações da aleta do peitoril ventilado no escoamento da ventilação natural. O estudo utilizou ensaios com modelos físicos em mesa d'água.

Os modelos físicos são de um dormitório de uma residência térrea unifamiliar e as dimensões e posições da aleta escolhidas para o peitoril ventilado são apresentados na figura 25, com 0,30m e 0,20m para aberturas de entrada e saída do peitoril ventilado, dispositivo sem aleta e posições de aleta horizontal e inclinadas para cima e para baixo a 30°.

Figura 25 - Dimensões e posições da aleta de fechamento adotadas para o peitoril ventilado.



Fonte: MONTENEGRO; XAVIER; BITTENCOURT, 2012.

Os autores observaram em seus resultados que:

A existência das aletas no peitoril ventilado se constitui em um importante instrumento de controle desse dispositivo, permitindo o fechamento da abertura nos períodos em que a ventilação for indesejável. Além disso, as aletas permitem um redirecionamento do vento incidente que varia de acordo com o posicionamento das mesmas (MONTENEGRO; XAVIER; BITTENCOURT, 2012, p. 8).

Acentua-se a carência de estudos sobre o peitoril ventilado e destaca-se o ineditismo desta tese, que utiliza modelos virtuais em CFD de uma residência térrea unifamiliar.

Este referencial teórico apresentou um resumo das principais variáveis arquitetônicas que influenciam o padrão da ventilação natural nas edificações, situando o peitoril ventilado como um dispositivo arquitetônico que pode ser utilizado para melhorar a ventilação natural interna dos ambientes nos edifícios.

Também observou-se, neste capítulo, um histórico da origem e produção da HIS no Brasil, em que apesar de ter surgido para solucionar a carência de habitações

no país, esse tipo de edificação vem sendo produzido há muitos anos, visando ao baixo custo, de maneira padronizada, implantadas em diferentes regiões, sem considerar as condições climáticas locais. Essa prática tem resultado em edificações com baixa qualidade estrutural e de desempenho térmico. O desempenho das HIS relativo ao conforto térmico pode ser melhorado com a simples iniciativa de utilizar mais a ação dos ventos dominantes locais, utilizando como exemplo, dispositivos que incrementam a ventilação natural interna das habitações.

Apresentou-se também os principais trabalhos sobre o peitoril ventilado, destacando a necessidade de ampliar as pesquisas sobre o dispositivo.

O peitoril ventilado, como dispositivo para o incremento da ventilação natural, pode melhorar a ventilação interna dos ambientes por meio do direcionamento do fluxo de vento para as regiões mais baixas, onde os usuários encontram-se sentados ou deitados.

O refrescamento das áreas em que os usuários estão localizados pode aumentar o conforto dos usuários da HIS reduzindo a necessidade do consumo de energia elétrica para o condicionamento térmico.

3 MÉTODO

O método adotado consiste em uma análise comparativa do desempenho da ventilação natural de modelos computacionais com base na configuração do peitoril ventilado em diferentes cenários, variando-se a velocidade do vento, o ângulo de incidência do vento, o controle das aberturas e o posicionamento da aleta de fechamento do peitoril ventilado.

3.1 Análises paramétricas de diferentes configurações do peitoril ventilado

Análises paramétricas de modelos com diferentes configurações podem ser utilizadas para avaliar o desempenho de edifícios tanto construídos como em fase de projeto. As simulações computacionais se constituem em ferramentas úteis quando se quer comparar o desempenho de determinado componente construtivo pelo fato de ser possível manter as condições gerais do entorno facilitando a identificação dos exatos efeitos produzidos por cada uma das variáveis examinadas (HOOFF; BLOCKEN, 2013; TRINDADE et al., 2010; BITTENCOURT, 1993). Seria inviável criar essas condições em medições com modelos reais. Além disso, as simulações permitem a identificação da velocidade, pressão e direção fluxo do ar em qualquer parte da construção examinada.

Em simulações computacionais de ventilação natural, os programas de mecânica dos fluidos CFD (*Computer Fluid Dynamics*) possibilitam análises complexas do comportamento do vento cada vez mais fiéis aos aspectos físicos da ventilação. O método de simulação em CFD permite o controle das condições de contorno através da definição do domínio⁶ (BITTENCOURT, 1993).

3.1.1 O *Software* utilizado

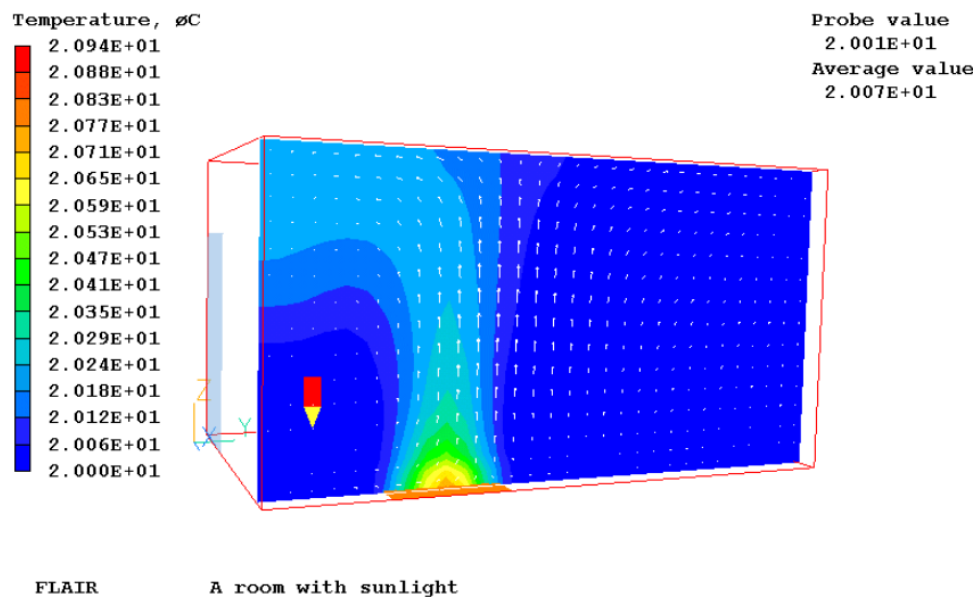
Para as análises de ventilação natural do presente trabalho foi utilizado o software CFD intitulado PHOENICS 2018, versão 1.0 (CHAM, 2018), ferramenta de simulação confiável, amplamente utilizada em trabalhos acadêmicos, que se baseia no método dos volumes finitos, um método comumente utilizado na resolução de problemas de escoamento (OLIVEIRA, 2009).

⁶ Região dimensionada em proporção à geometria do modelo, onde ocorre a simulação. No caso da simulação da ventilação natural de edificações, é no domínio que o vento atravessa e/ou contorna a edificação.

Este programa vem sendo utilizado para a análise do desempenho da ventilação natural em modelos de edifícios, módulo Core, no Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Alagoas. O *software* é uma das ferramentas mais avançadas na investigação do comportamento da ventilação natural (CHOW apud CÂNDIDO, 2006).

Além do módulo Core, o *software* também possui módulo Flair que acrescenta análises de temperatura como do calor que é gerado pela radiação solar direta no interior de um ambiente (CHAM, 2021). A Figura 26 mostra os resultados em vetores e campos de cores com temperaturas em graus Celsius de um ambiente com luz solar direta incidindo no piso.

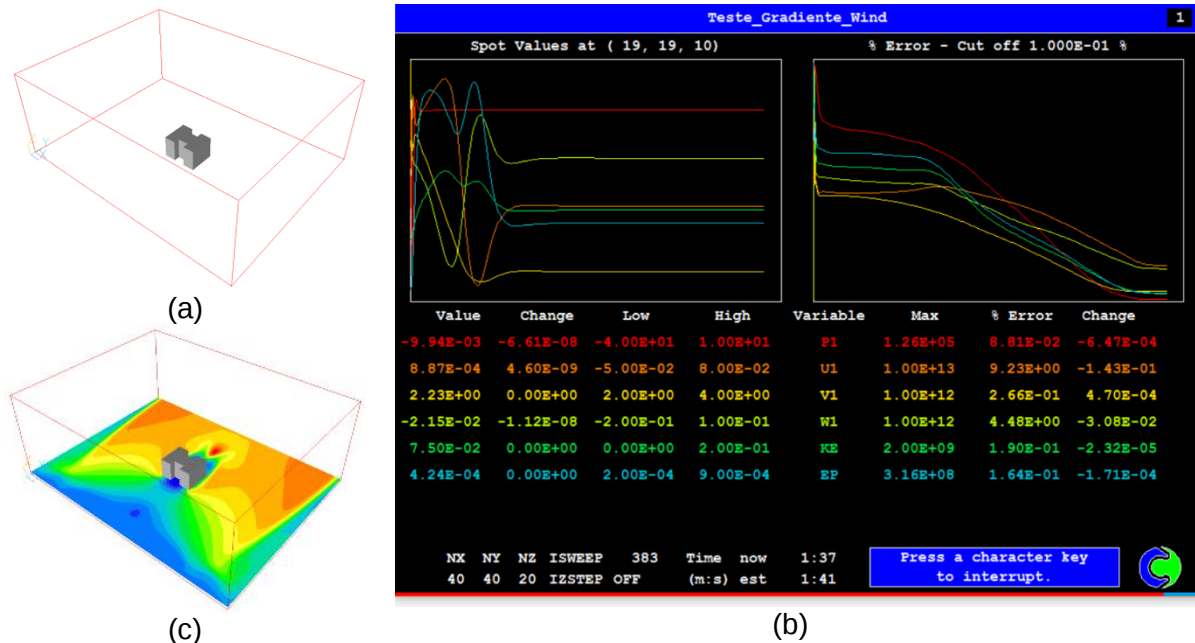
Figura 26 - Exemplo de utilização do PHOENICS no módulo Flair, ambiente com luz solar direta.



Fonte: CHAM, 2021.

O PHOENICS funciona basicamente em três ambientes (Figura 27): o chamado pré-processamento, onde é construído o modelo de simulação com todas as configurações e parâmetros necessários para a simulação; o ambiente de processamento, em que o *software* realiza os cálculos com base nas configurações prévias e onde verifica-se o tempo estimado de simulação; e o pós-processamento, onde são feitos os ajustes para a visualização adequada dos resultados.

Figura 27 - (a) Ambiente de pré-processamento, (b) janela de processamento e (c) ambiente de pós-processamento no PHOENICS.

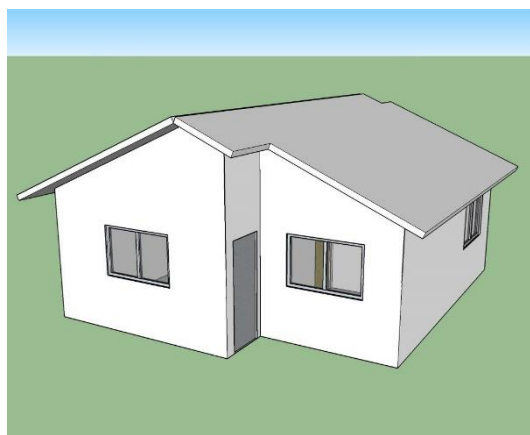
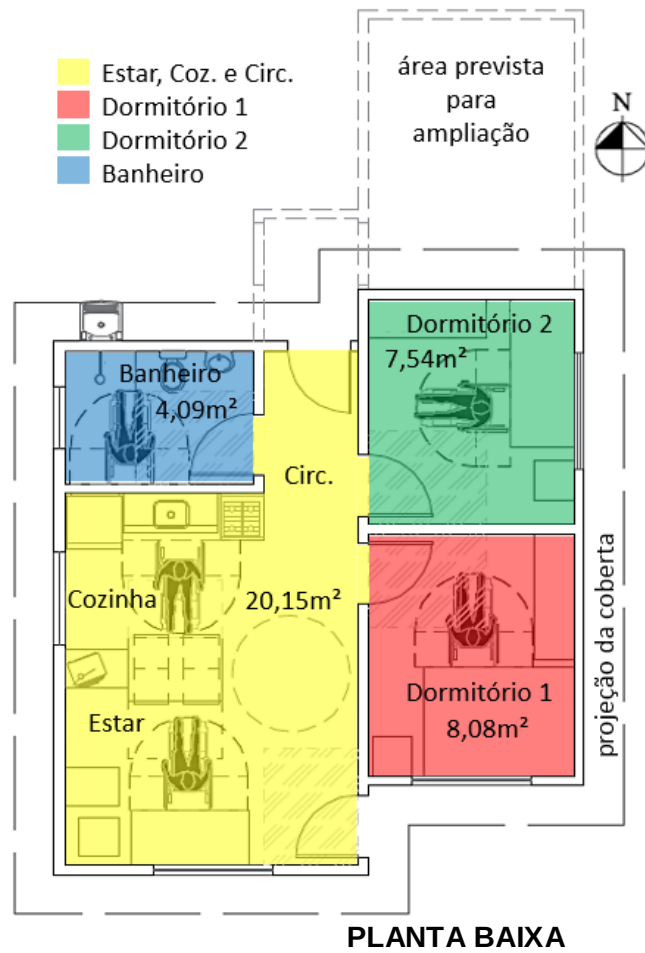


Fonte: Elaborada pela autora, 2012.

3.1.2 Descrição dos modelos de simulação

O modelo base de simulação foi escolhido em um trabalho desenvolvido por Triana et al. (2015), que identificou diferentes modelos de habitação de interesse social comumente implantados no Brasil e realizou avaliações do nível de eficiência energética desses modelos. A figura 28 apresenta a planta baixa e a perspectiva do modelo escolhido, correspondente a uma unidade habitacional térrea, unifamiliar, de interesse social. Na planta baixa, os ambientes estão representados nas cores: amarelo, para a sala de estar, cozinha e circulação, com área de 20,15m²; em vermelho e verde estão, respectivamente, os dormitórios 1 com 8,08m² e o dormitório 2 com 7,54m²; e em azul o banheiro medindo 4,09m². Essa tipologia foi escolhida por apresentar uma volumetria mais simplificada que corresponde à grande parte das HIS utilizadas nos conjuntos habitacionais de residências térreas unifamiliares implantados no país. Os materiais construtivos e áreas dos ambientes, são apresentados no quadro 5.

Figura 28 - Planta baixa e perspectiva externa do modelo de residência utilizado para as simulações computacionais.



PERSPECTIVA EXTERNA

Fonte: Adaptado de TRIANA et al., 2015.

Quadro 5 - Características construtivas da residência.

Paredes	Alvenaria de blocos cerâmicos 9x14x19 cm, com chapisco, emboço e reboco, totalizando 13 cm de espessura.
Piso	Revestimento cerâmico.
Janelas	Alumínio e vidro. Janelas de correr da sala e quartos = 1,50 m ² , janela de correr da cozinha = 1,20 m ² , janela balculante do banheiro = 0,48 m ² .
Portas	Portas externas em metal e internas em madeira = 0,80 x 2,10 m ² .
Forro	PVC.
Cobertura	Telha cerâmica.
Áreas	Quarto 1 = 8,07 m ² , Quarto 2 = 7,54 m ² , Sala/Cozinha = 20,04 m ² , Banheiro = 4,09 m ² .

Fonte: Adaptado de TRIANA et al, 2015.

A partir do modelo base, foram consideradas como variáveis de simulação a presença do peitoril ventilado, o posicionamento da aleta de fechamento do peitoril ventilado, velocidades do vento, diferentes incidências do vento e cenários sobre o controle das aberturas em situações para o dia e para a noite, que estão descritas no quadro 6.

Quadro 6 - Variáveis de simulação.

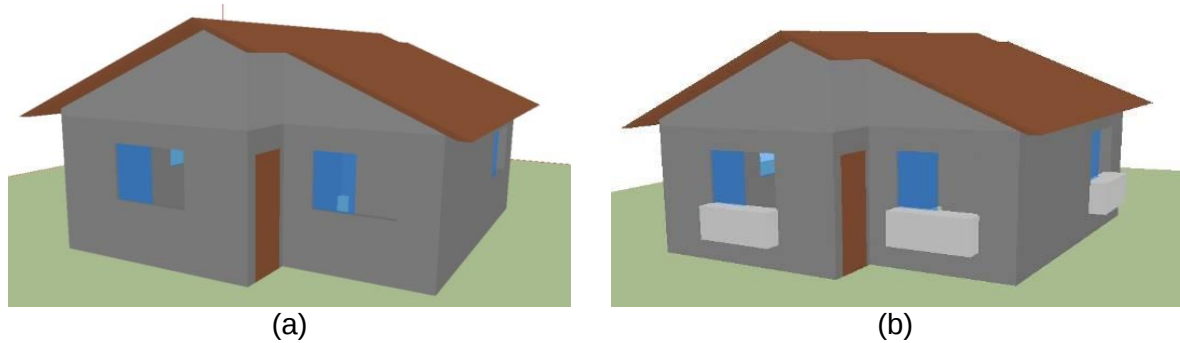
Variável	Descrição	
Presença do peitoril ventilado na sala/cozinha e dormitórios	Modelo do projeto original (sem peitoril ventilado).	
	Modelos com peitoril ventilado.	
Posicionamento da aleta de fechamento do peitoril ventilado	Horizontal.	
	Inclinada a 30° para cima.	
	Inclinada a 30° para baixo.	
Velocidade do vento	2m/s.	
	4m/s.	
Incidência do vento	Oito incidências para o modelo do projeto original.	
	Quatro incidências para os modelos com peitoril ventilado.	
Cenários do controle das aberturas	Modelo do projeto original	Dia: Portas internas e janelas abertas.
		Noite: Portas internas e janelas fechadas. Nesse cenário não há movimento do ar interno, por isso não foi simulado.
	Modelos com peitoril ventilado	Dia: Janelas, portas internas e peitoris ventilados abertos.
		Noite: Janelas fechadas e portas internas e peitoris ventilados abertos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Nos modelos em que as janelas serão consideradas abertas, como as janelas de correr podem ser abertas para os dois lados, foram fixados abertos os lados que proporcionam o melhor efeito de ventilação cruzada no interior da residência. As portas externas dos modelos foram fixadas na posição fechada, por questão de privacidade, considerando que as residências não possuem muros. A figura 29

apresenta o modelo do projeto original sem peitoril ventilado e o modelo com a inserção do dispositivo, construídos no PHOENICS.

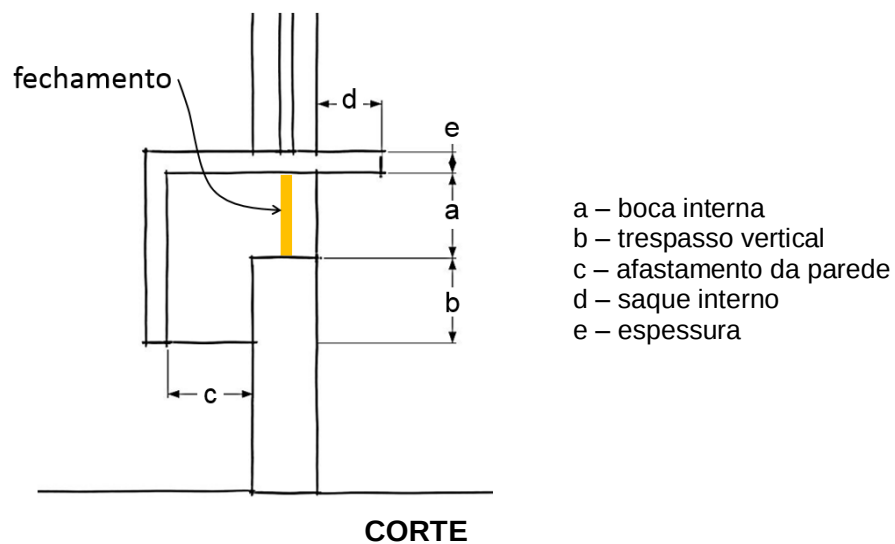
Figura 29 - (a) Modelo do projeto original; (b) Modelo com peitoril ventilado.



Fonte: Elaborada pela autora.

A figura 30 mostra as partes de um peitoril ventilado e a figura 31 apresenta as dimensões do peitoril ventilado utilizado nas simulações.

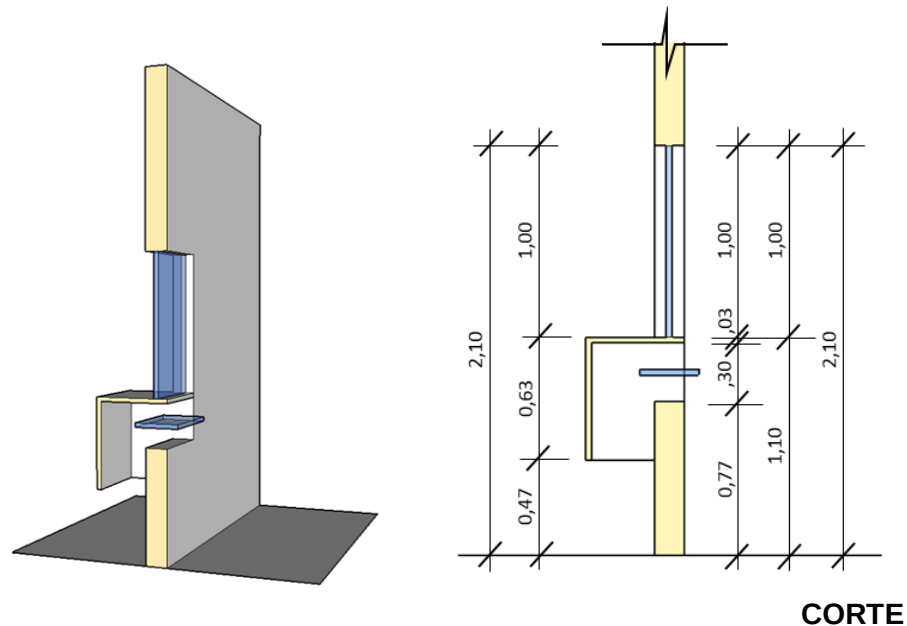
Figura 30 - Partes do peitoril ventilado.



Fonte: Elaborada pela autora.

Conforme a figura 35, as dimensões do peitoril ventilado utilizado são 30cm para a boca interna, o trespasso vertical e o afastamento da parede, 3cm para a espessura do elemento em forma de “L” invertido e saque interno inexistente. A largura da abertura do dispositivo é igual à da janela de 1,50m.

Figura 31 - Dimensões do peitoril ventilado.

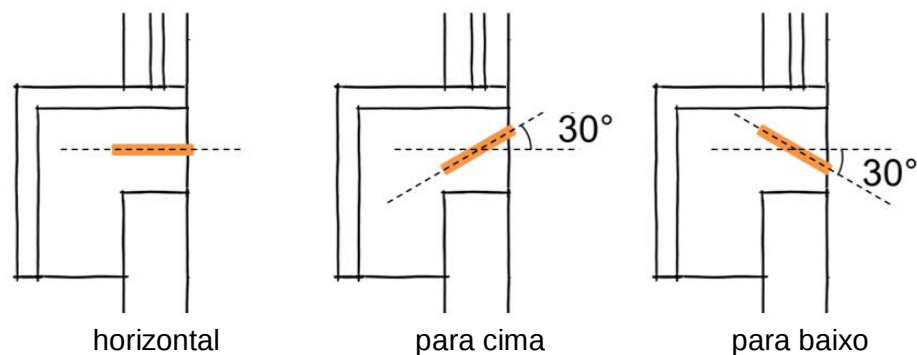


Fonte: A autora.

Como variáveis de simulação, serão estudados três diferentes posicionamentos do fechamento pivotante horizontal do peitoril ventilado, duas velocidades do vento e quatro incidências do vento na edificação.

A figura 32 mostra os posicionamentos do fechamento do dispositivo sendo eles horizontal, inclinado a 30° para cima e inclinado a 30° para baixo.

Figura 32 - Posições do fechamento pivotante. Representação esquemática.



Fonte: A autora.

As duas velocidades do vento escolhidas são 2m/s e 4m/s. Essa escolha se deu pela verificação das velocidades médias anuais do vento das capitais brasileiras (Quadro 9). As velocidades médias anuais das capitais variam entre 1m/s e cerca de 4 m/s. A velocidade de 1m/s é considerada muito baixa para utilizar em simulações

de ventilação de edifícios, porque a velocidade é reduzida pelo gradiente de vento. Isso dificulta a entrada de ar no interior dos ambientes do modelo. Com isso, foram escolhidas a velocidade intermediária de 2m/s e a maior de 4m/s, considerando que as duas velocidades apresentarão diferenças significativas nos resultados. No quadro 7, destaca-se em azul, as capitais brasileiras que se encontram dentro desse intervalo de velocidade média anual do vento entre 2m/s e 4m/s.

Quadro 7 - Velocidades médias anuais do vento das capitais brasileiras.

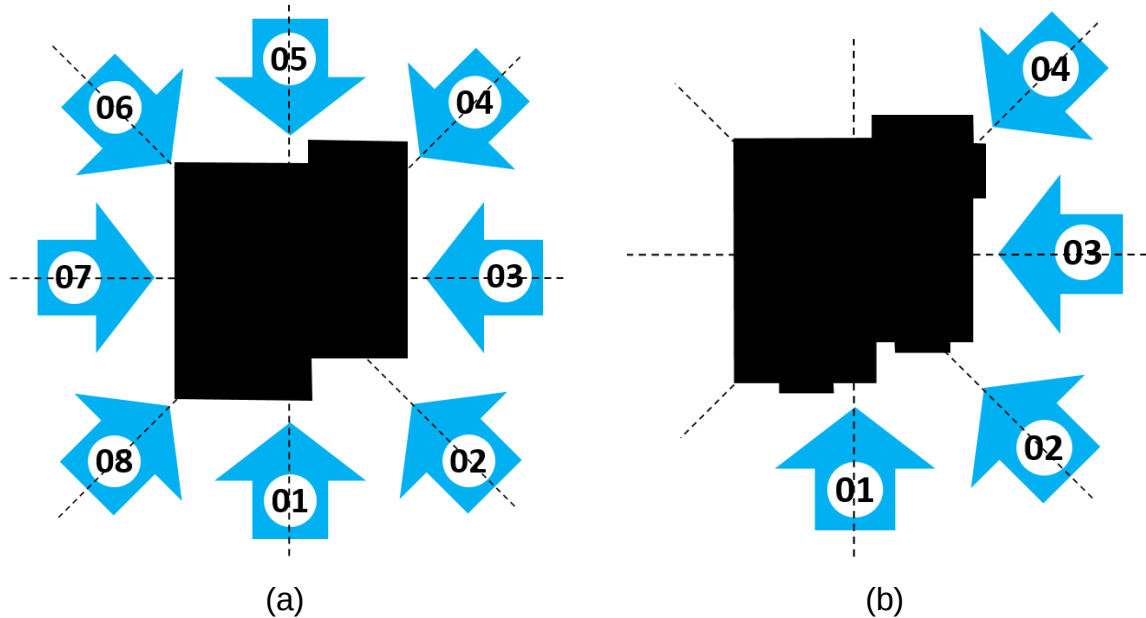
Capital		Velocidade média anual
1	Aracaju - SE	3,37
2	Belém - PA	1,00
3	Belo Horizonte - MG	2,25
4	Boa vista - RR	1,53
5	Brasília - DF	2,45
6	Campo Grande - MS	3,45
7	Cuiabá - MT	1,93
8	Curitiba - PR	2,18
9	Florianópolis - SC	2,43
10	Fortaleza - CE	2,25
11	Goiânia - GO	1,41
12	João Pessoa - PB	2,42
13	Macapá - AP	1,27
14	Maceió - AL	2,73
15	Manaus - AM	1,40
16	Natal - RN	4,23
17	Palmas - TO	1,64
18	Porto Alegre - RS	1,56
19	Porto Velho - RO	1,39
20	Recife - PE	1,83
21	Rio Branco - AC	1,43
22	Rio de Janeiro - RJ	1,35
23	Salvador - BA	1,28
24	São Luiz - MA	2,08
25	São Paulo - SP	2,08
26	Teresina - PI	1,32
27	Vitória - ES	2,04

Fonte: Adaptado de LABEEE, 2005.

Foram escolhidas oito incidências de vento para as simulações do modelo do projeto original e, dentre essas, quatro incidências de vento mais favoráveis à ventilação natural interna da habitação, para o estudo dos modelos com peitoril ventilado (Figura 33). As quatro incidências de vento para os modelos com peitoril

ventilado foram escolhidas com base nos resultados das simulações do projeto original.

Figura 33 - Incidências do vento. (a) Modelo original; (b) Modelo com peitoril ventilado.



Fonte: A autora.

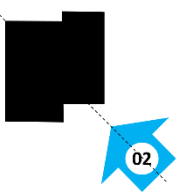
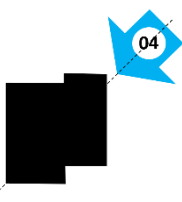
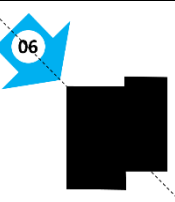
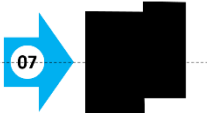
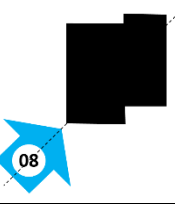
3.1.3 Construção das matrizes de simulação

A partir da combinação das variáveis da presença do peitoril ventilado, do posicionamento da aleta de fechamento do peitoril ventilado, da velocidade do vento, da incidência do vento e cenários sobre o controle das aberturas em situações para o dia e para a noite, foram elaboradas quatro matrizes de simulação que totalizam 64 modelos (Quadros 8 a 11).

O quadro 8 mostra os modelos de 1 a 8, resultantes da combinação de oito incidências do vento, com velocidade do vento de 2m/s, para o projeto original, em um cenário de dia, com portas internas e janelas abertas.

O quadro 9 mostra os modelos de 9 a 16, resultantes da combinação de oito incidências do vento, com velocidade do vento de 4m/s, para o projeto original, em um cenário de dia, com portas internas e janelas abertas.

Quadro 8 - Matriz de simulação do projeto original, velocidade do vento de 2m/s.

Configuração	Velocidade do vento	Incidência do vento	Modelo
Projeto original sem peitoril ventilado, com portas internas e janelas abertas (Dia).	2m/s		1
			2
			3
			4
			5
			6
			7
			8

Fonte: A autora.

Quadro 9 - Matriz de simulação do projeto original, velocidade do vento de 4m/s.

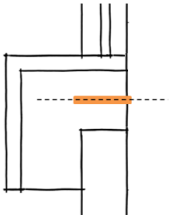
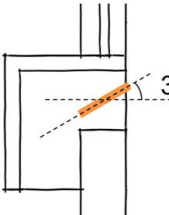
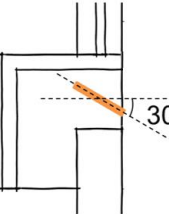
Configuração	Velocidade do vento	Incidência do vento	Modelo
Projeto original sem peitoril ventilado, com portas internas e janelas abertas (Dia).	4m/s		9
			10
			11
			12
			13
			14
			15
			16

Fonte: A autora.

As matrizes de simulação dos modelos com peitoril ventilado, quadros 10 e 11, resultaram da combinação de quatro incidências de vento, velocidades do vento de 2m/s e 4m/s, três posições da aleta de fechamento do peitoril ventilado e dois cenários, sendo um para o dia e o outro para a noite.

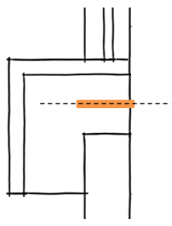
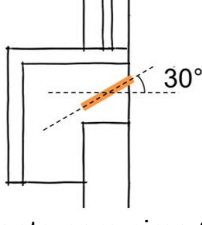
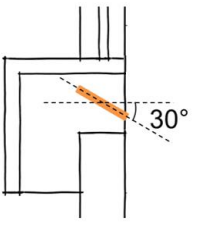
O quadro 10 mostra os modelos de 17 a 40, considerando o cenário de dia com janelas, portas internas e peitoris ventilados abertos e o quadro 11 apresenta os modelos de 41 a 64, para o cenário de noite com janelas fechadas e portas internas e peitoris ventilados abertos.

Quadro 10 - Matriz de simulação de modelos com peitoril ventilado, configuração para o dia.

Controle das aberturas	Posicionamento da aleta de fechamento do peitoril ventilado	Velocidade do vento	Incidência do vento	Modelo
Janelas, portas internas e peitoris ventilados abertos (Dia).	 Pivotante horizontal	2m/s	1	17
			2	18
			3	19
			4	20
		4m/s	1	21
			2	22
			3	23
			4	24
	 Pivotante para cima 30°	2m/s	1	25
			2	26
			3	27
			4	28
		4m/s	1	29
			2	30
			3	31
			4	32
	 Pivotante para baixo 30°	2m/s	1	33
			2	34
			3	35
			4	36
		4m/s	1	37
			2	38
			3	39
			4	40

Fonte: A autora.

Quadro 11 - Matriz de simulação de modelos com peitoril ventilado, configuração para noite.

Controle das aberturas	Posicionamento da aleta de fechamento do peitoril ventilado	Velocidade do vento	Incidência do vento	Modelo
Janelas fechadas e portas internas e peitoris ventilados abertos (Noite).	 Pivotante horizontal	2m/s	1	41
			2	42
			3	43
			4	44
		4m/s	1	45
			2	46
			3	47
			4	48
	 Pivotante para cima 30°	2m/s	1	49
			2	50
			3	51
			4	52
		4m/s	1	53
			2	54
			3	55
			4	56
	 Pivotante para baixo 30°	2m/s	1	57
			2	58
			3	59
			4	60
		4m/s	1	61
			2	62
			3	63
			4	64

Fonte: A autora.

3.1.4 Configurações da simulação no *software* PHOENICS

No ambiente de pré-processamento, além das configurações que são automáticas do programa, é necessário definir o tamanho do domínio, região que envolve a geometria ou o objeto a ser estudado, parâmetros de relaxamento, o gradiente de vento e a malha para os cálculos. As dimensões do domínio⁷ e os parâmetros de relaxamento foram definidos com base nas recomendações do suporte do programa.

O domínio deve ser proporcional ao objeto, de maneira que não ocorram interferências no fluxo de vento entre os limites desse domínio e as faces do objeto.

⁷ Conforme as recomendações do suporte do programa, o domínio deve ter dimensões suficientes para evitar turbulências entre a geometria do modelo e os limites do domínio. Um domínio muito grande em relação ao modelo pode aumentar o tempo de simulação. Assim, essas dimensões podem ser ajustadas e definidas por meio de testes que assegurem a ausência de turbulências. Foi desse modo que a autora escolheu as dimensões apresentadas no quadro 5.

Por isso, para definir as dimensões do domínio, é preciso conhecer as dimensões do objeto. O quadro 12 traz as dimensões do domínio calculadas conforme as dimensões do modelo base de simulação e utilizando as equações de proporção de 3 : 3 : 2 para x, y e z do domínio.

Quadro 12 - Dimensões calculadas para o domínio dos modelos de simulação.

Cálculo	$X_{dom} = 3 \cdot X_{obj} = 3 \cdot 6,73 = 20,19$				
	$Y_{dom} = 3 \cdot Y_{obj} = 3 \cdot 7,535 = 22,61$				
	$Z_{dom} = 2 \cdot Z_{obj} = 2 \cdot 4,15 = 8,30$				
Medidas do objeto (edificação)			Medidas do domínio		
X_{obj}	Y_{obj}	Z_{obj}	X_{dom}	Y_{dom}	Z_{dom}
6,73	7,535	4,15	20,19	22,61	8,30

Fonte: Elaborado pela autora, 2018.

Após a definição do domínio, tem-se a construção da geometria que é feita pela criação de blocos dentro da área do domínio. A quantidade e os tipos de blocos variam conforme a complexidade da geometria a ser estudada. Em seguida, seleciona-se o modelo de turbulência a ser utilizado, e configura-se o controle de relaxamento⁸.

Foi selecionado o modelo de turbulência k-ε, que é mais utilizado e recomendado para simulações da ventilação natural em edificações.

O controle de relaxamento é configurado ao inserir valores entre 0,01 a 1,0 nos campos referentes às variáveis P1 (pressão), U1 (velocidade do vento em x), V1 (velocidade do vento em y), W1 (velocidade do vento em z), KE (energia cinética) e EP (energia potencial).

O controle do relaxamento serve para diminuir a variação dos valores das variáveis ao longo das interações. O relaxamento deve ser contido o bastante para que a simulação convirja, porém não deve ser excessivamente contido impedindo a variação ao longo das interações.

Quando uma simulação converge com variação menor, o resultado tende a ser igual com uma quantidade infinita de interações. Um número de interações infinitas requer um tempo de simulação infinito, o que é inviável. Por esse motivo recomenda-

⁸ A recomendação do suporte do programa é utilizar valores próximos de 0,01, o que resulta em relaxação mais contida, ideal para velocidades do vento mais altas, acima de 4m/s, em que a convergência é mais difícil. Para velocidades do vento mais baixas, recomenda-se uma relaxação menos contida com valores de 0,1 até 1,0.

se iniciar a simulação com valores de interação menores, cerca de 50 interações, em seguida dobra-se esse valor até o modelo apresentar a convergência nos percentuais de erros.

Para analisar e comparar os resultados de modelos computacionais em velocidades de incidência do vento diferentes, necessita-se utilizar a mesma configuração das variáveis de relaxamento para todos os modelos de maneira a fixar essas variáveis relativas à relaxação.

Os valores utilizados na configuração do controle de relaxamento foram P1 (pressão) = 0,1; U1 (velocidade do vento em x) = 0,0155; V1 (velocidade do vento em y) = 0,0155; W1 (velocidade do vento em z) = 0,0155; KE (energia cinética) = 0,1 e EP (energia potencial) = 0,1.

Outra configuração necessária é a do objeto tipo Wind, objeto responsável pelo fluxo de vento que passará pela geometria do modelo de simulação. O Wind requer as variáveis do valor de velocidade do vento, a direção de incidência do vento na geometria, a altura de referência (Equação 1) e o índice da lei de potência, que corresponde ao coeficiente de rugosidade do terreno k. Por meio dessa configuração é possível considerar o gradiente de vento.

$$Rh = k^{(-1/a)} \quad (1)$$

Onde:

Rh = Altura de referência (m).

k, a = Coeficientes que variam de acordo com a rugosidade do entorno (Quadro 6).

Essa configuração baseia-se na equação 2 da correção da velocidade média do vento conforme o gradiente de vento (BRE, 1978).

$$V = k \cdot z^a \cdot V_m \quad (2)$$

Onde:

V = Velocidade média do vento na altura da abertura de entrada do ar (m/s).

V_m = Velocidade média do vento, medida na estação meteorológica a uma altura padrão de 10m (m/s).

z = Altura da abertura de entrada do vento (m).

k, a = Coeficientes que variam de acordo com a rugosidade do entorno (Quadro 13).

Para a configuração do gradiente da velocidade do vento, foram escolhidos os coeficientes de rugosidade do terreno para área suburbana, como mostra o quadro

13, considerando que os conjuntos da tipologia de habitação escolhida geralmente são implantados em áreas suburbanas, distantes do centro das cidades.

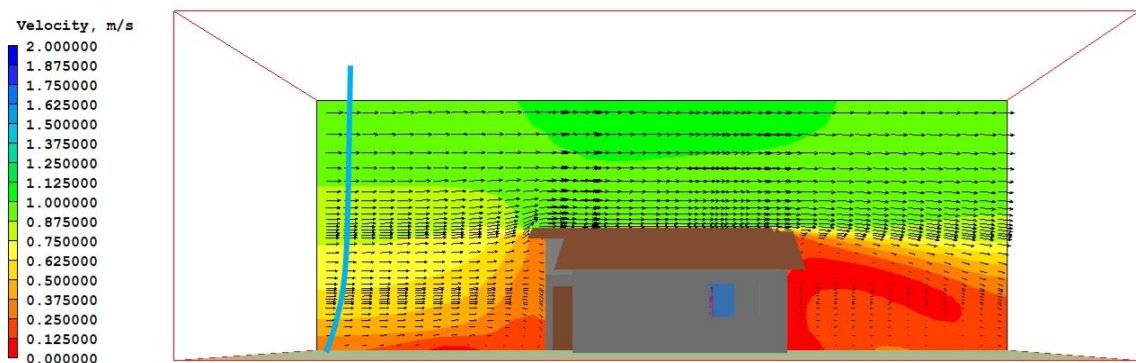
Quadro 13 - Coeficientes de rugosidade do terreno adotados.

Coeficiente do terreno	k	a
Área aberta plana	0,68	0,17
Campo com obstáculos esparsos	0,52	0,20
Área suburbana	0,35	0,25
Centro de cidade	0,21	0,33

Fonte: JACKMAN apud BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008.

A velocidade média do vento de uma cidade é comumente medida a 10 metros de altura nas estações meteorológicas e essa velocidade tende a zero a medida em que se aproxima do solo. A figura 34 mostra o gradiente de vento configurado no domínio com altura de 8,30m. A escala de cores e velocidades do vento localizada do lado esquerdo mostra que o vermelho mais próximo do solo tende à velocidade do vento nula e à medida que a altura aumenta, a velocidade do vento também aumenta chegando a cerca de 1m/s em 8,30m de altura.

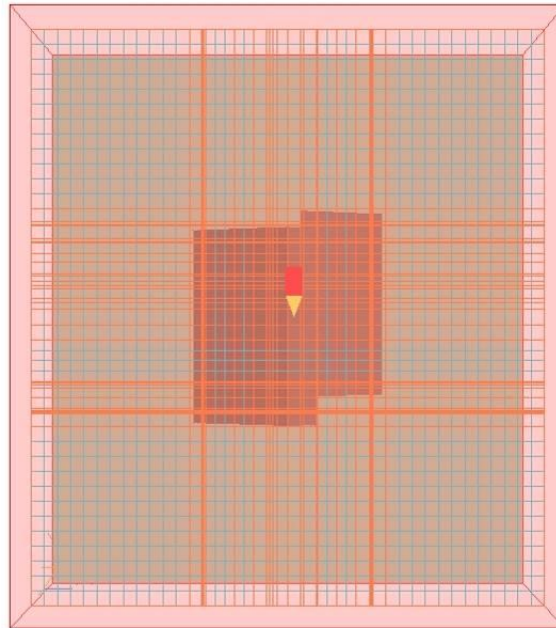
Figura 34 - Destaque em azul para o gradiente de vento determinado por meio da configuração do objeto Wind.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Depois de configurar o objeto Wind, faz-se a configuração da malha. Recomenda-se que a malha seja regular e refinada nas regiões de maior interesse, podendo ser mais espaçada no contorno do objeto. A figura 35 mostra uma malha regular com células maiores em torno do modelo e células menores na região interna ao modelo. O ponteiro vermelho e amarelo pode ser posicionado na região do domínio para identificar valores pontuais de velocidade e pressão do vento, após a simulação.

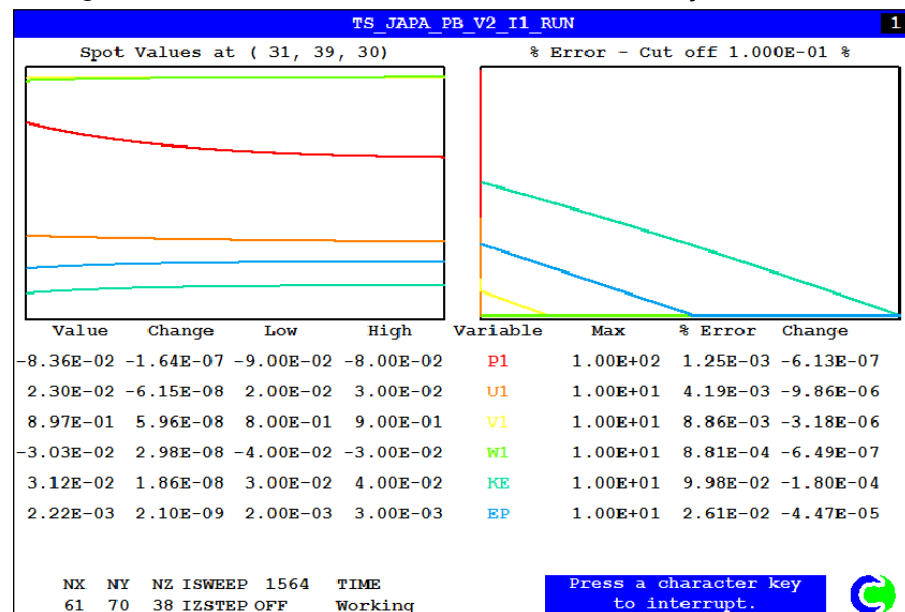
Figura 35 - Ambiente de configuração da malha.



Fonte: Elaborada pela autora, 2018.

Após a configuração da malha é iniciado o processamento do modelo. No decorrer do processamento do modelo, é possível visualizar a janela do monitoramento da simulação (Figura 36).

Figura 36 - Janela do monitoramento das simulações.



Fonte: Elaborada pela autora.

Na janela do monitoramento da simulação aparecem os percentuais de erros para cada uma das variáveis configuradas P1 (pressão), U1 (velocidade do vento em

x), V1 (velocidade do vento em y), W1 (velocidade do vento em z), KE (energia cinética) e EP (energia potencial). A fim de garantir a precisão dos resultados, foi adotado um percentual de erro mínimo de 1% para essas variáveis.

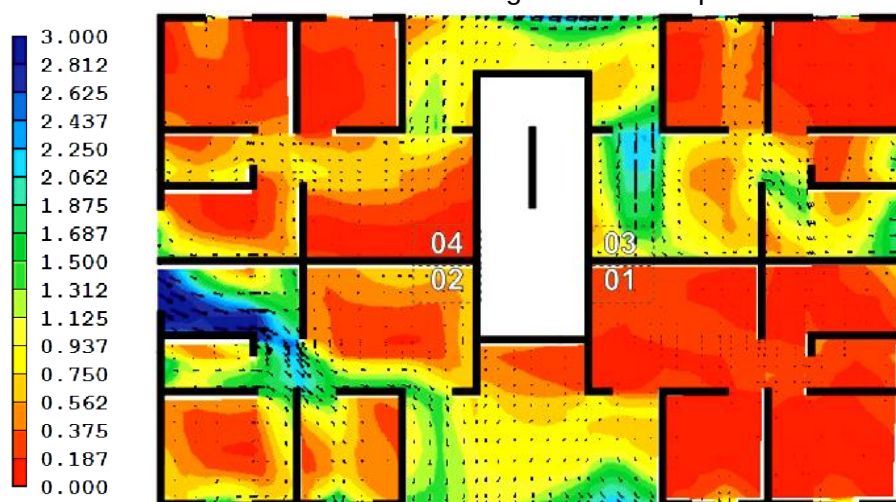
Além do percentual de erros, a janela do monitoramento das simulações apresenta dois gráficos. O gráfico localizado à esquerda mostra as variações dos valores das variáveis de simulação citadas e o gráfico localizado à direita apresenta a convergência e estabilização dos percentuais de erros dessas variáveis.

Quando não há a convergência de erros, são feitos reajustes de malha e/ou ajustes dos parâmetros de relaxamento até alcançar a convergência de erros.

Os resultados fornecidos pelo programa computacional, em forma de gráfico, fornecem dados de direção, sentido, velocidade e pressão do vento externo e interno à edificação. Os gráficos podem ser apresentados em forma de vetores e/ ou campos de cores (LAMENHA; BATISTA; BITTENCOURT, 2014).

Em conjunto com os gráficos de vetores e campos de cores, o programa apresenta uma escala de valores de velocidade ou pressão do vento e para cada valor uma cor correspondente como mostra a figura 37. É possível configurar a amplitude dessa escala de valores para visualizar melhor as variações de cores. Essas cores foram configuradas para variar entre o vermelho (velocidade do vento mais baixa) e o azul escuro (velocidade do vento mais alta).

Figura 37 - Escala de velocidades do vento e gráfico de campos de cores e vetores.



Fonte: LAMENHA; BITTENCOURT, 2012.

Sendo a ventilação natural um fenômeno complexo de ser analisado fisicamente, o programa de CFD permite, apesar das simplificações, criar um

ambiente de simulação muito semelhante à realidade, fixar variáveis e monitorar os processos de convergência e aprimoramento dos resultados. Assim, a ferramenta CFD foi indispensável para a realização deste trabalho.

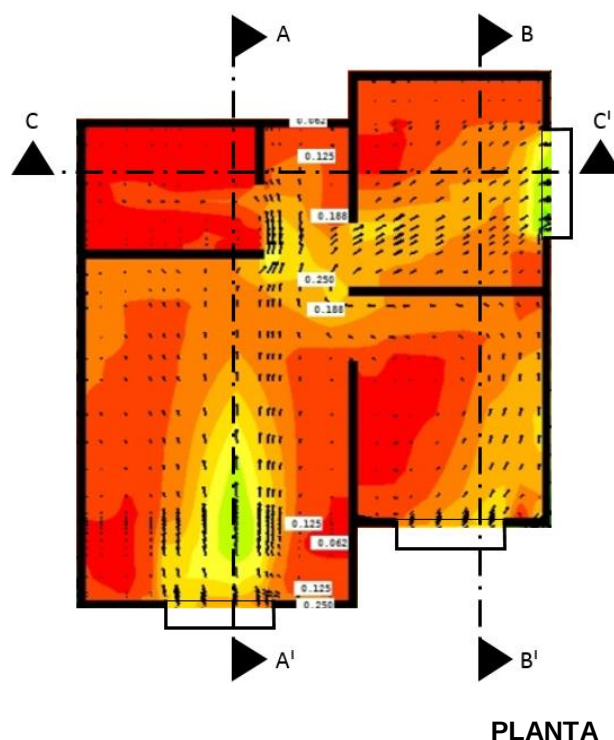
Utilizar o programa PHOENICS requer o conhecimento dos seus recursos, tempo para a criação e configuração dos modelos, tempo de simulação e tempo para extrair, analisar e apresentar os resultados produzidos.

3.1.5 Parâmetros de análise dos resultados

Foram simulados os modelos 64, correspondentes ao projeto original e projeto com peitoril ventilado, sob os cenários de dia e noite, com velocidades do vento de 2m/s e 4m/s, sendo 8 incidências do vento para o modelo do projeto original e 4 incidências do vento para os modelos com peitoril ventilado.

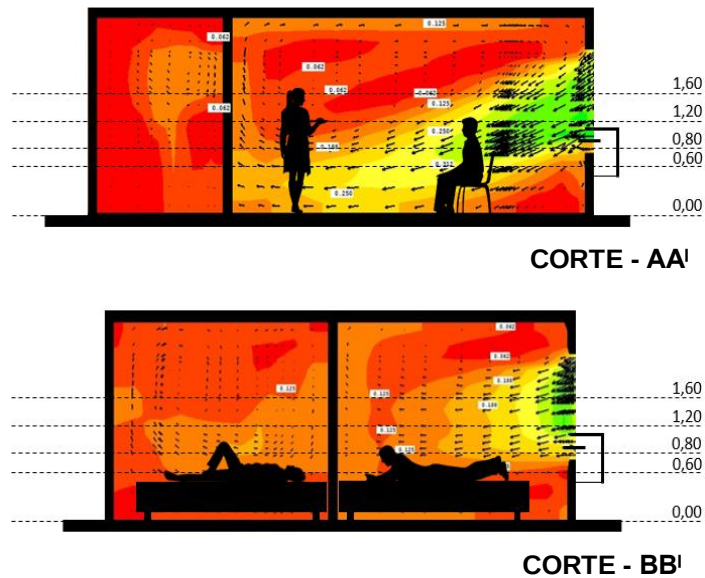
Para a análise dos resultados foram extraídas 4 imagens em planta (Figura 38), de cada modelo em diferentes alturas, conforme a posição e altura do tórax dos ocupantes em cada ambiente, sendo 0,60m para o usuário deitado, 0,80m sentado, 1,20m em pé e 1,60m na altura do centro da janela (Figura 39).

Figura 38 - Planta extraída do programa e adaptada para apresentação. Altura de análise 0,80m.



Fonte: Elaborada pela autora.

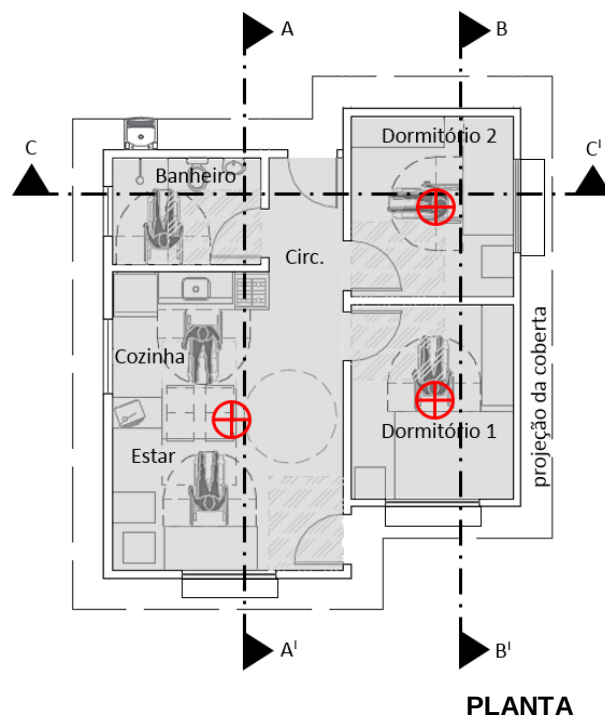
Figura 39 - Alturas de análise conforme a posição dos ocupantes.



Fonte: Elaborada pela autora.

Além das imagens, foram coletados os valores de velocidade do vento no centro de cada ambiente, em vermelho na figura 40, nas quatro alturas de análise 0,60, 0,80, 1,20 e 1,60m. Os quadros com os valores de velocidade do vento encontram-se no apêndice B.

Figura 40 - Planta baixa do modelo com os pontos de análise da velocidade do vento.



Fonte: Elaborada pela autora.

Como parâmetros de análise tem-se a distribuição, sentido, localização e intensidade do fluxo de vento no interior dos ambientes. Esses parâmetros podem ser observados por meio dos vetores, campos de cores e velocidades do vento que aparecem nos resultados.

Também foi considerado como parâmetro de análise a velocidade mínima para obtenção de conforto térmico em regiões de clima quente e úmido de 0,6m/s (SZOKOLAY apud BITTENCOURT, 1993).

Desse modo, foram realizadas as análises qualitativa e quantitativa do potencial da ventilação natural para a promoção do conforto térmico dos usuários da edificação, o que também impacta na eficiência energética da edificação, pela redução da necessidade de condicionamento térmico artificial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

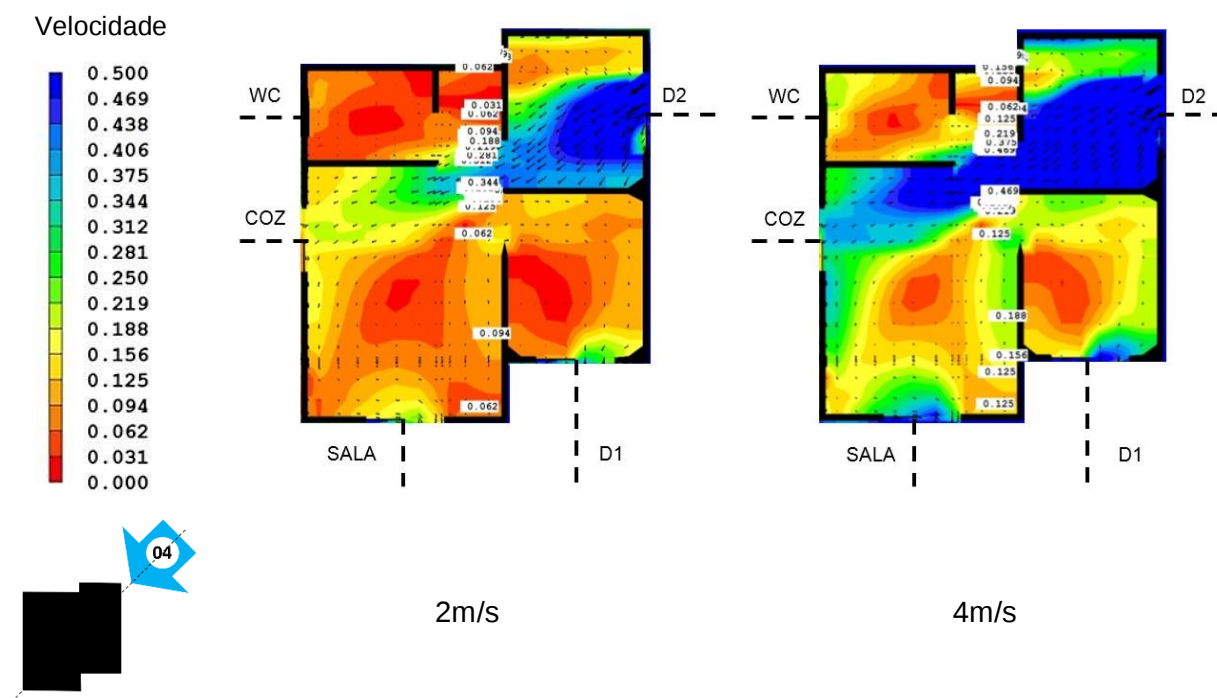
Este capítulo traz as análises qualitativa e quantitativa com as principais informações observadas nos resultados das simulações. O apêndice A traz o resumo dos resultados com plantas e cortes agrupados de todos os modelos simulados para visualização completa.

4.1 Resultados do projeto original

Na análise geral do projeto original, sem a presença do peitoril ventilado, identificou-se que as incidências de vento 1, 2, 3 e 4 são as mais favoráveis à ventilação interna do modelo de habitação analisado, considerando a velocidade, distribuição e sentido do fluxo de vento.

Dentre as incidências 1 a 4 do projeto original, a que apresentou maior uniformidade na distribuição do vento interno com velocidades acima de 0,5m/s (cor azul escuro) foi a 4. A figura 41 traz o projeto original em planta a uma altura de análise de 1,60m, altura do centro da janela, nas velocidades de incidência do vento de 2m/s e 4m/s. As linhas tracejadas nas fachadas marcam os eixos das janelas.

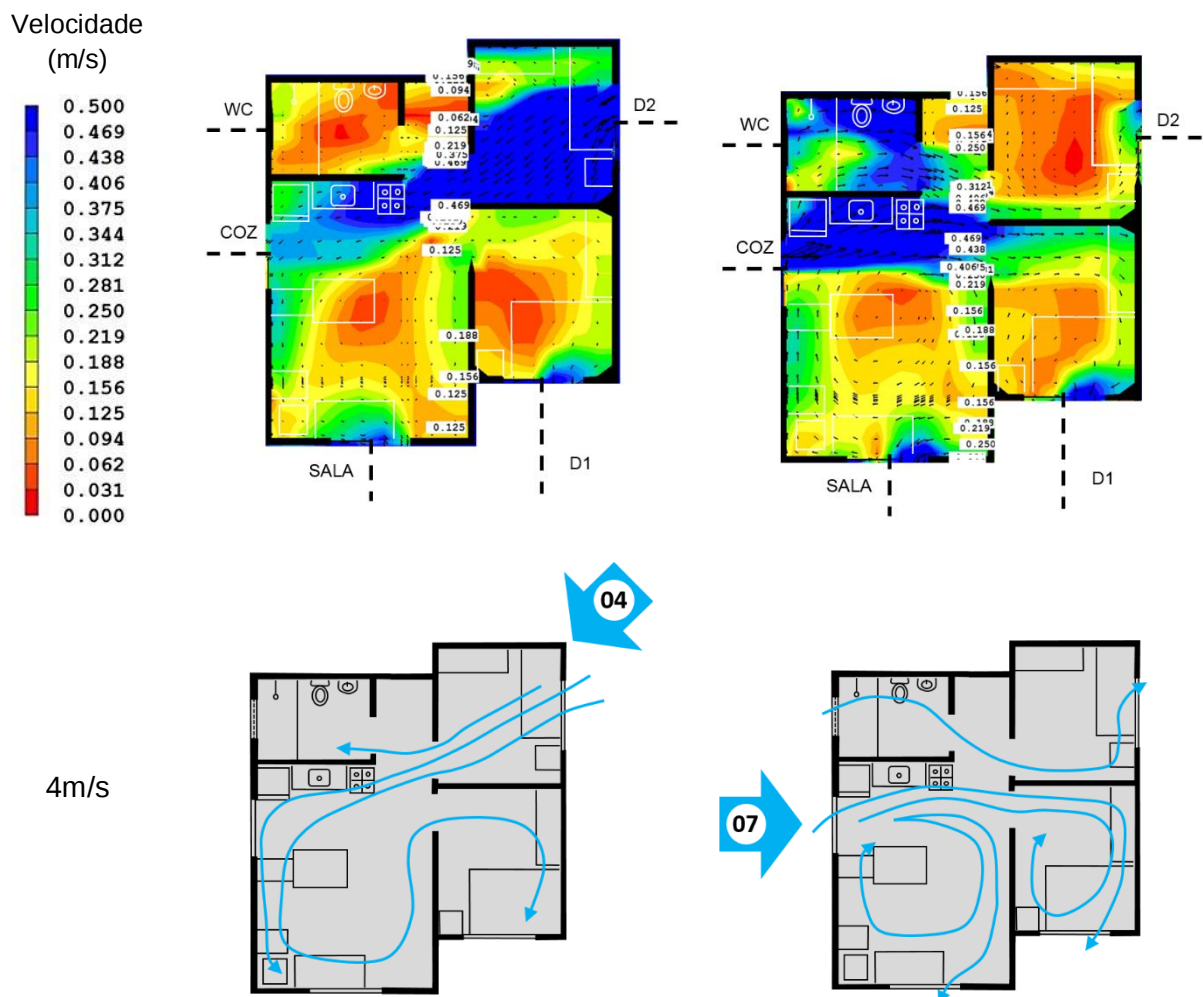
Figura 41 - Projeto original, incidência do vento 4, altura de 1,60m, 2m/s e 4m/s.



Fonte: Elaborada pela autora.

A incidência do vento 4 também apresenta um sentido adequado do fluxo de vento, passando das áreas de permanência prolongada, como dormitórios e sala de estar, para as áreas molhadas, como banheiro e cozinha. É diferente da incidência do vento 7 que tem sentido do fluxo de vento inadequado passando da cozinha e banheiro para os dormitórios. A figura 42 mostra as incidências do vento 4 e 7 sobre o layout do projeto, a uma altura de 1,60m.

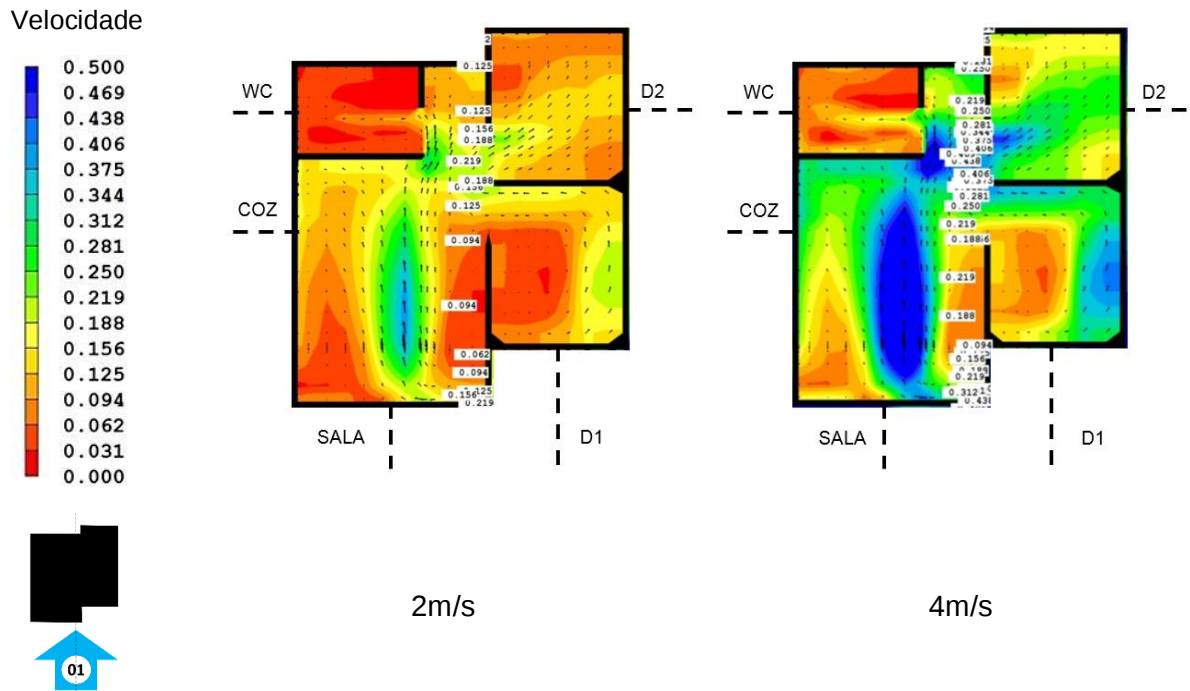
Figura 42 - Projeto original, incidências do vento 4 e 7, altura de 1,60m, 4m/s.



Fonte: Elaborada pela autora.

Na incidência do vento 1, apenas a sala apresenta velocidade do fluxo de vento interno em torno de 0,5m/s; os demais ambientes apresentam valores ainda menores. A figura 43 mostra em planta o projeto original na incidência do vento 1, a uma altura de 0,80m do piso e velocidades de incidência do vento de 2m/s e 4m/s.

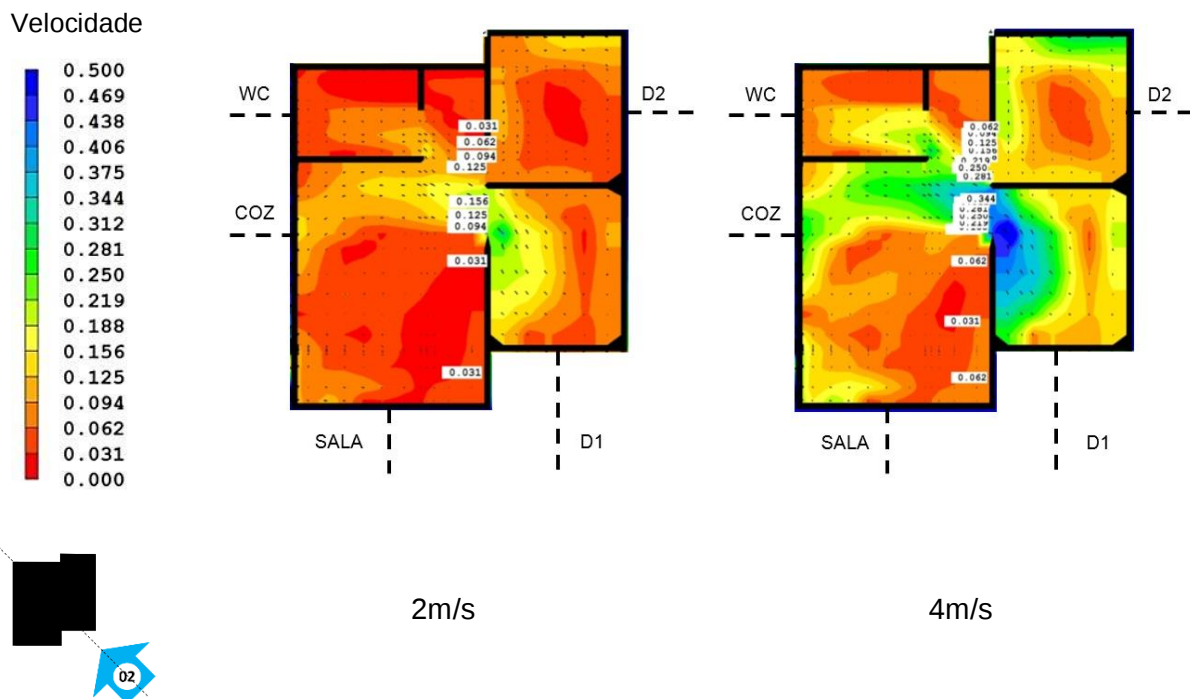
Figura 43 - Projeto original, incidência do vento 1, altura de 0,80m, 2m/s e 4m/s.



Fonte: Elaborada pela autora.

Já na incidência de vento 2, apenas o dormitório 2 apresenta velocidade do fluxo de vento interno em torno de 0,5m/s. A figura 44 mostra a planta do projeto original na incidência do vento 2, a uma altura de 0,80m do piso e velocidades de incidência do vento de 2m/s e 4m/s.

Figura 44 - Projeto original, incidência do vento 2, altura de 0,80m, 2m/s e 4m/s.

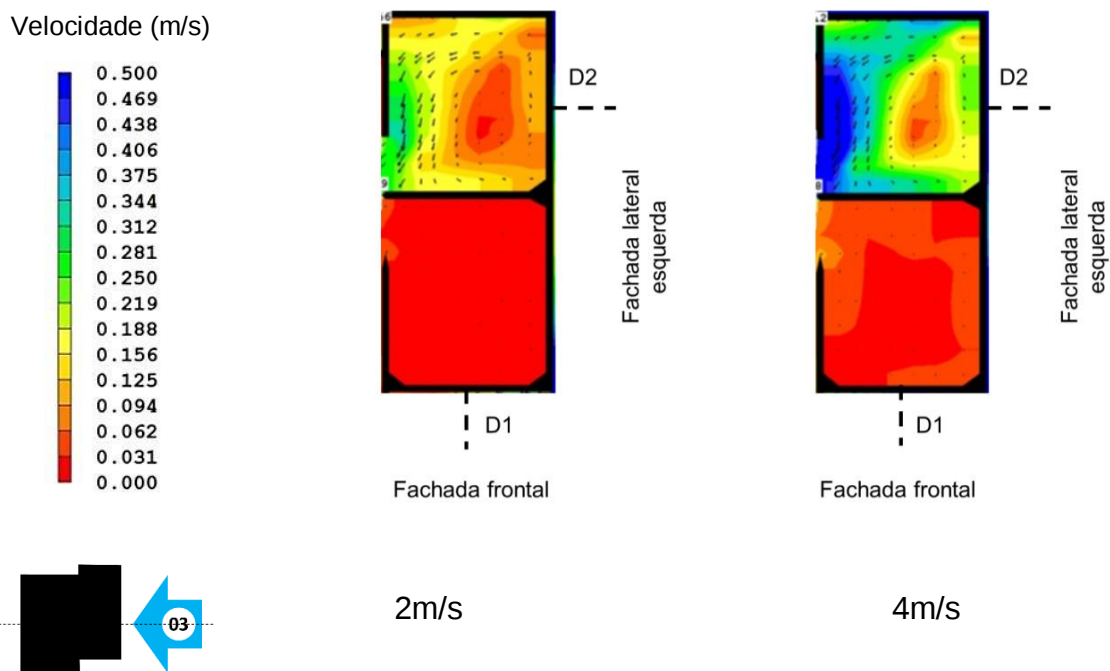


Fonte: Elaborada pela autora.

Analisando os dormitórios nas oito incidências do projeto original na altura de 0,60m, observa-se que a velocidade do vento fica predominantemente abaixo de 0,40m/s (cor azul claro). Outro fator interessante observado é que dependendo da incidência de vento, os quartos podem apresentar diferenças significativas quanto às velocidades do vento interno, mesmo posicionados um ao lado do outro.

A incidência do vento 3 apresentou estagnação do ar interno no dormitório 1 com velocidade do vento predominantemente abaixo de 0,1m/s, valor considerado muito baixo para a promoção do conforto térmico em climas quentes e úmidos. A figura 45 mostra os dormitórios do projeto original na incidência do vento 3 a 0,60m de altura, correspondente à altura dos usuários deitados. As velocidades do vento ficaram próximas de zero no quarto 1, enquanto que no quarto 2 a velocidade do vento atinge cerca de 0,5m/s. As linhas tracejadas nas fachadas marcam os eixos das janelas dos dormitórios.

Figura 45 - Dormitórios do projeto original na incidência do vento 3 a altura de 0,60m.



Fonte: Elaborada pela autora.

Essa variação ocorre por causa da localização das aberturas dos dormitórios em fachadas diferentes. Essa diferença de ventilação entre os dormitórios fica ainda mais clara nos dormitórios do modelo com velocidade do vento incidente externo de

4m/s, localizado à direita na figura 43. Acentua-se a importância de localizar as aberturas de entrada do vento considerando os ventos dominantes locais.

O modelo do projeto original de HIS mostrou deficiência quanto ao aproveitamento da ventilação natural com aberturas muito pequenas e a necessidade de manter as portas dos ambientes abertas para que ocorra movimento do ar interno.

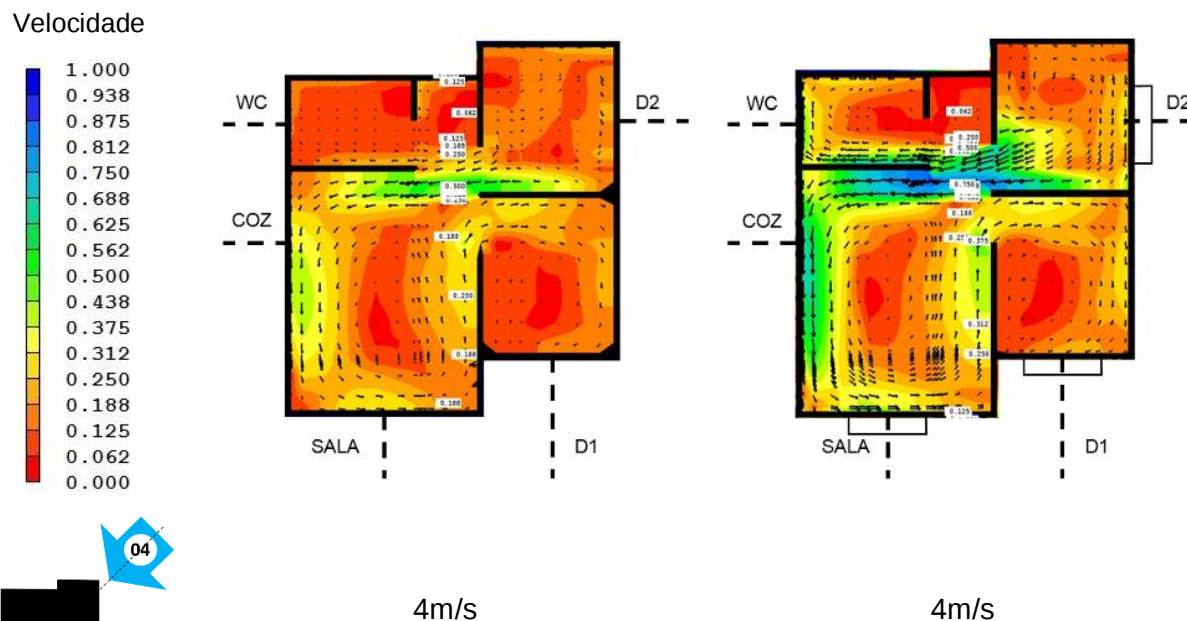
Em nenhuma das oito incidências de vento simuladas o modelo de residência apresentou velocidades e distribuição adequadas do vento em todos os ambientes, o que demonstra a deficiência de orientação das suas aberturas aos ventos dominantes, bem como a perda de energia cinética do vento ao passar pelas aberturas.

4.2 Resultados do projeto com peitoril ventilado

As simulações do projeto com peitoril ventilado consideram as incidências do vento 1, 2, 3 e 4, por serem as mais favoráveis à ventilação natural interna do modelo analisado, conforme os resultados do projeto original.

Ao acrescentar o peitoril ventilado abaixo das janelas dos dormitórios e da sala, observou-se, como esperado, um aumento da velocidade do vento no interior dos ambientes. Por esse motivo, utiliza-se nos resultados com peitoril ventilado a escala de cores com valores de velocidade variando de 0,00m/s (cor vermelha) a 1,00m/s (cor azul escuro). A figura 46 mostra a diferença de velocidades do vento interno do projeto original e do projeto com o peitoril ventilado, com fechamento pivotante horizontal, na incidência de vento 4, velocidade do vento de 4m/s, a 0,60m de altura do piso.

Figura 46 - Projetos original e com peitoril ventilado, incidência do vento 4, altura de 0,60, 4m/s.



Fonte: Elaborada pela autora.

É possível observar esse aumento da velocidade do vento por meio dos campos de cores e pelo tamanho dos vetores que aparecem no interior dos modelos. No modelo do projeto original, observa-se velocidade máxima do vento interno em torno de 0,5m/s, cor azul escuro, enquanto que no modelo com peitoril ventilado aparece velocidade do vento próxima de 0,8m/s, num tom de azul mais claro, conforme as escalas de cores (Figura 46).

Apesar de esse modelo com peitoril ventilado com incidência do vento 4 alcançar velocidade do vento interno de 0,8m/s, acima do valor mínimo de 0,6m/s para conforto térmico, observa-se que o fluxo de vento não é distribuído pelos ambientes de maneira a atravessá-los pela região central, mas passa pela circulação e parte da cozinha, depois contorna os limites da sala e perde intensidade. Desse modo, as áreas centrais dos ambientes apresentam certa estagnação do vento com velocidade abaixo de 0,125m/s.

Por esse motivo, analisa-se as velocidades do vento coletadas no centro dos ambientes, em cada altura de análise. Além disso, sendo os ambientes relativamente pequenos, o ponto central para a coleta das velocidades do vento torna-se suficiente para as análises.

O aumento da velocidade do vento interno entre os modelos do projeto original e do projeto com peitoril ventilado pode ser confirmado com a análise das velocidades do vento no centro dos ambientes. Os quadros 14 e 15, apresentam o percentual de ambientes por faixas de velocidade do vento central dos modelos do projeto original e dos modelos com peitoril ventilado, em cada altura de análise.

Quadro 14 - Percentual de ambientes por faixas de velocidade do vento dos modelos do projeto original com incidências 1 a 8 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.

Ambiente	Altura de análise	Faixas de velocidade do vento (m/s)						
		0 a 0,1	>0,1 a 0,2	>0,2 a 0,3	>0,3 a 0,4	>0,4 a 0,5	>0,5 a 0,6	> 0,6
Sala/cozinha	0,60m	56,3%	31,3%	0,0	6,3%	6,3%	0,0	0,0
	0,80m	43,8%	43,8%	0,0	6,3%	6,3%	0,0	0,0
	1,20m	62,5%	18,8%	6,3%	6,3%	6,3%	0,0	0,0
	1,60m	68,8%	31,3%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitório 1	0,60m	81,3%	18,8%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,80m	75,0%	18,8%	6,3%	0,0	0,0	0,0	0,0
	1,20m	75,0%	12,5%	0,0	6,3%	6,3%	0,0	0,0
	1,60m	81,3%	12,5%	6,3%	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitório 2	0,60m	50,0%	31,3%	12,5%	6,3%	0,0	0,0	0,0
	0,80m	68,8%	18,8%	0,0	12,5%	0,0	0,0	0,0
	1,20m	50,0%	18,8%	18,8%	6,3%	6,3%	0,0	0,0
	1,60m	56,3%	25,0%	0,0	6,3%	12,5%	0,0	0,0

Fonte: Elaborado pela autora.

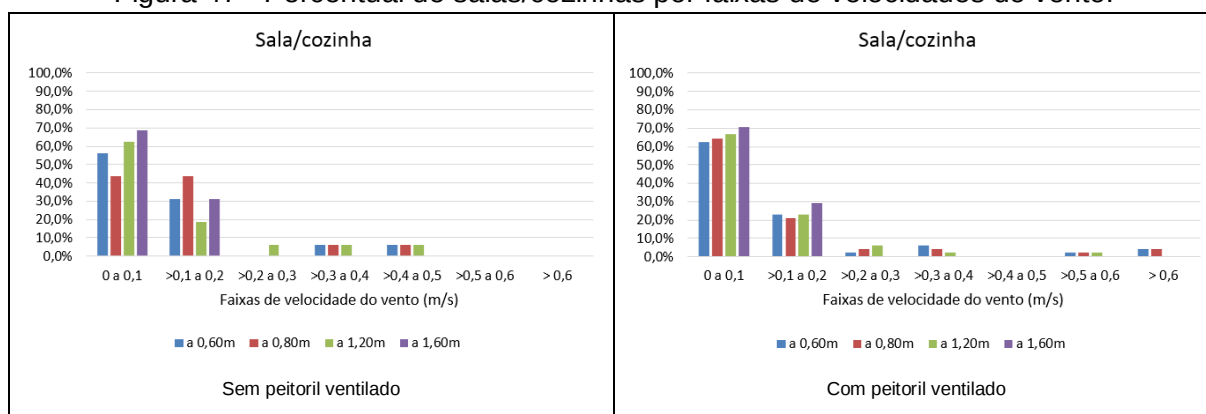
Quadro 15 - Percentual de ambientes por faixas de velocidade do vento dos modelos do projeto com peitoril ventilado com incidências 1 a 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.

Ambiente	Altura de análise	Faixas de velocidade do vento (m/s)						
		0 a 0,1	>0,1 a 0,2	>0,2 a 0,3	>0,3 a 0,4	>0,4 a 0,5	>0,5 a 0,6	> 0,6
Sala/cozinha	0,60m	62,5%	22,9%	2,1%	6,3%	0,0	2,1%	4,2%
	0,80m	64,6%	20,8%	4,2%	4,2%	0,0	2,1%	4,2%
	1,20m	66,7%	22,9%	6,3%	2,1%	0,0	2,1%	0,0
	1,60m	70,8%	29,2%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Dormitório 1	0,60m	64,6%	27,1%	2,1%	4,2%	0,0	2,1%	0,0
	0,80m	56,3%	29,2%	2,1%	6,3%	2,1%	0,0	4,2%
	1,20m	56,3%	25,0%	4,2%	4,2%	4,2%	0,0	6,3%
	1,60m	62,5%	22,9%	6,3%	4,2%	2,1%	0,0	2,1%
Dormitório 2	0,60m	33,3%	35,4%	8,3%	16,7%	4,2%	2,1%	0,0
	0,80m	29,2%	25,0%	6,3%	22,9%	8,3%	4,2%	4,2%
	1,20m	35,4%	29,2%	12,5%	8,3%	6,3%	2,1%	6,3%
	1,60m	45,8%	37,5%	6,3%	6,3%	2,1%	0,0	2,1%

Fonte: Elaborado pela autora.

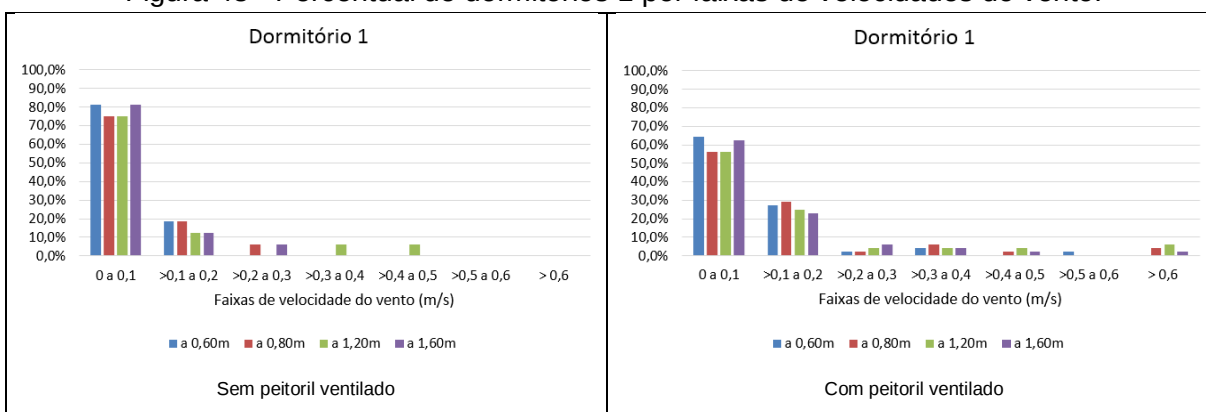
Nas colunas destacadas com a cor azul, percebe-se que nenhum dos ambientes sem peitoril ventilado apresentou velocidade do vento central maior que 0,5m/s, mas identificou-se nos modelos com peitoril ventilado velocidade do vento central acima de 0,6m/s em 4,2% das salas/cozinhas, nas alturas de análise de 0,60m e 0,80m; e dos dormitórios 1 e 2, 4,2% a 0,80m de altura, 6,3% a 1,20m de altura e 2,1% a 1,60m de altura, com apresentação de velocidades do vento central acima de 0,6m/s. As figuras 47 a 49, mostram, lado a lado, os gráficos dos percentuais de salas/cozinhas, dormitórios 1 e dormitórios 2 por faixas de velocidade do vento central dos modelos sem e com peitoril ventilado, nas quatro alturas de análise 0,60m, 0,80m, 1,20m e 1,60m, onde é possível verificar, de maneira mais clara, os dados apresentados acima nos quadros 14 e 15.

Figura 47 - Percentual de salas/cozinhas por faixas de velocidades do vento.



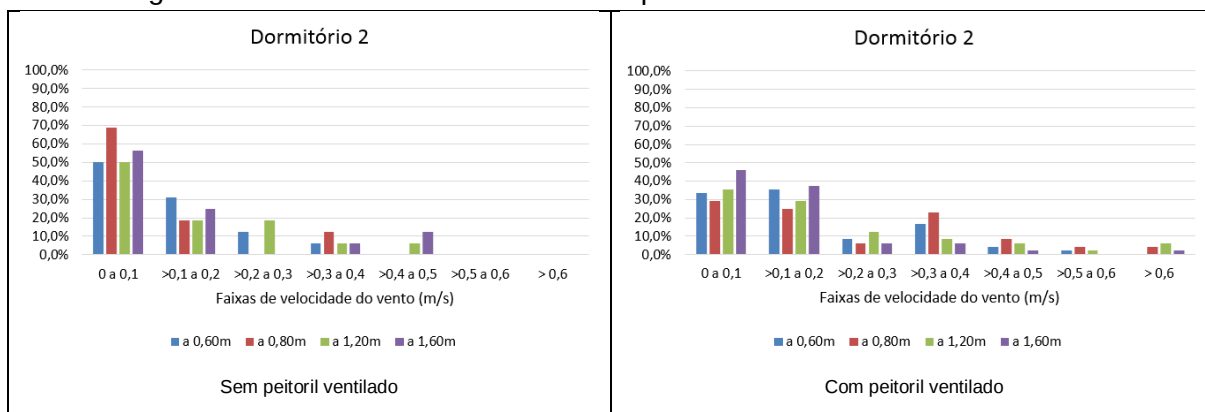
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 48 - Percentual de dormitórios 1 por faixas de velocidades do vento.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 49 - Percentual de dormitórios 2 por faixas de velocidades do vento.



Fonte: Elaborada pela autora.

Por meio dos gráficos apresentados, é possível observar que apesar de os modelos com peitoril ventilado atingirem velocidade do vento central igual ou superior a 0,6m/s em alguns de seus ambientes, de maneira geral, a intensidade e distribuição do fluxo de vento interno se mostra muito baixa nos modelos sem e com peitoril ventilado.

Nos três ambientes dos modelos predominam as velocidades do vento central entre 0,0m/s e 0,2m/s, velocidades muito abaixo do valor mínimo de 0,6m/s para promover conforto térmico.

Esse mau desempenho relativo à ventilação natural do modelo de HIS pode ser causado pelo tamanho pequeno das janelas, que com a tipologia de correr tem apenas 50% de área efetiva para ventilação e no modelo proporcionam uma porosidade muito baixa no valor de 4,66%.

Os principais resultados dos modelos com peitoril ventilado são apresentados quanto à posição do fechamento do peitoril ventilado e quanto ao ângulo de incidência e velocidade do vento nos dois itens a seguir.

4.2.1 Resultados quanto à posição do fechamento do peitoril ventilado

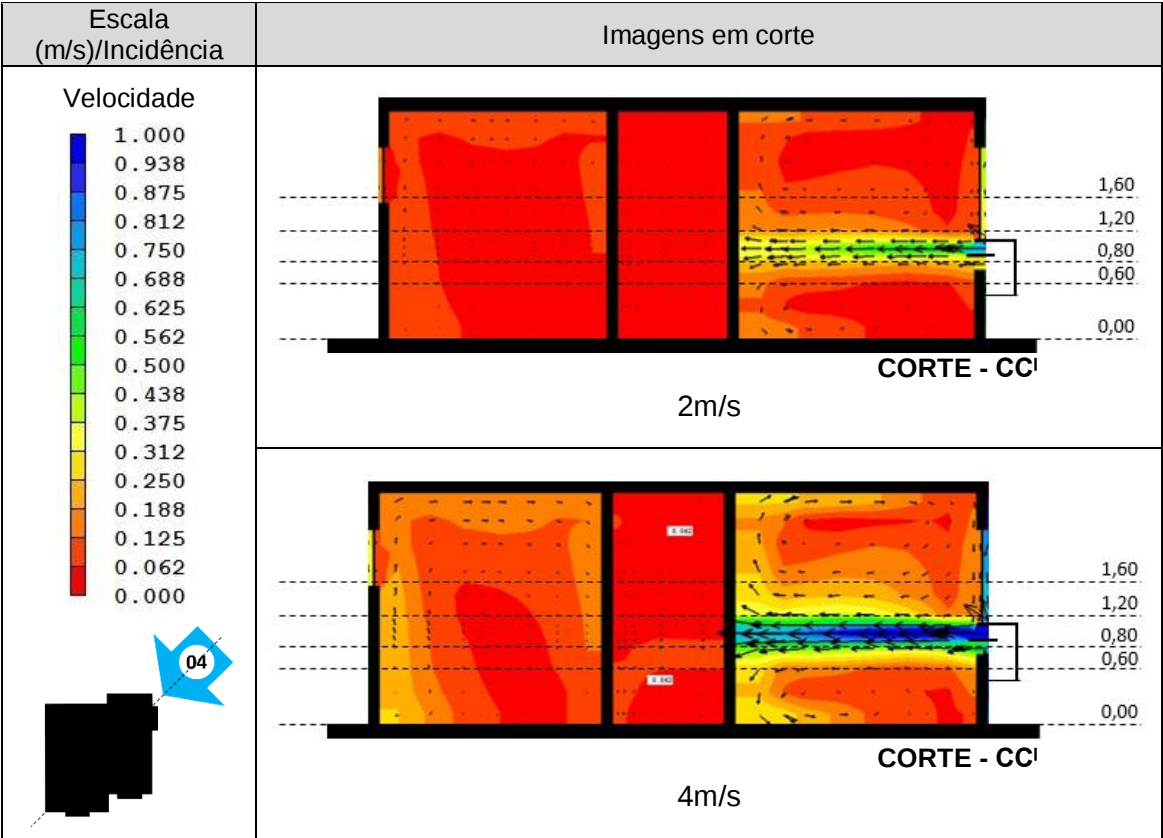
Nesse item analisa-se a influência do ângulo da aleta do fechamento do peitoril ventilado na localização, distribuição e intensidade do fluxo do vento interno, associando os resultados em planta baixa e em corte para facilitar a visualização.

4.2.1.1 Posição horizontal da aleta

Analizando os resultados dos modelos com o fechamento do peitoril ventilado na posição horizontal, percebe-se que o fluxo de vento que atravessa a abertura do dispositivo atinge maiores velocidades do vento na altura entre 0,80m e 1,20m no interior dos ambientes.

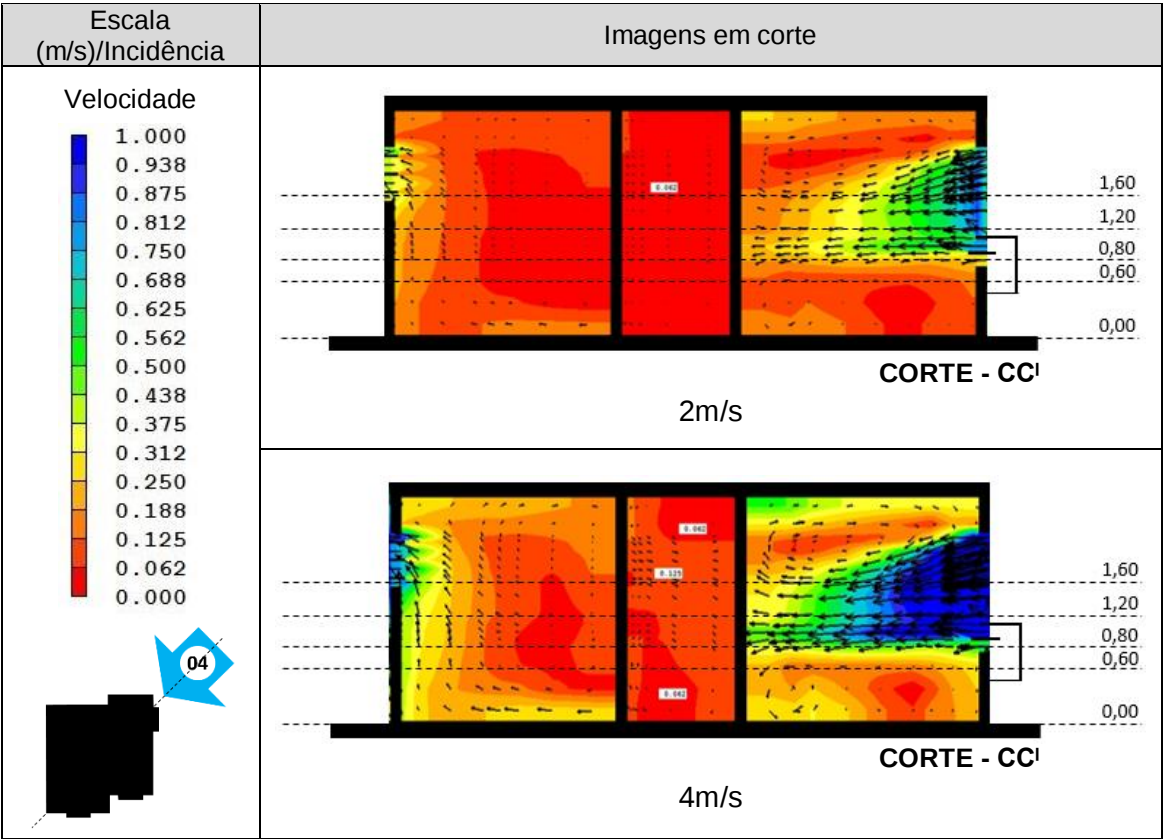
Isso pode ser observado nos quadros 16 e 17 no modelo com peitoril ventilado, janelas fechadas e fechamento do peitoril ventilado na posição horizontal – JFPH e no modelo com peitoril ventilado, janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado na posição horizontal – JAPH, cortes CC^I, incidência do vento 4, velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.

Quadro 16 - JFPH, corte CC^I, incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 17 - JAPH, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.



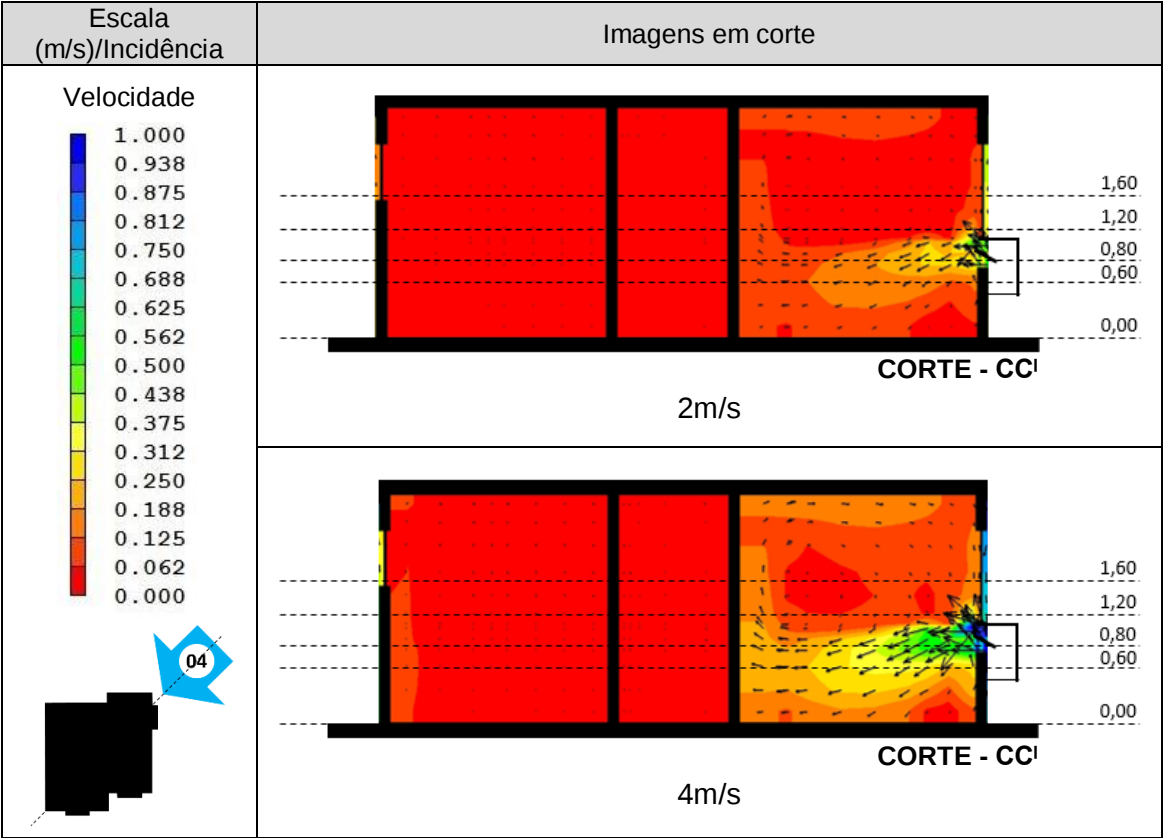
Observa-se que quando o fechamento do dispositivo se encontra na posição horizontal, o fluxo de vento alcança a outra extremidade do ambiente com velocidade do vento em torno de 0,5m/s.

Essa posição de fechamento horizontal, permite a área máxima da abertura efetiva para ventilação do dispositivo de 0,40m². É possível que aumentando o tamanho da abertura do peitoril ventilado no eixo vertical, esse fluxo de vento aumente de intensidade e cobertura nas regiões mais baixas, próximas a 0,60m do piso.

4.2.1.2 Posição da aleta voltada para cima

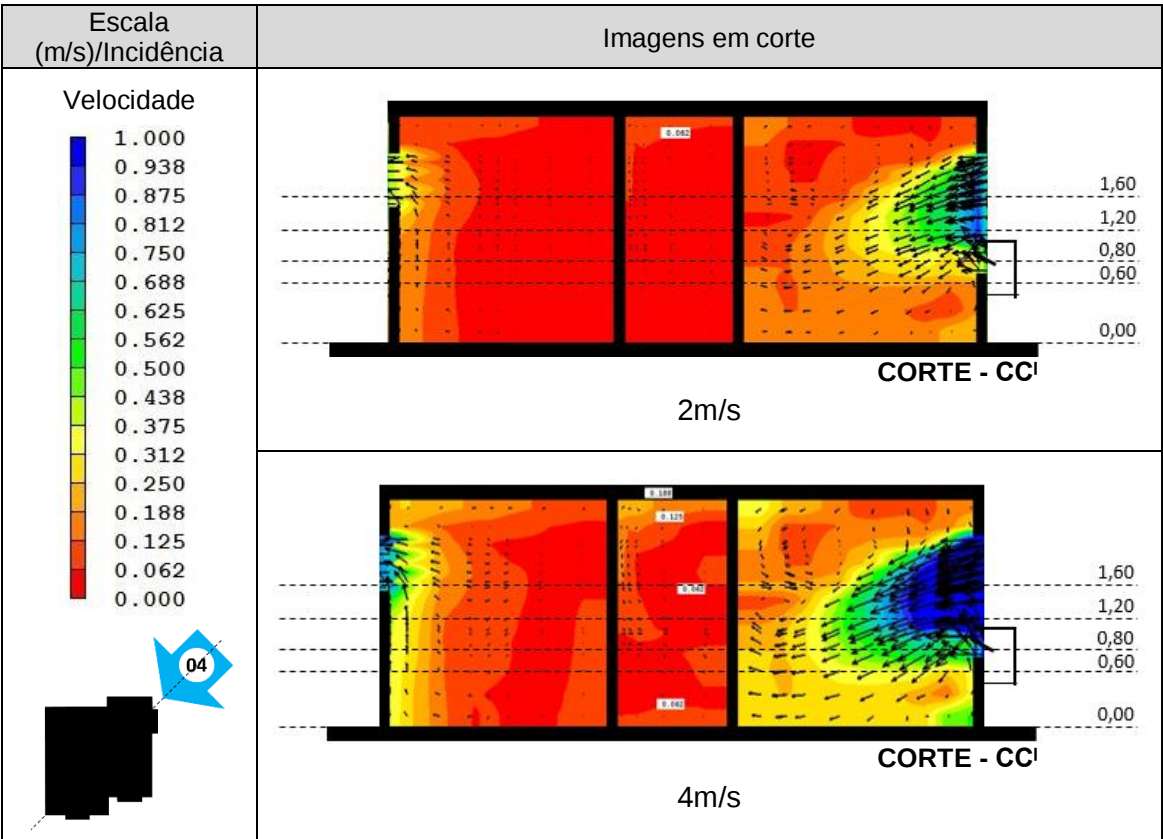
Ao analisar os resultados dos modelos com o fechamento do peitoril ventilado voltado para cima a 30°, observa-se que inicialmente o fluxo de vento que atravessa a abertura do dispositivo tende a subir, mas depois desce ao percorrer o ambiente. Isso é observado nos quadros 18 e 19 no modelos com janelas fechadas e abertas, cortes CC', incidência do vento 4, velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.

Quadro 18 - JFPC, corte CC^I, incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 19 - JAPC, corte CC^I, incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

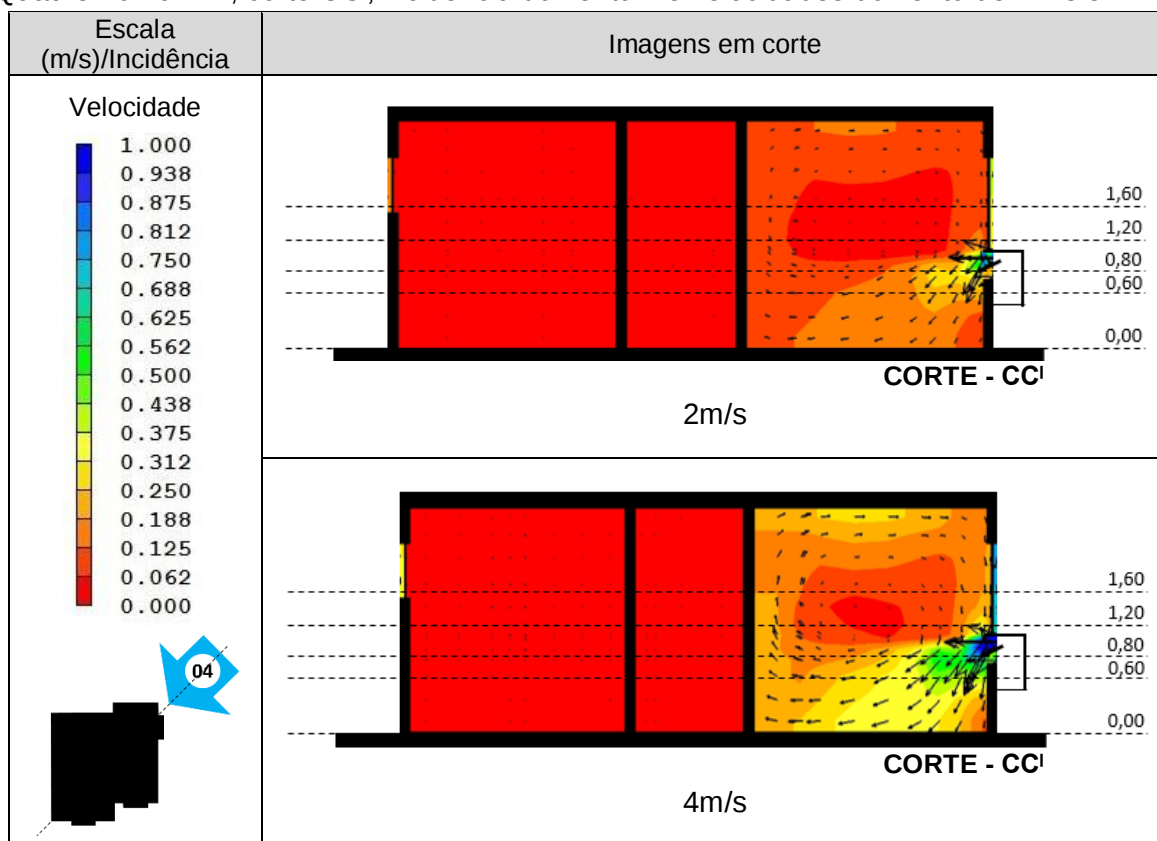
É possível que isso ocorra por causa do sentido do vórtice formado na parte superior do ambiente que acaba empurrando o fluxo de vento do peitoril ventilado para baixo depois que esse fluxo atravessa a abertura do dispositivo.

Quando o fechamento do peitoril ventilado está voltado para cima a 30° a área de abertura efetiva para ventilação é reduzida a 0,19m². Esse valor corresponde a uma redução de 52,5% da área de abertura efetiva para ventilação comparada à posição horizontal do fechamento do dispositivo.

4.2.1.3 Posição da aleta voltada para baixo

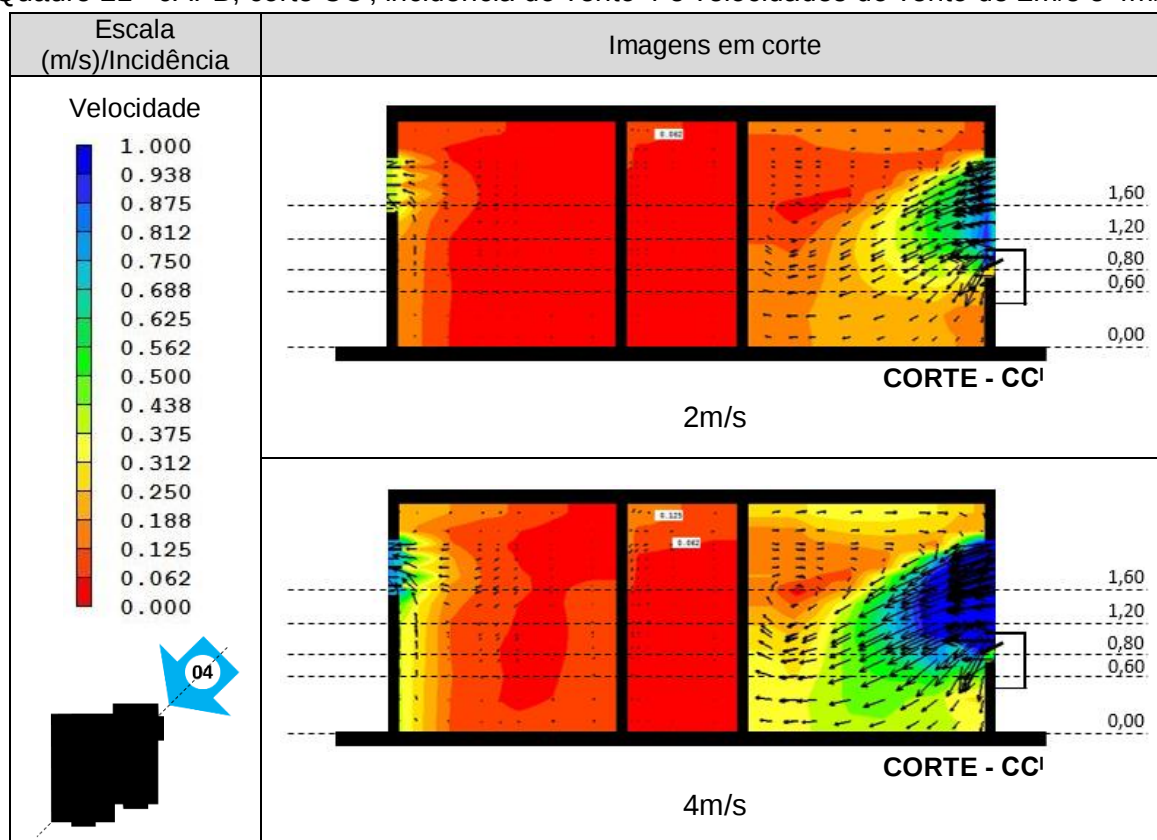
Com o fechamento do peitoril ventilado para baixo, quadros 20 e 21, observa-se uma acentuação do comportamento descendente do fluxo de vento que adentra no ambiente por meio do dispositivo.

Quadro 20 - JFPB, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 21 - JAPB, corte CC', incidência do vento 4 e velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na posição para baixo a 30° da aleta de fechamento do peitoril ventilado também ocorre a redução de 52,5% da área de abertura efetiva para ventilação do dispositivo, mas comparando os modelos com aleta de fechamento para cima e para baixo, identifica-se maior intensidade do fluxo de vento na região abaixo de 0,60m no modelo com aleta de fechamento voltada para baixo (Quadros 20 e 21).

De maneira geral, observa-se que com a aleta do fechamento do peitoril ventilado na posição horizontal, o fluxo de vento com mais intensidade alcança distâncias maiores ao longo do ambiente. Com a aleta voltada para cima e para baixo esse alcance diminui, mas no caso da aleta voltada para baixo esse fluxo de vento com maior intensidade atinge regiões mais baixas dos ambientes.

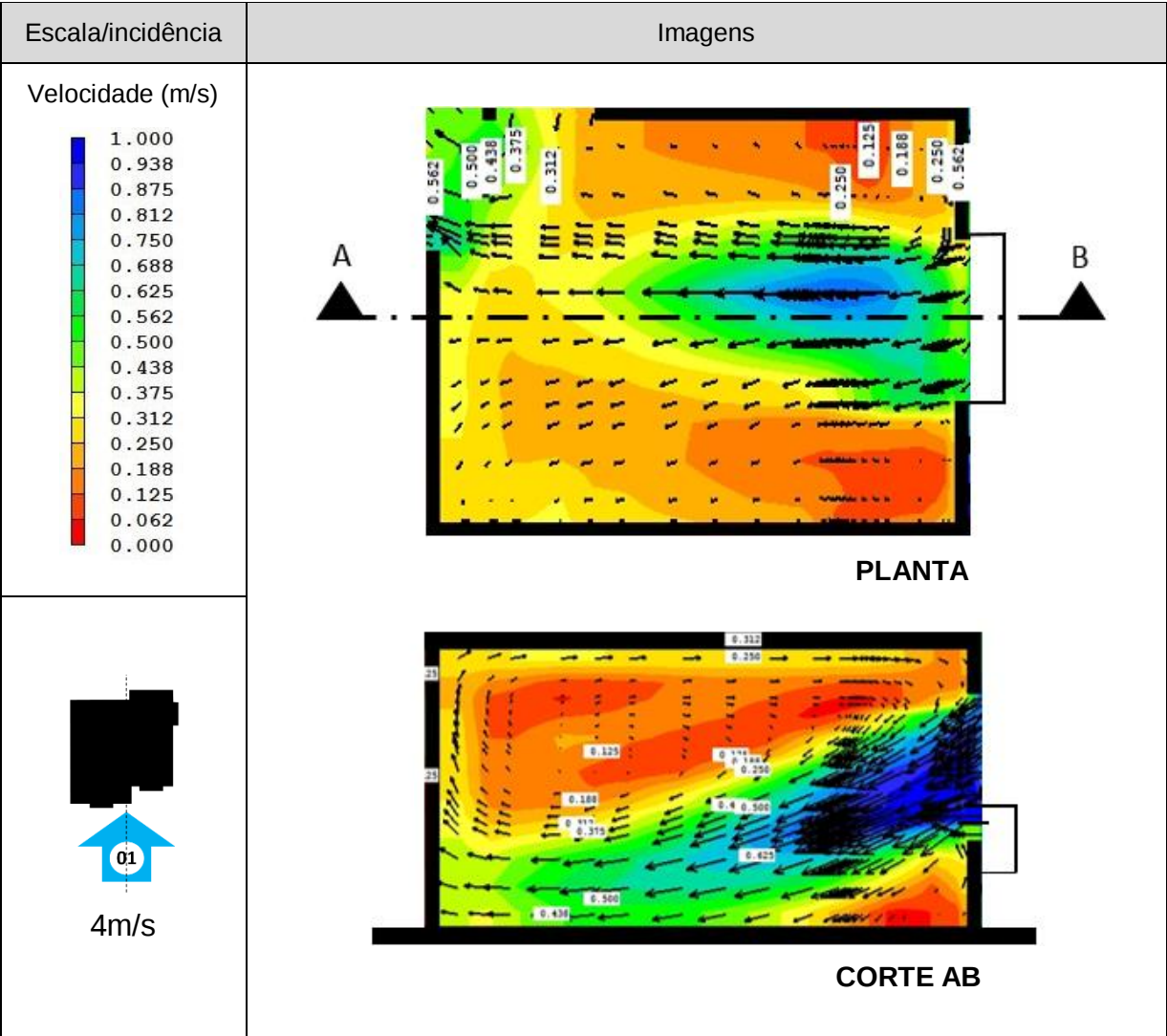
4.2.2 Resultados quanto à incidência e velocidade do vento

Esse item traz a análise do efeito da incidência do vento local na distribuição do fluxo interno e a comparação da ventilação interna proporcionada pelas velocidades do vento de 2m/s e 4m/s.

4.2.2.1 Incidência do vento

Observou-se que apenas na incidência do vento 1, perpendicular às aberturas da fachada frontal na sala/cozinha, nas três posições de aleta de fechamento do peitoril ventilado, o fluxo de vento tende a descer nas velocidades do vento de 2m/s e 4m/s (ver os quadros 22 a 24) e nos dois cenários, para o dia e para a noite, quando as janelas se encontram fechadas. O quadro 22 apresenta o resultado do modelo com peitoril ventilado janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado na posição horizontal – JAPH, incidência do vento 1 – I1, e velocidade do vento de 4m/s a 0,80m do piso. Apesar de a aleta de fechamento do peitoril ventilado estar na horizontal, observa-se em corte que o fluxo de vento é direcionado para baixo.

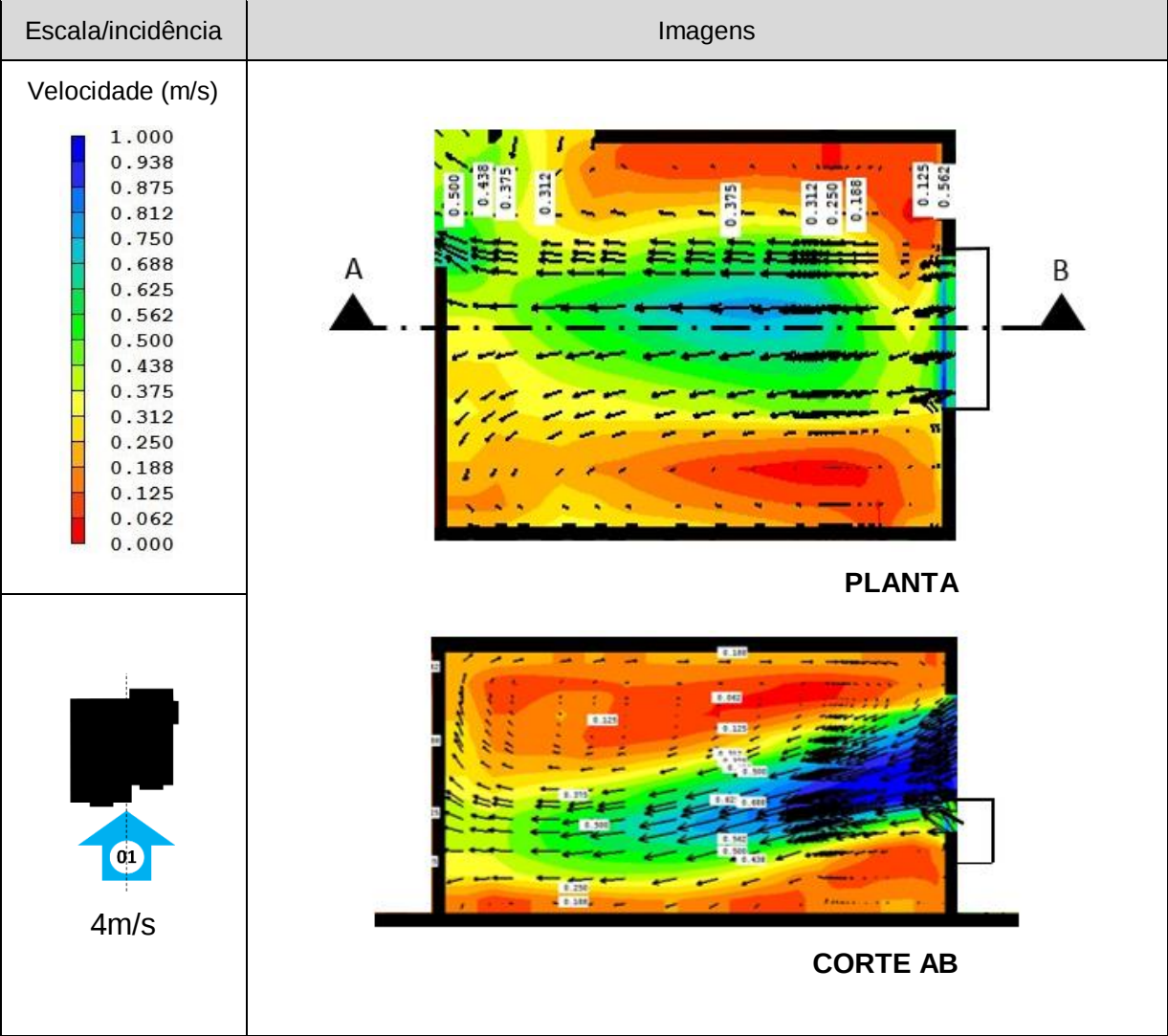
Quadro 22 – Sala/cozinha, modelo JAPH, I1, velocidade de 4m/s, planta a 0,80m e corte AB.



Fonte: Elaborado pela autora.

O quadro 23 apresenta o resultado do modelo com janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado voltado para cima – JAPC, incidência do vento 1 – I1, e velocidade do vento de 4m/s, a 0,80m do piso.

Quadro 23 - Sala/cozinha, modelo JAPC, I1, velocidade de 4m/s, planta a 0,80m e corte AB.

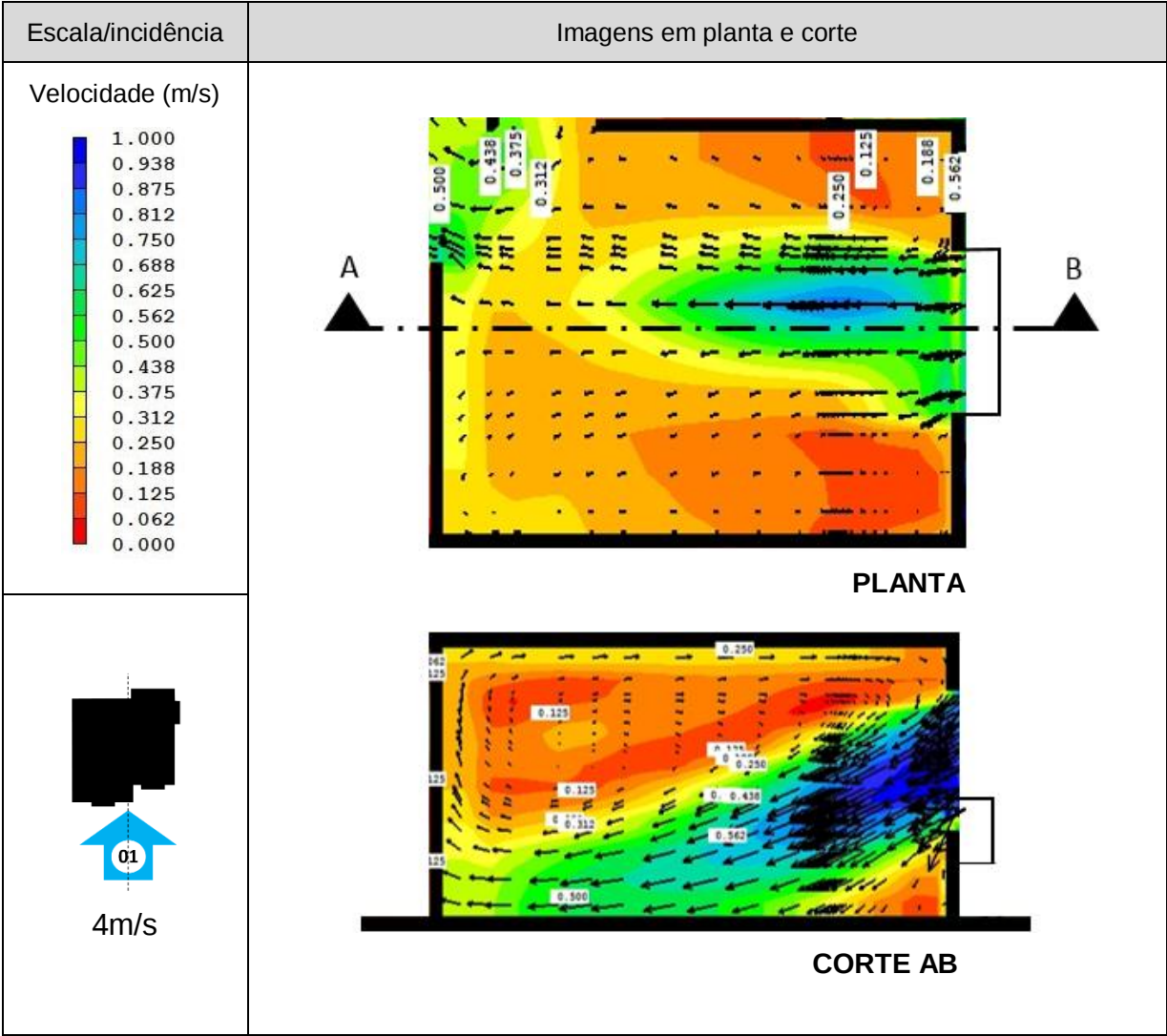


Fonte: Elaborado pela autora.

Com a aleta do dispositivo voltada para cima, observa-se que o fluxo de vento também desce e se prolonga alcançando o fundo da sala na altura de 0,80m com velocidade próxima de 0,5m/s, representado pelo segundo tom de verde mais claro na escala de velocidades.

O quadro 24 apresenta o resultado do modelo com janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado voltado para baixo – JAPB, incidência do vento 1 – I1, e velocidade do vento de 4m/s a 0,80m do piso.

Quadro 24 - Sala/cozinha, modelo JAPB, I1, velocidade de 4m/s, planta a 0,80m e corte AB.

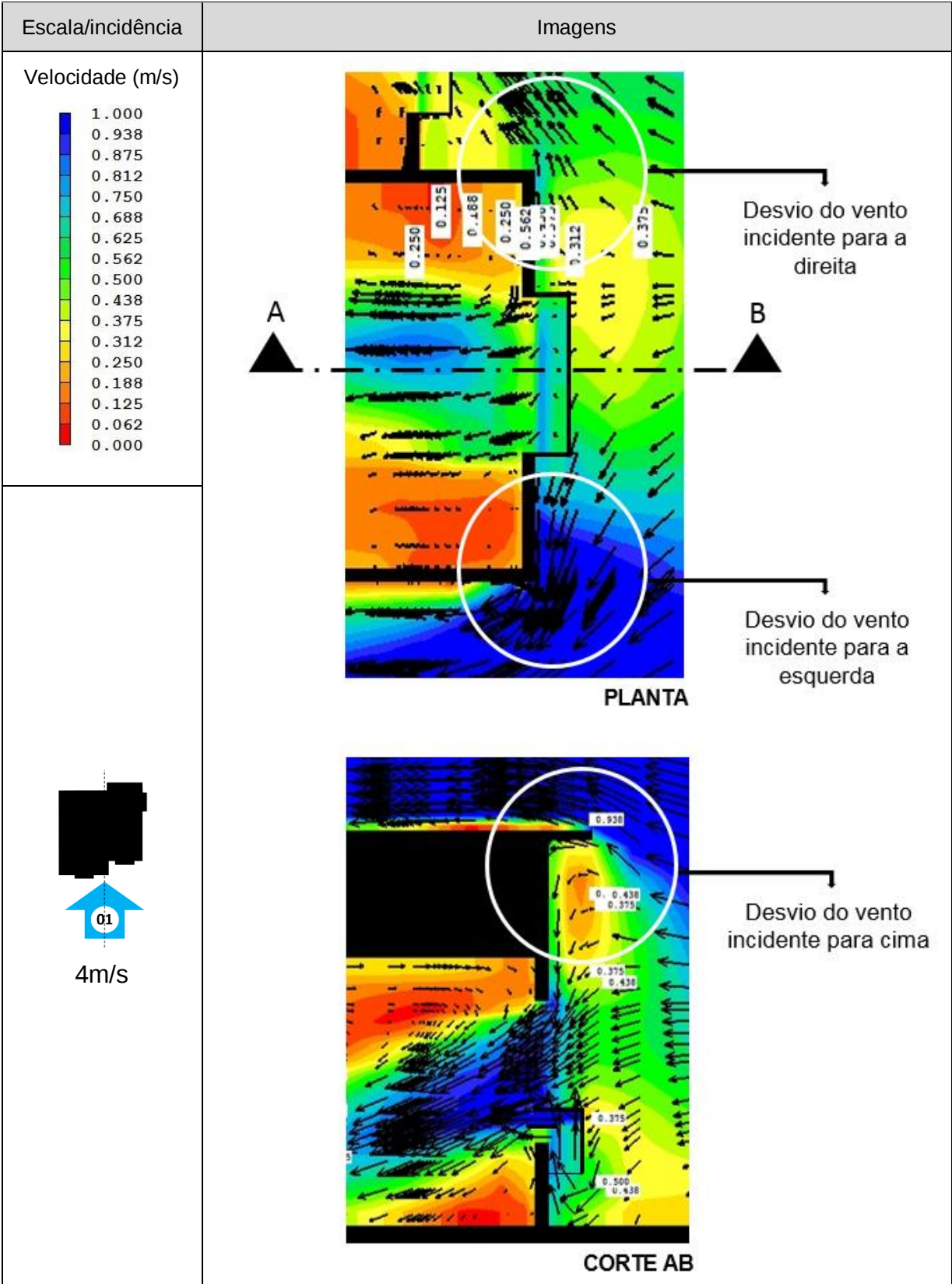


Fonte: Elaborado pela autora.

O natural seria que o posicionamento das aletas direcionasse o fluxo de vento em conformidade com cada ângulo para cima, para baixo e horizontal, mas nessas três posições do fechamento, nessa incidência do vento 1, o fluxo de vento desce. É provável que isso aconteça por causa do fluxo de vento que entra pela abertura da janela, que empurra para baixo o fluxo de ar que atravessa o dispositivo.

Além disso, ocorre um desvio do vento (parte para cima e parte para as laterais da abertura da janela) na fachada externa, antes de o vento adentrar o ambiente, configurando o escoamento final do fluxo incidente, visualizado no detalhe em planta e corte do quadro 25.

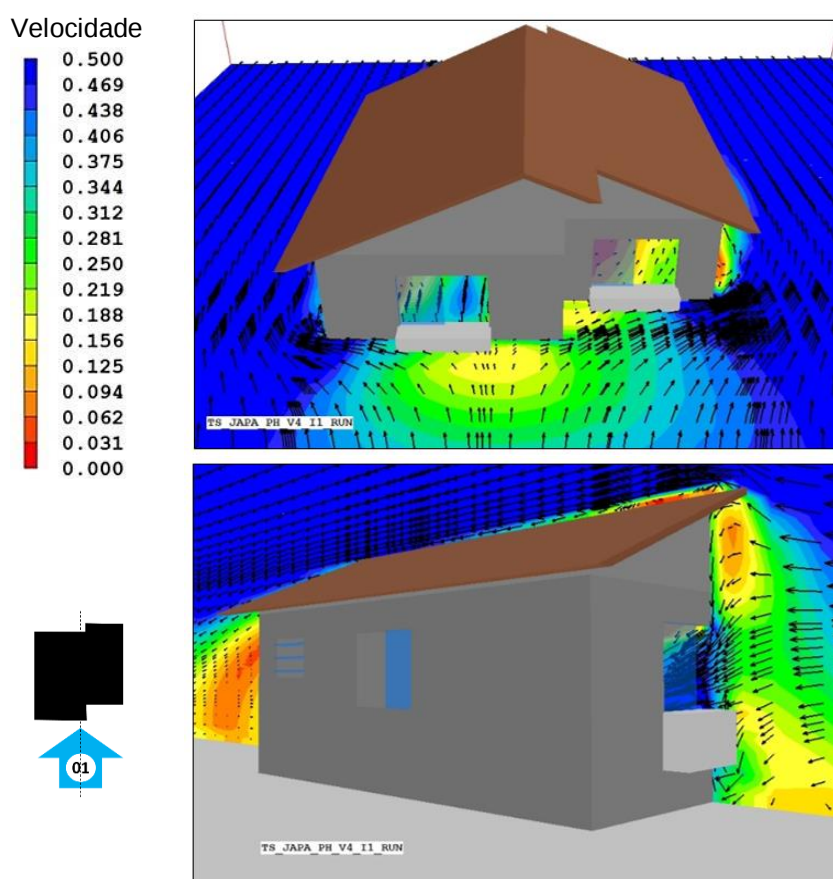
Quadro 25 - Detalhes em planta e corte do comportamento do vento na parede externa da sala de estar do modelo JAPH, I1, com velocidade de 4m/s, planta a 0,80m e corte AB.



Fonte: Elaborado pela autora.

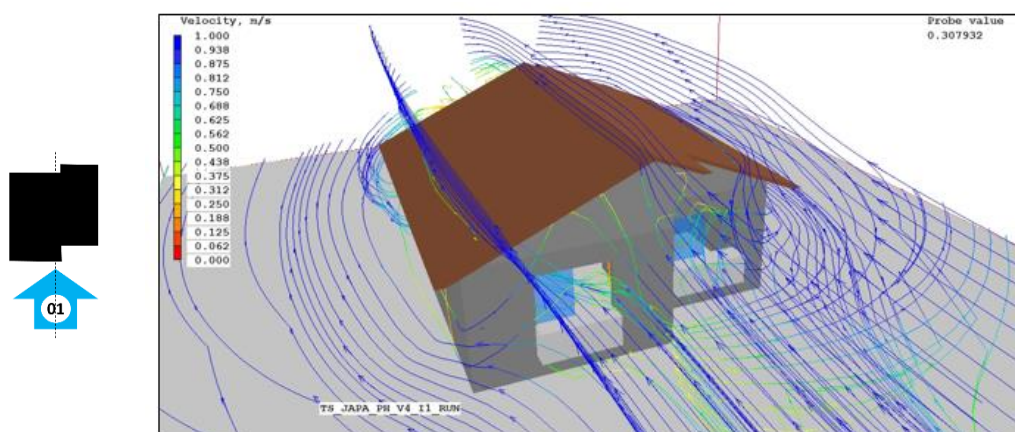
As figuras 50 e 51 apresentam o comportamento do vento externo na fachada frontal do modelo em perspectiva, com peitoril ventilado, janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado na posição horizontal – JAPH, com incidência do vento 1, perpendicular à fachada e velocidade do vento de 4m/s.

Figura 50 - Vento externo, modelo JAPH, incidência do vento 1, com velocidade de 4m/s.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 51 - Vetores em linhas contínuas, modelo JAPH, incidência do vento 1, com velocidade de 4m/s.



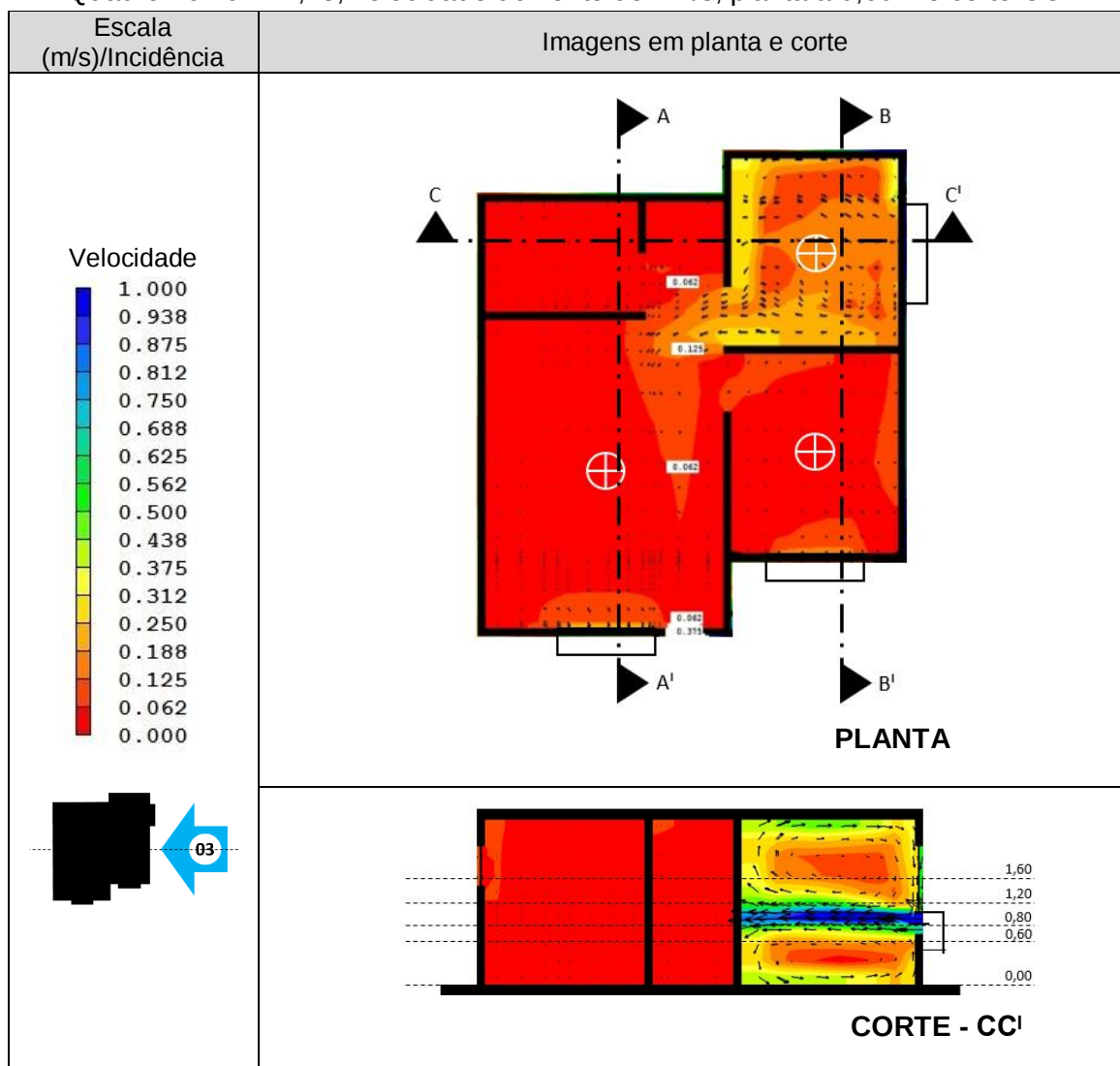
Fonte: Elaborada pela autora.

A incidência do vento associada a outras variáveis internas e externas ao modelo, como a forma do edifício, a presença de beirais, divisórias internas e a relação entre as áreas de aberturas de entrada e saída do vento, podem interferir no padrão da ventilação natural interna.

4.2.2.2 Velocidade do vento

Ao analisar as velocidades do vento no interior dos modelos simulados foi possível observar que, dependendo da incidência do vento, ocorre movimentação do fluxo de vento nos ambientes, mesmo nos modelos de cenário noturno, com janelas fechadas. O quadro 26 apresenta os resultados do modelo com janelas fechadas e fechamento horizontal do peitoril ventilado – JFPH, incidência do vento 3 – I3, e velocidade do vento de 4m/s em planta na altura de 0,60m e no corte CC^I.

Quadro 26 - JFPH, I3, velocidade do vento de 4m/s, planta a 0,60m e corte CC^I.



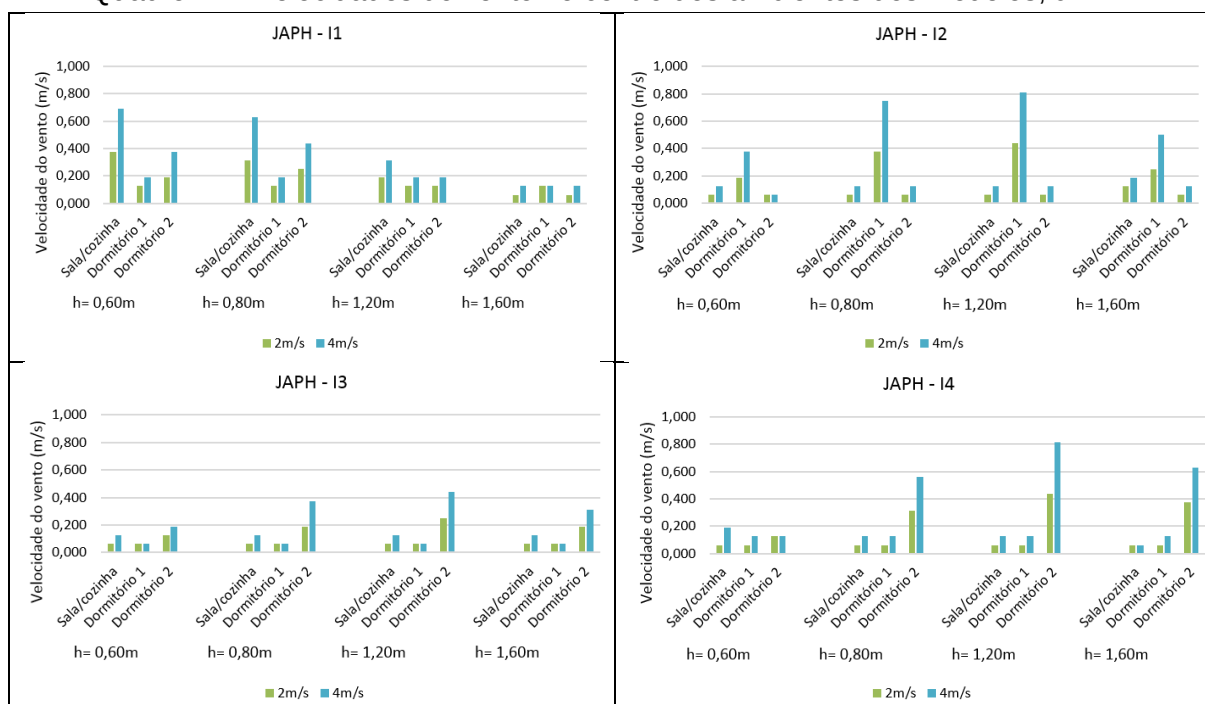
Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar desse resultado, o fluxo de vento apresenta-se pouco significativo em relação à distribuição e velocidade do vento necessárias a proporcionar sensação de conforto térmico nos ambientes do modelo de HIS, considerando o valor de velocidade do vento de 0,6m/s como mínimo para promover conforto térmico.

Os modelos com as janelas fechadas apresentaram em sua maioria velocidades do vento muito baixas, pois as únicas aberturas de entrada e saída do vento são as dos peitoris ventilados. É possível que se consiga aumentar a velocidade do vento nesses modelos ampliando as aberturas dos peitoris ventilados, inclusive o afastamento do anteparo vertical do “L” invertido em relação à parede externa.

Ao comparar os resultados das velocidades do vento no centro dos ambientes de cada modelo, quando a velocidade de incidência do vento muda de 2m/s para 4m/s percebe-se, na maioria dos casos, um aumento maior que 50% na velocidade do fluxo de vento interno e em algumas situações, a velocidade do vento se mantém. O quadro 27 mostra os gráficos com as velocidades do vento medidas no centro dos ambientes dos modelos com janelas abertas e fechamento pivotante horizontal do peitoril ventilado – JAPH.

Quadro 27 - Velocidades do vento no centro dos ambientes dos modelos, JAPH.



Fonte: Elaborado pela autora.

Nesses modelos com janelas abertas e fechamento pivotante horizontal do peitoril ventilado – JAPH, a velocidade do vento central se mantém constante nas

velocidades de incidência do vento de 2m/s e 4m/s: na incidência 1, no dormitório 1, a 1,60m de altura, com 0,125m/s; na incidência 2, no dormitório 2, a 0,60m de altura, com 0,062m/s; na incidência 3, no dormitório 1, nas quatro alturas de análise (0,60m, 0,80m, 1,20m e 1,60m), com 0,062m/s; e na incidência 4, no dormitório 2, a 0,60m de altura com 0,125m/s, e na sala a 1,60m de altura com 0,062m/s.

Mesmo com o aumento do fluxo de vento interno na incidência de vento de 4m/s, verifica-se que 81,25% dos modelos com peitoril ventilado apresentam valores de velocidade do vento central inferiores a 0,6m/s.

Apenas 18,75% dos 48 modelos com peitoril ventilado alcançaram velocidade do vento central igual ou maior que 0,6m/s, velocidade mínima para promover conforto térmico em clima quente e úmido. Esse percentual corresponde aos 9 modelos apresentados no quadro 28. Esses modelos possuem velocidades de incidência do vento de 4m/s.

Quadro 28 - Modelos com velocidade do vento central acima de 0,6m/s.

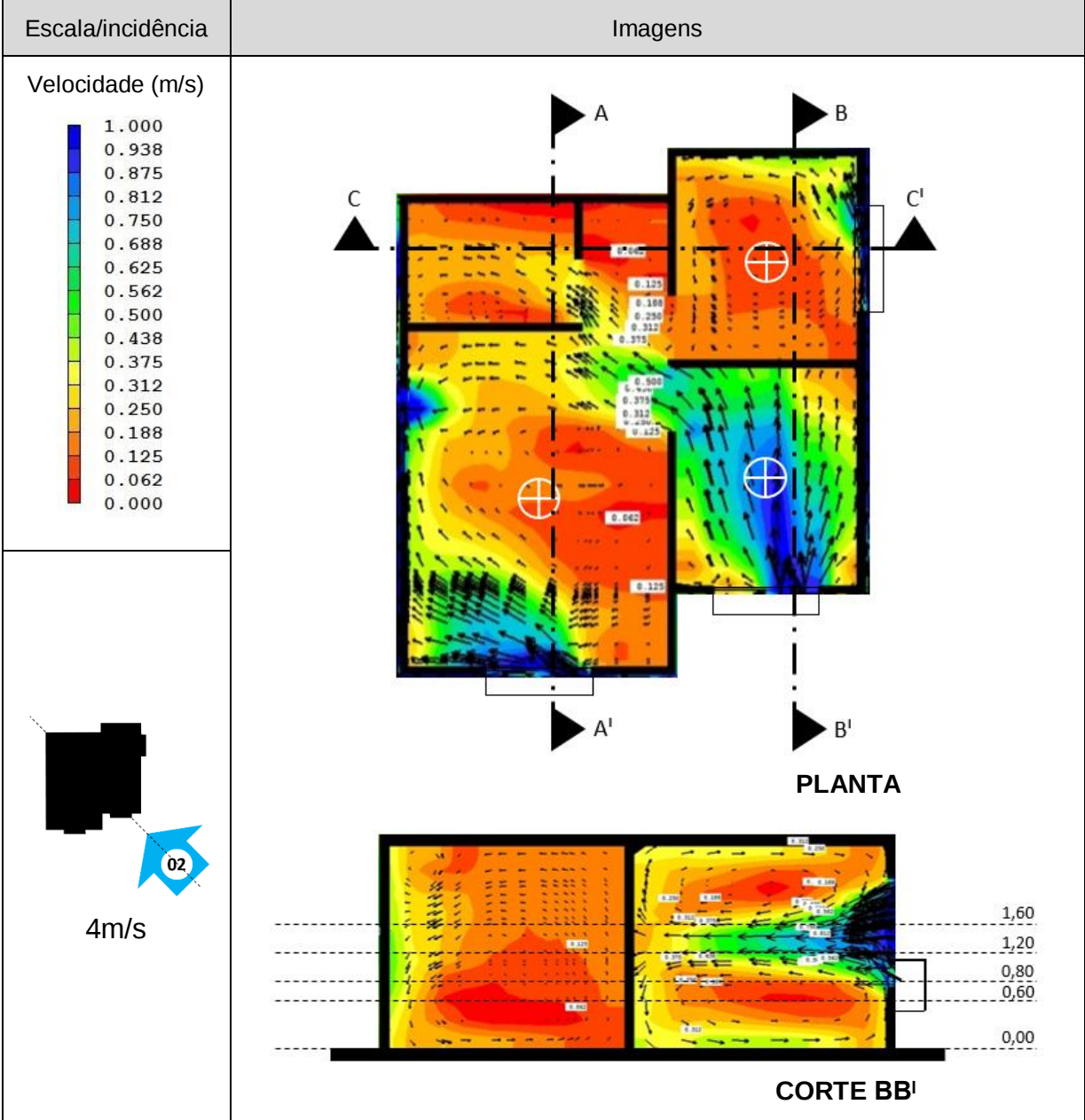
Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento no ponto central (m/s)
JAPH	1	4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,688
				0,80	0,625
JAPH	2	4m/s	Dormitório 1	0,80	0,750
				1,20	0,812
JAPC	1	4m/s	Sala/cozinha	0,80	0,688
JAPC	2	4m/s	Dormitório 1	1,20	0,938
				1,60	0,625
JAPB	1	4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,625
JAPB	2	4m/s	Dormitório 1	0,80	0,688
				1,20	0,688
JAPH	4	4m/s	Dormitório 2	1,20	0,812
				1,60	0,625
JAPC	4	4m/s	Dormitório 2	0,80	0,625
				1,20	0,688
JAPB	4	4m/s	Dormitório 2	0,80	0,625
				1,20	0,688

Fonte: Elaborado pela autora.

O quadro 29 apresenta a planta e corte do modelo com janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado na posição para cima – JAPC. A planta é da altura de 1,20m do piso, corte BB', incidência do vento 2 – I2 e velocidade de incidência do vento de 2m/s. Nesse modelo, identificou-se o valor máximo central de velocidade do vento de 0,938m/s apenas no dormitório 1, enquanto que na sala/cozinha e dormitório

2 a velocidade do vento central é menor que 0,188m/s, o que representa má distribuição do fluxo de vento no interior do modelo de HIS.

Quadro 29 - JÁPC, I2, velocidade do vento 4m/s, planta a 1,20m de altura e corte **BB'**.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 Recomendações para o uso do peitoril ventilado nas habitações

É importante salientar que não se pretende produzir um novo padrão de edificação ou uma receita fixa de projeto, mas apenas demonstrar a possibilidade de acoplamento de dispositivos complementares com a finalidade de promover uma melhor circulação de ar nos seus diversos ambientes.

O peitoril ventilado é um dispositivo arquitetônico fácil de ser produzido e utilizado para incrementar a ventilação natural interna de habitações, mas é preciso orientá-lo de maneira adequada aos ventos dominantes locais para permitir o correto sentido do fluxo de vento interno, garantindo a existência de aberturas adequadas de entrada e saída do vento nos ambientes, também orientadas aos ventos dominantes locais, para que haja movimentação do ar interno.

Como os diferentes climas exigem estratégias de projeto diferentes, é possível ajustar as dimensões e altura da abertura do peitoril ventilado de maneira a aumentar ou reduzir a ventilação proporcionada por ele, conforme a necessidade dos usuários.

A opção por um fechamento controlável da abertura do peitoril ventilado é útil para direcionar a corrente de ar para a altura em que o ocupante se encontra, além disso, pode-se ajustar a quantidade de vento que atravessa a abertura do dispositivo.

Dependendo da necessidade de ventilação no interior do ambiente, recomenda-se o uso da aleta pivotante de fechamento na posição horizontal, pois essa configuração proporciona maior área de abertura efetiva para ventilação com maior alcance do fluxo de vento que atravessa o dispositivo.

Observa-se que o peitoril ventilado é um dispositivo arquitetônico pouco utilizado pela arquitetura brasileira, em que pese um enorme potencial para aproveitamento plástico e bioclimático, associado a um baixo custo de implantação do componente estudado.

Foi simulado um total de 64 modelos, sendo 16 modelos do projeto original da habitação popular escolhida em oito incidências de vento, com velocidades do vento de 2m/s e 4m/s, considerando um cenário de dia com portas internas e janelas abertas.

Os outros 48 modelos simulados são com peitoril ventilado, em 4 incidências de vento, com velocidades do vento de 2m/s e 4m/s, considerando dois cenários, um para o dia com janelas, portas internas e peitoris ventilados abertos e um para a noite com janelas fechadas e portas internas e peitoris ventilados abertos.

Foram extraídas do PHOENICS 256 imagens em planta em diferentes alturas, correspondentes às alturas em que os usuários permanecem em cada ambiente, e três cortes de cada modelo com peitoril ventilado totalizando 400 imagens de resultados analisados.

O uso de simulação computacional é útil para comparar e analisar modelos fixando parâmetros e variando configurações para estudos de ventilação natural.

5 CONCLUSÕES

Esta tese examinou o comportamento da ventilação natural em um modelo de habitação popular considerando o peitoril ventilado como dispositivo para o incremento da ventilação natural.

Os resultados foram obtidos por meio de análises paramétricas em um programa de simulação computacional CFD em que a principal variável foi a configuração da aleta de fechamento da abertura do peitoril ventilado em três posições: horizontal, para cima e para baixo com ângulo de 30°. As demais variações foram 8 diferentes incidências do vento para o modelo do projeto original, sem peitoril ventilado, 4 incidências do vento para os modelos com peitoril ventilado e velocidades de incidência do vento de 2m/s e 4m/s.

Em uma análise geral, o desempenho do modelo de habitação popular em relação à ventilação natural mostrou-se inadequado, para os modelos sem peitoril ventilado e com peitoril ventilado, em que predominou em seus ambientes as velocidades do vento entre 0,0m/s e 0,2m/s, valores considerados muito baixos para promover conforto térmico.

5.1 Principais resultados e contribuições

Comparando os resultados dos modelos do projeto original, com os modelos com peitoril ventilado, observou-se que nenhum dos modelos sem peitoril ventilado apresentou velocidade igual ou superior a 0,6m/s no centro de seus ambientes, já após a inserção do peitoril ventilado 18,75% dos modelos apresentaram velocidade do vento central acima de 0,6m/s, velocidade com potencial para promoção do conforto térmico (SZOKOLAY apud LÔBO; BITTENCOURT, 2003).

Sobre o posicionamento da aleta de fechamento do peitoril ventilado, observou-se variação no direcionamento e distribuição do fluxo de vento que passa por meio da abertura do dispositivo e na área efetiva para ventilação dessa abertura, conforme a mudança de posição para cima, para baixo e horizontal. A posição horizontal permite que o fluxo de vento com maior intensidade alcance maiores distâncias ao longo do ambiente e permite maior área de abertura efetiva para ventilação de 0,4m².

A posição para cima não produziu um fluxo de vento ascendente ao longo do ambiente e a posição para baixo direciona o fluxo de ar para as regiões mais baixas.

Essas posições do fechamento reduzem 52,5% da área de abertura efetiva para ventilação do dispositivo.

Os resultados apontam para a necessidade de mais estudos relativos ao desempenho bioclimático do dispositivo em pauta, particularmente no que se refere à localização associada à janela do ambiente.

O desempenho relativo à ventilação natural do modelo de HIS pode gerar um consumo exagerado de energia elétrica na edificação requerendo de seus ocupantes o uso de equipamentos para condicionamento térmico.

No projeto de habitações, especialmente HIS, é necessário aproveitar a ação dos ventos dominantes localizando e dimensionando as aberturas, de maneira que todos os ambientes possuam intensidade, sentido e distribuição adequada do fluxo de vento interno.

O uso de dispositivos que incrementem a ventilação natural, como o peitoril ventilado, é indicado para a promoção do conforto térmico e eficiência energética nas edificações, com as vantagens da manutenção da qualidade do ar mesmo nos casos de janelas fechadas, do insuflamento de ar na altura das camas e assentos, favorecendo a ventilação do usuário sentado ou deitado, da ventilação natural protegida contra chuva e radiação solar direta e da ventilação noturna com privacidade.

5.2 Limitações da pesquisa e sugestões para trabalhos futuros

Em virtude da grande quantidade de modelos, do tempo investido nas simulações e do volume de resultados gerados para a análise, é necessário limitar o número de variáveis para que seja viável a realização da pesquisa.

É preciso ficar claro que os resultados obtidos se referem às simulações dos modelos estudados e não devem ser generalizados. O estudo aplica-se à tipologia do peitoril ventilado, do modelo de edificação utilizado, às condições de entorno e às incidências e velocidades do vento consideradas.

Outros trabalhos podem ser desenvolvidos a partir deste, variando as dimensões do peitoril ventilado, a forma, a altura e o tamanho da abertura, o tipo de fechamento, o afastamento do anteparo vertical do “L” invertido em relação à parede externa, a associação do dispositivo com outros componentes da arquitetura (como um peitoril ventilado com jardineira) e a tipologia da habitação.

Além da variação das configurações do modelo, sugere-se a análise do desempenho térmico e energético de modelos antes e após a inserção do peitoril ventilado.

Para uma análise mais detalhada do comportamento da ventilação natural no interior dos modelos de edificação, recomenda-se o uso de uma malha com maior número de pontos para verificar a distribuição das correntes de ar sobre diferentes possibilidades de layout.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. **Introdução à gestão habitacional**. São Paulo, EPUSP, 1995. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/12. 35.p.

ABIKO, A. K.; ORNSTEIN, S. W. **Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social**. 20.ed. Coletânea Habitare/FINEP,1. São Paulo: FAUUSP, 2002. 373p.

ABRAIN/FGV – Associação Brasileira de Incorporadoras Imobiliárias/Fundação Getúlio Vargas, Projetos. **Análise das necessidades habitacionais e suas tendências para os próximos dez anos**. 2. Relatório técnico final. Rio de Janeiro: FGV, 2018.

AGILVIDROS. **Tipologias mais conhecidas no mercado brasileiro**. Disponível em: <<http://esquadrialuminio.blogspot.com/p/visite-nosso-site-www.html>> Acesso em: 11 fev. 2020. il.

ALLARD, F.; GHIAUS, C.; MANSOURI, Y. Natural ventilation for health, comfort and energy efficiency. In: VII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído - ENCAC, 2003, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2003.

ARCHDAILY. **Centro Kathleen Kilgour**. 29 nov. 2015. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/777241/centro-kathleen-kilgour-wingate-plus-farquhar-architects?ad_medium=gallery> Acesso em: 11 fev. 2020. il. color.

ARRETCHE, M. Intervenção do Estado e setor privado: o modelo brasileiro de política habitacional. **Espaço & Debates**. v. X, n. 31, p. 21-36. São Paulo, 1990.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

AYNSLEY, R. Estimating summer wind driven natural ventilation potential for indoor thermal comfort. **Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics**. n. 83, vr. on-line. Australian Institute of Tropical Architecture, James Cook University. Australia, 1999. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167610599000987>> Acesso em: 18 fev. 2020.

AZEVEDO, S. de. **Habitação e Poder**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.

BARROS, L. A. F. **Avaliação de projeto padrão de creche em conjuntos habitacionais de interesse social: o aspecto da implantação.** Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2002. 208p.

BITTENCOURT, L. S.; CÂNDIDO, C. M. **Introdução à ventilação natural.** 3. ed. Maceió: EDUFAL, 2008.

BITENCOURT, L. S.; SACRAMENTO, A. S.; CÂNDIDO, C.; LEAL, T. Estudo do desempenho do peitoril ventilado para aumentar a ventilação natural em escolas de Maceió/. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3742/2095>> Acesso em: 28 fev. 2021.

BITENCOURT, L. S.; SACRAMENTO, A. S.; LEAL, T.; CÂNDIDO, C. A influência do tipo de fechamento dos peitoris ventilados na velocidade e distribuição da ventilação natural em salas de aula. In: IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e V Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído – ENCAC e ELACAC, 2007, Ouro Preto, MG. **Anais...** Ouro Preto, 2007. 9.p.

BITTENCOURT, L. S. **Ventilation as a cooling resource for warm humid climates: An investigation on perforated block wall geometry to improve ventilation inside low-rise buildings.** Tese (Doutorado em Environment and Energy Studies). Architectural Association Graduate School. Londres, 1993.

BONATES, M. F. O Programa de Arrendamento Residencial – PAR: acesso diferenciado à moradia e à cidade. **Revista Risco** n. 7, vr. on-line. Programa de pós-graduação do departamento de arquitetura e urbanismo EESC – USP. 2008. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/risco/article/view/44729>> Acesso em: 23 fev. 2021.

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, Lei do Inquilinato e difusão da Casa Própria.** São Paulo: Estação Liberdade, FAPESP, 1998.

BOWER, J. **Understanding Ventilation: How to design, select, and install residential ventilation systems.** The Healthly House Institute, 1995.

BRASIL. Ministério das Cidades/Caixa Econômica Federal. Fundo de Arrendamento Residencial – FAR. **Relatório de gestão do exercício de 2016.** Brasília: CEF, 2017.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional De Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. **Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010.** Rio de Janeiro: [S.ed], 2010.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional De Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. **Portaria n.º 18, de 16 de janeiro de 2012.** Rio de Janeiro: [S.ed], 2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço Energético Nacional 2019: Ano base 2018**. Rio de Janeiro: EPE, 2019.

BRE – Building Research Establishment. Principles of Natural Ventilation. **BRE Digest**, n.210. BRE, Garston, 1978.

CÂNDIDO, C. **Ventilação natural e códigos de obras: uma análise das tipologias de aberturas nos edifícios de escritórios em Maceió/AL**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura - Dinâmicas do Espaço Habitado) Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 2006.

CARVALHO, I. B.; FREITAS, R. M. **Desempenho térmico em habitação de interesse social**. In: XIII Congresso de Iniciação Científica – CONIC. 2015. Recife/PE, 2015.

CASADICAS. **Minha Casa Minha Vida, o que é e como funciona o programa**. 2019. Disponível em: <<https://www.casadicas.com.br/financiamento/minha-casa-minha-vida-o-que-e-e-como-funciona-o-programa.html>> Acesso em: 18 fev. 2020. il. color.

CHAM. **Flair tutorial 5: A room with sunlight**. PHOENICS. 2021. Disponível em: <http://www.cham.co.uk/phoenics/d_polis/d_wkshp/flair/fla_tut5.htm> Acesso em: 18 fev. 2021. il. color.

CHAM. **PHOENICS 2018 v1.0**. 2018.

CIMIMÓVEIS. Negócios imobiliários. **Residencial Paraíso – Zona Norte**. 2020. Disponível em: <<https://www.cimimoveis.com/Pelotas/Apartamento-Bairro-Tres+Vendas/imovel//578314>> Acesso em: 18 fev. 2020. il. color.

COELHO, W. R. **O déficit de moradias: instrumento para avaliação e aplicação de programas habitacionais**. Dissertação (Mestrado) Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 2002.

CORDEIRO, S. L. Moradia popular na cidade de São Paulo (1930 – 1940) – Projetos e Ambições. **Revista Histórica** n. 1, vr. on-line. Arquivo público do Estado de São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.arquivoestado.sp.gov.br/site/assets/publicacao/anexo/historica01.pdf>> Acesso em: 13 fev. 2020.

CUNHA, L. J. B. F. **Análise de métodos para aplicação de ventilação natural em projetos de edificações em Natal/RN**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2010.

DILIGENTI, M. P. **Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social: movimentos sociais e a (re) significação do lugar.** In: ENANPARQ - Simpósio Temático: Sustentabilidade na Habitação de Interesse Social: cultural, social, ambiental e econômica. Rio de Janeiro, 2010.

FANGER, P. O. **Thermal comfort: analysis and applications in environmental engineering.** New York : McGraw-Hill, 1972.

FARAH, M. F. S. **Estado e habitação no Brasil: o caso dos institutos de previdência.** Projeto de Divulgação Tecnológica Lix da Cunha. Tecnologia de edificações. São Paulo: IPT Pini, 1998.

FARAH, M. F. S. **Processo de trabalho na construção habitacional: tradição e mudança.** São Paulo: ANNABLUME, 1996.

FERNANDES, Marlene. **Agenda Habitat para Municípios.** Rio de Janeiro: IBAM, 2003.

FERRAZ, L. C. Embrião do sistema mutuário da América Latina. **Jornal Perspectiva.** 2016. 252. ed. on-line. Santos, 2020. Disponível em: <<http://jornalperspectiva.com.br/santos-e-suas-historias/embriao-do-sistema-mutuuario-na-america-latina/>> Acesso em: 17 fev. 2020. il.

FERREIRA, A. D. D. et al. O conforto ambiental aplicado à questão da habitação de interesse social. O uso de soluções passivas. In: XIV Congresso Nacional de Excelência em Gestão – CNEG, 2018, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, 2018. 13.p.

FIEP. **5 razões para o Brasil ter uma das energias mais caras do mundo.** Agência Sistema FIEP. 2018. Disponível em: <<https://agenciafiep.com.br/2018/04/02/5-razoes-para-o-brasil-ter-uma-das-energias-mais-caras-do-mundo/>> Acesso em: 20 fev. 2020.

FJP. Fundação João Pinheiro, Diretoria de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil 2015.** Belo Horizonte: FJP, 2018. 78.p

FJP. Fundação João Pinheiro. **Déficit habitacional no Brasil 2000.** Belo Horizonte: FJP, 2001. 203.p.

FJP. Fundação João Pinheiro. **Déficit habitacional e inadequação de moradias no Brasil.** Principais resultados para o período de 2016 a 2019. 2020. Disponível em: <http://novosite.fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/04.03_Cartilha_DH_compressed.pdf> Acesso em: 20 abr. 2021.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico.** 2003. 8. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2007.

GIVONI, B. **Climate considerations in building and urban design**. Canada: John Wiley & Sons, 1998.

GOULART, S. V. G. **Sustentabilidade nas Edificações e no Espaço Urbano**. UFSC, 2008. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Sustentabilidade_apostila_0.pdf> Acesso em: 19 fev. 2020.

HOOFF; T.V. BLOCKEN, B. CFD evaluation of natural ventilation of indoor environments by the concentration decay method: CO₂ gas dispersion from a semi-enclosed stadium. **Building and Environment**. v. 61. p.1-17. 2013.

IMAI, César. **Avaliação pós-ocupação (APO) no projeto Casa Fácil: o caso de Londrina, Paraná**. Dissertação (Mestrado em Estruturas Ambientais Urbanas). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LABAKI, Lucila C.; KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. Projetos padrão de conjuntos habitacionais de Campinas e seu conforto térmico: análise de possíveis melhorias. In: VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 1995, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro, 1995. p.593-598.

LABEEE, Laboratório de Eficiência Energética nas Edificações. **Arquivos climáticos**. Atualização de 2005. Disponível em: <<https://labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/formato-try-swera-csv-bin>>. Acesso em: 14 abr. 2021.

LABEEE. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Desempenho térmico de Edificações**. UFSC. Florianópolis, 2020. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-Ventilacao_Natural_0.pdf> Acesso em: 19 fev. 2020.

LAMENHA, M. A.; BATISTA, J. O.; BITTENCOURT, L. S. Análise do projeto padrão de escola técnica do MEC sob diferentes incidências de vento. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2014, Maceió, AL. **Anais...** Maceió, 2014. p.83-92.

LAMENHA, M.; BITTENCOURT, L. Efeito da mudança de orientação na ventilação natural em uma habitação de interesse social. In: XXIV Congresso Pan-americano de Arquitetos – CPA, 2012, Maceió, AL. **Anais...** Maceió, 2012.

LAMBERTS, R. et al. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: PROCEL, 2014.

LARCHER, J. V. M. **Diretrizes visando a melhoria de projetos e soluções construtivas na expansão de habitações de interesse social**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2005.

LEAL, T. A; CÂNDIDO, M. C; BITTENCOURT, L. S. A influência da forma do peitoril ventilado na ventilação natural de escolas no clima quente e úmido. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2006, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2006. p.494-503.

LEAL, T. A; CÂNDIDO, M. C; BITTENCOURT, L. S. A influência na distribuição e ventilação natural a partir do uso do peitoril ventilado em escolas. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2006, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2006. 1 CD ROM.

LEAL, T. A; CÂNDIDO, M. C; BITTENCOURT, L. S. Estudo do desempenho do peitoril ventilado para aumentar a ventilação natural em espaços de sala de aula. In: VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió, AL. **Anais...** Maceió, 2005.

LÔBO, D. G. F.; BITTENCOURT, L. S. A influência da localização das aberturas na ventilação natural de edificações escolares. In: V Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e II Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído – ENCAC e ELACAC, 1999, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, 1999. 7.p.

LÔBO, D. G. F.; BITTENCOURT, L. S. A influência dos captadores de vento na ventilação natural de habitações populares localizadas em climas quentes e úmidos. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3451>> Acesso em: 17 fev. 2021.

LUKIANCHUKI, M. A. et al. Sheds extratores e captadores de ar: influência da geometria e da dimensão das aberturas no desempenho da ventilação natural nas edificações. **Revista Ambiente Construído** 16, n. 1, vr. on-line. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100062>> Acesso em: 10 jul. 2019.

MACIEL, M. A. desempenho acústico de peitoril ventilado utilizando técnicas de controle ativo de ruído. In: XXVIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC, 2018, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre, 2018. 9.p.

MAGALHÃES, L. C. **Orientações gerais para conservação de energia elétrica em prédios públicos**. PROCEL, 2001. Disponível em: <<http://www.justicaeleitoral.jus.br/arquivos/tre-pr-agenda-ambiental-manual-procel-orientacoes-gerais-para-predios-publicos/view>> Acesso em: 15 fev. 2020.

MARICATO, E. **Habitat: As práticas bem-sucedidas em habitação, meio ambiente e gestão urbana nas cidades brasileiras**. São Paulo: Studio Nobel, 1997.

MARTINS, V. A. **Energia e desenvolvimento: Porque o Brasil precisa de mais eficiência energética**. FGV Energia, 2018. Disponível em: <<https://www.google.com/search?q=disp%C3%AAndio+significado&oq=dispendio+si&aqs=chrome.2.69i57j0l7.11283j1j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>> Acesso em: 21 fev. 2020.

MÍDIA. **Casas do “Minha Casa Minha Vida” finalmente são entregues**. 2012. Disponível em: <<https://amigosdejanuaria.wordpress.com/2012/08/29/casas-do-minha-casa-minha-vida-estao-prontas-mas-ainda-nao-foram-entregues/>> Acesso em: 18 fev. 2020. il. color.

MONTENEGRO, F. C.; XAVIER, R. N. G.; BITTENCOURT, L. A influência de aletas com diversas inclinações no escoamento da ventilação natural através do peitoril ventilado. In: XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2012, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora, 2012. p.2091-2099.

MORAES, H. **Mais de 1,5 mil casas do Programa Minha Casa Minha Vida são entregues em Porto Velho**. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/mais-de-15-mil-casas-do-programa-minha-casa-minha-vida-sao-entregues-em-porto-velho.ghtml>> Acesso em: 18 fev. 2020. il. color.

MORAIS, J. M. **Ventilação natural em edifícios multifamiliares do “Programa Minha Casa Minha Vida”**. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual De Campinas. Campinas, 2013.

OITICICA, M. L. G. R. **Desempenho acústico de diferentes tipologias de peitoris ventilados**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, área de concentração Arquitetura e Construção). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2010.

OITICICA, M. L. G. R.; BERTOLLI, S. R. Melhoria do desempenho acústico em peitoril ventilado. In: Acústica 2008, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal. **Anais...** Coimbra, 2008.

OITICICA, M. L. G. R.; BERTOLLI, S. R. Influência de diferentes materiais no desempenho acústico de peitoris ventilados. In: XXIII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC, 2010, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, 2010. 8.p.

OLGYAY, V. **Arquitectura y Clima: Manual de Diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas**. 1998. 4. ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2006. Edição em espanhol.

OLIVEIRA, M. C. A. **Simulação computacional para avaliação dos efeitos das modificações em casas autoconstruídas sobre a ventilação**. Campinas, 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2009.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde 2020. **Transmissão do SARS-CoV-2: implicações para as precauções de prevenção de infecção**. Resumo científico. 9 jul. 2020. Disponível em: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52472/OPASWBRACOV-1920089_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 23 abr. 2021.

PORTO, I. Guarulhos hoje. **Casa Paulista e o Minha Casa Minha Vida entregam 1.006 apartamentos no Pimentas**. Disponível em: <<https://www.guarulhoshoje.com.br/2017/08/11/casa-paulista-e-o-minha-casa-minha-vida-entregam-1-006-apartamentos-no-pimentas/>> Acesso em: 18 fev. 2020. il. color.

POSSEBOM, A. et al. **Ventilação cruzada**. In: 5º Seminário Internacional de Construções Sustentáveis – SICS. 2016. Passo Fundo/RS, 2016.

PROJETEEE. **Estratégias bioclimáticas. Ventilação Natural**. 2019. Disponível em: <<http://projeteer.mma.gov.br/implementacao/torres-de-vento/>> Acesso em: 29 nov. 2019. il. color.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. 1997. 2. ed. Edição em português. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2005.

RUBIN, G. R.; BOLFE, S. A. O desenvolvimento da Habitação Social no Brasil. **Revista Ciência e Natura**. n. 2, v. 36. vr. on-line. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Santa Maria, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/download/11637/pdf>> Acesso em: 17 fev. 2020.

SANTAMOURIS, M.; WOUTERS, P. **Building ventilation: the state of the art**. 2006. USA: Earthscan, 2006.

SILVA, P. M. et al. Captadores de vento: uma alternativa para favorecer ventilação cruzada. Uma proposta para habitação de interesse social. In: XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 2008, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza, 2008. 10.p.

SIMÕES, G. M. F. **Conforto e adaptação espacial e individual em conjuntos habitacionais de interesse social: estudo em João Pessoa/PB**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2018.

SUSHI. Sustainable Social Housing Initiative. **Eficiência Energética e Habitação de Interesse Social no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/sushi/images/see_pdf/SUSHI_Sumario_Executivo_Resumido-Energia.pdf> Acesso em: 21 fev. 2020.

TASCHNER, S. P. **Política Habitacional no Brasil: retrospectivas e perspectivas**. São Paulo: FAU/USP, 1997.

TERRAS. **Ventilação cruzada: peitoril ventilado**. Movimento terras em busca da sustentabilidade. 26 set. 2012. Disponível em: <<http://movimentoterras.blogspot.com.br/>> Acesso em: 12 fev. 2016. il. color.

TIBÚRCIO, I. S. P. **Ventilação natural em edificações residenciais: parâmetros normativos para configuração das aberturas**. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, 2017. 205p.

TRIANA, Maria Andrea; GHISI, Eneid. **Benefícios para aplicação do Selo Casa Azul. Categorias, Eficiência Energética, Projeto e Conforto**. Realização: CAIXA, DUX Arquitetura e Engenharia Bioclimática e GIZ. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Beneficios_selo-casa-azul.pdf> Acesso em: 14 fev. 2020.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. **Characterization of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance**. Energy policy. v. 87. Pp. 524-541, 2015.

TRINDADE, S. C. PEDRINI, A. DUARTE, R. N. C. Métodos de aplicação da simulação computacional em edifícios naturalmente ventilados no clima quente e úmido. **Ambiente construído**. (Online) vol.10 no.4 Porto Alegre Oct./Dec. 2010.

VIGGIANO, M. H. Bases conceituais do Projeto Casa Autônoma. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído - ENCAC, 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro, 2001. 9.p.

VIQUEIRA, M. R. **Estudios de Arquitectura Bioclimática**. Anuário 2003. Vol. V. México: Editorial Limusa, 2003.

VITRUVÉ. **Les dix Livres d'Architecture**. Paris: E. Baland, 1979.

YEANG, Ken. **The skyscraper bioclimatically considered: a design primer**. Londres: Academy Editions, 1996.

APÊNDICE A - RESUMO DOS RESULTADOS

Para facilitar a leitura completa dos resultados, estes foram divididos em duas partes. A primeira parte traz os resultados das simulações do projeto original, sem peitoril ventilado, com portas internas e janelas abertas, considerando as velocidades do vento de 2m/s e 4m/s, em oito diferentes incidências de vento, resultando em 16 modelos.

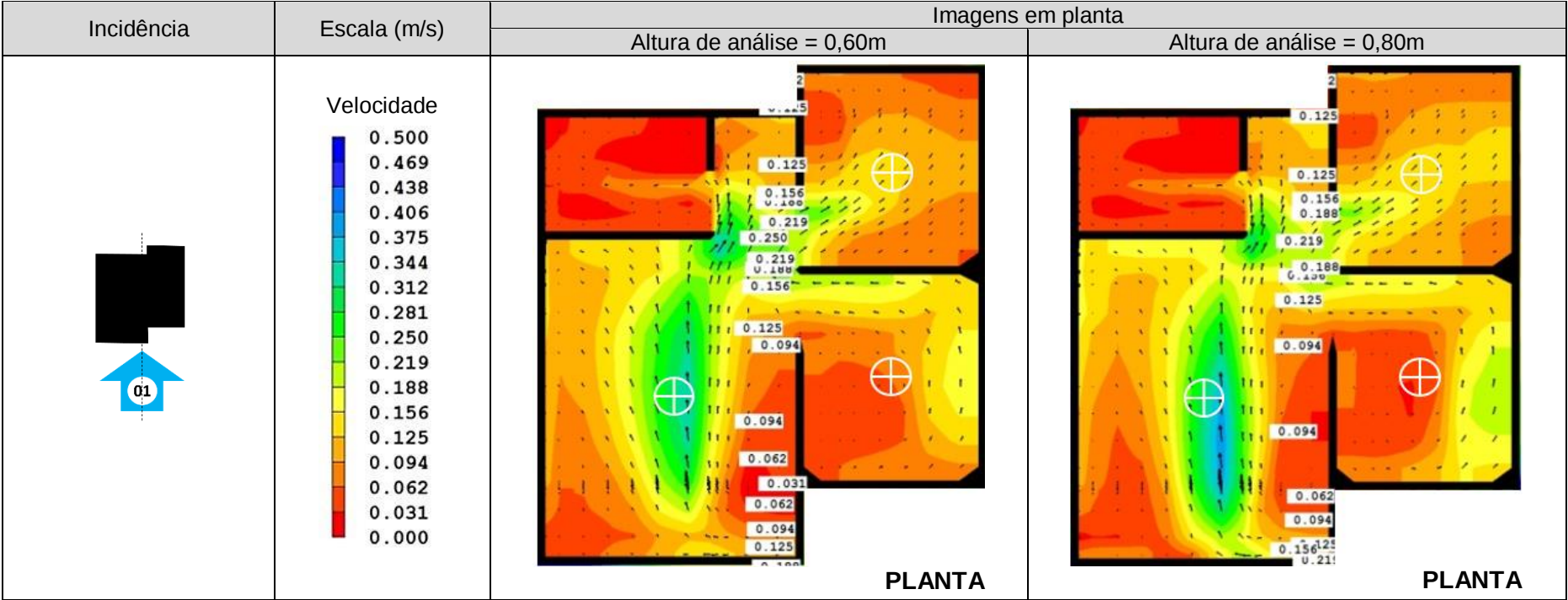
A segunda parte dos resultados mostra as simulações do projeto com peitoril ventilado, considerando configurações de abertura das janelas para o dia e para a noite. A configuração para o dia apresenta janelas, portas internas e peitoris ventilados abertos. A configuração para a noite apresenta janelas fechadas e portas internas e peitoris ventilados abertos.

Os resultados dos modelos com peitoril ventilado consideraram a seguinte variação do posicionamento da aleta de fechamento do dispositivo: pivotante horizontal, pivotante a 30° para cima e pivotante a 30° para baixo. Foram consideradas as velocidades do vento de 2m/s e 4m/s e quatro incidências de vento, resultando em 48 modelos, sendo 64 o total de modelos simulados.

De cada um dos 64 modelos, apresenta-se quatro imagens em planta em cada uma das quatro alturas de análise mencionadas no Capítulo 3. Dos 48 modelos com peitoril ventilado, apresenta-se três imagens em corte. Isso totaliza 400 imagens (Quadros 30 a 205) extraídas do CFD com resultados quantitativos (distribuição, direção e sentido do fluxo de vento) e qualitativos (valores de velocidade do vento correspondentes aos campos de cores) da ventilação interna dos modelos de habitação simulados.

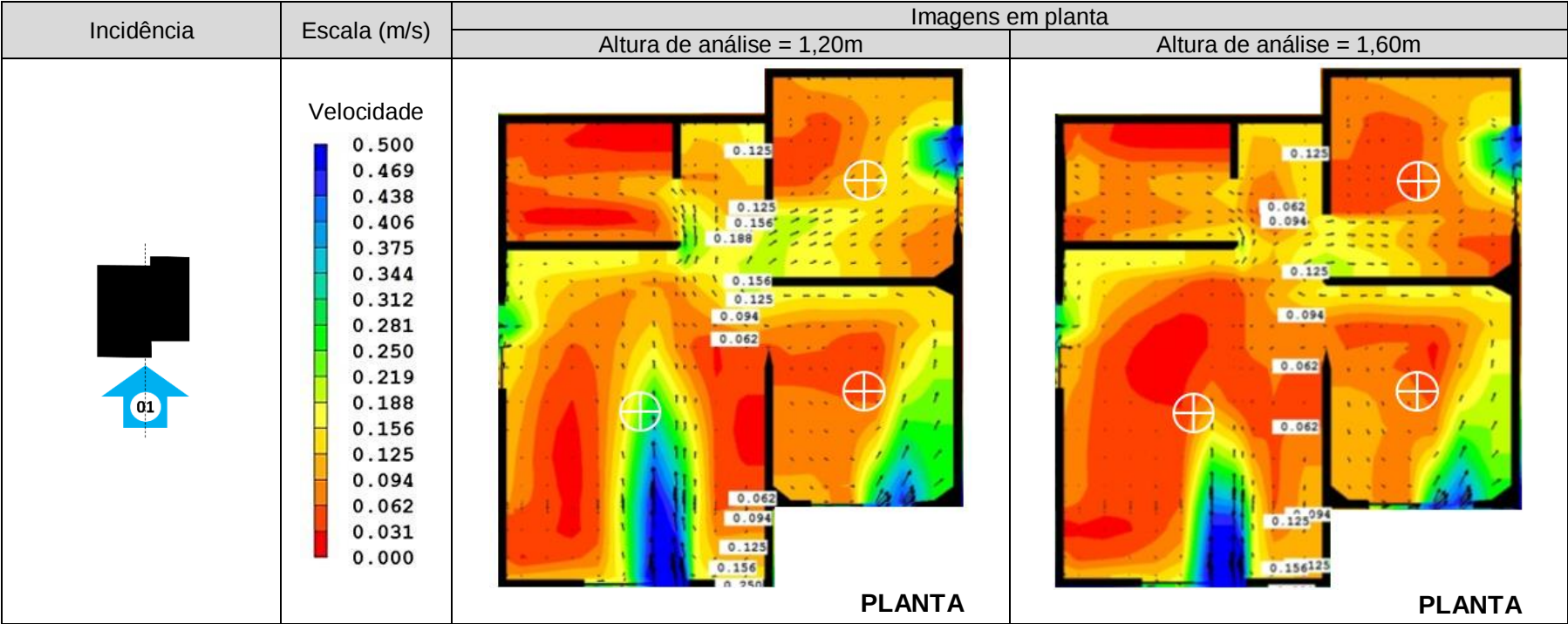
I. Projeto original

Quadro 30 - Projeto original, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



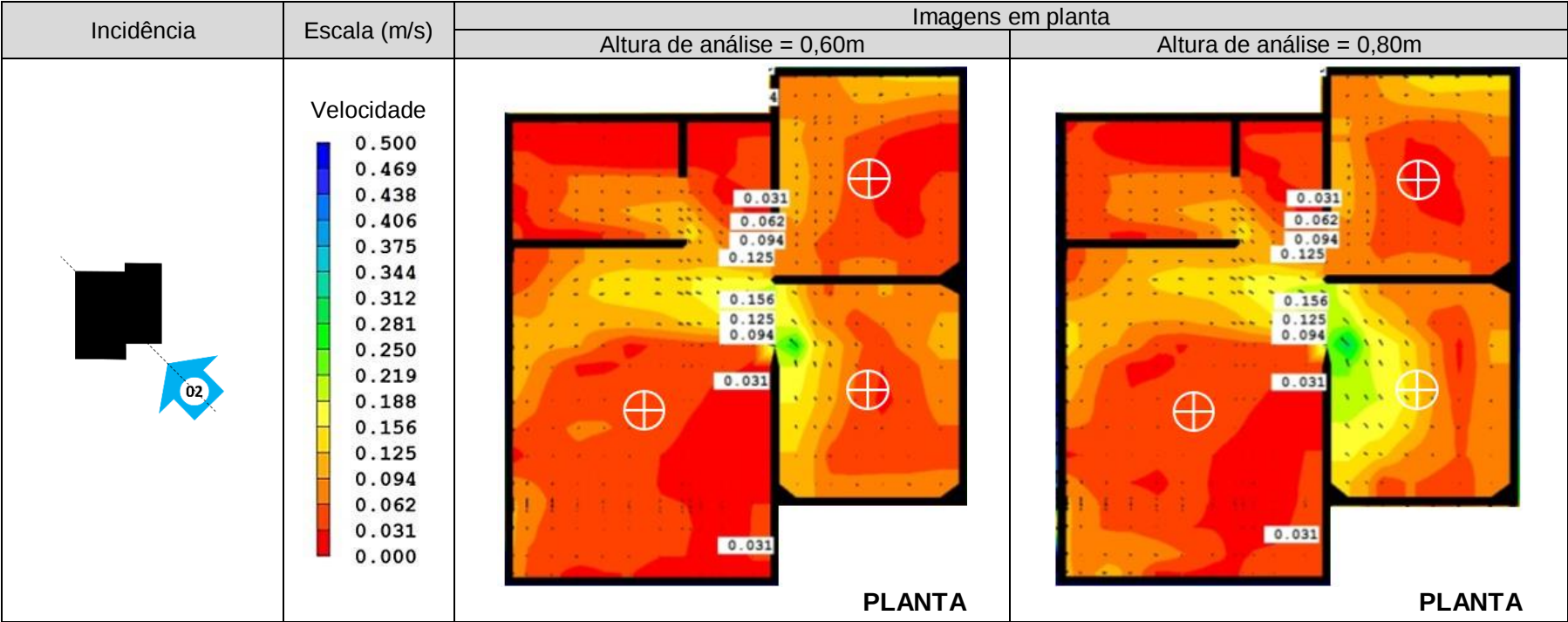
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 31 - Projeto original, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



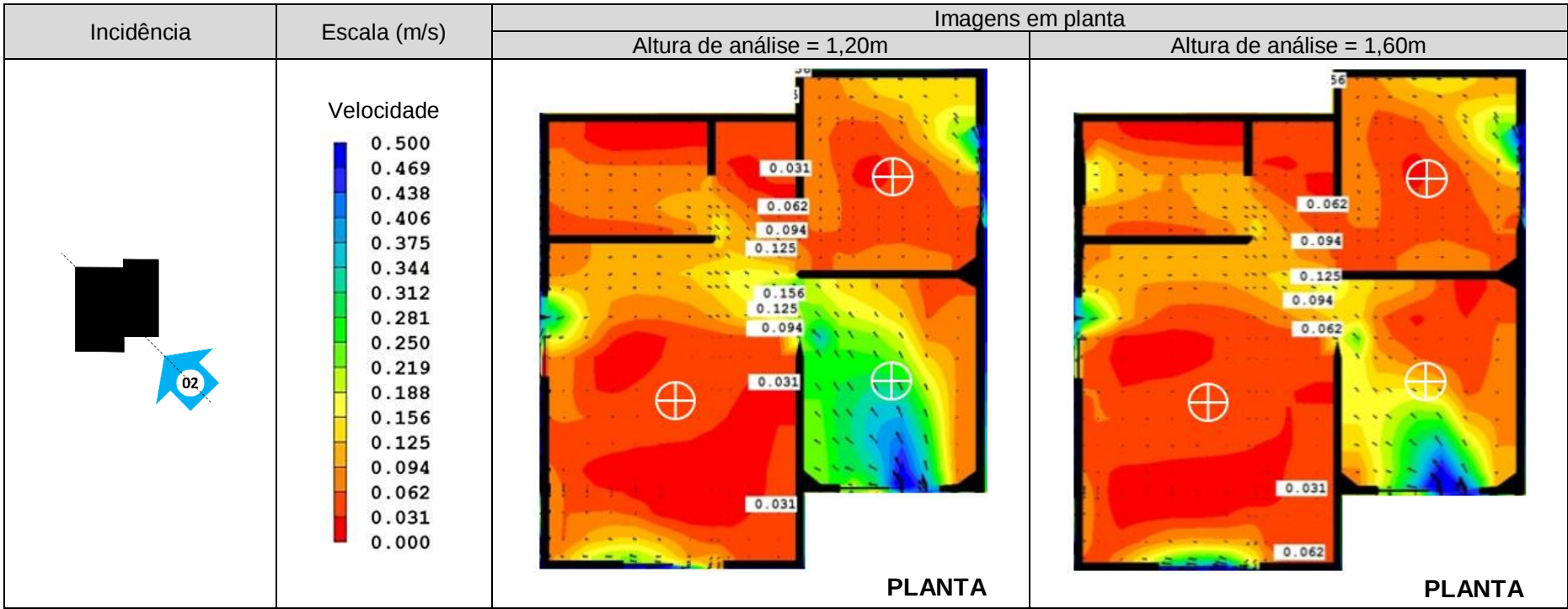
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 32 - Projeto original, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



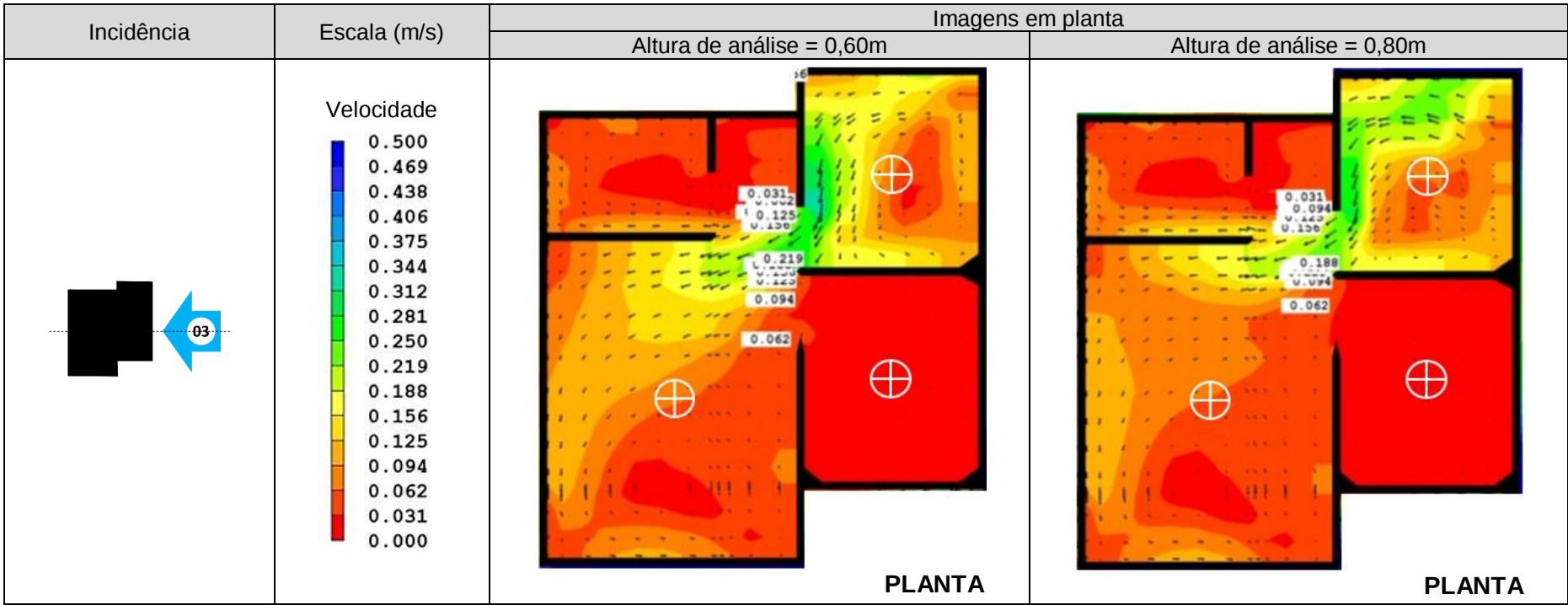
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 33 - Projeto original, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



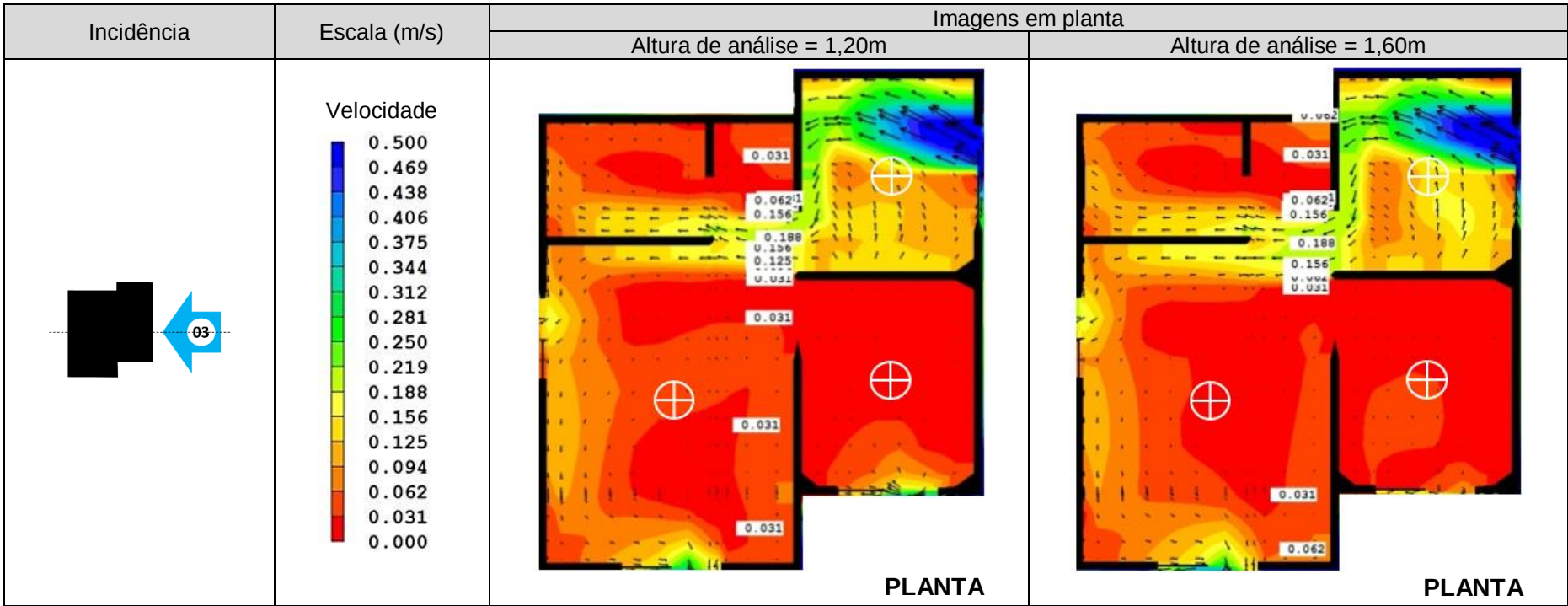
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 34 - Projeto original, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



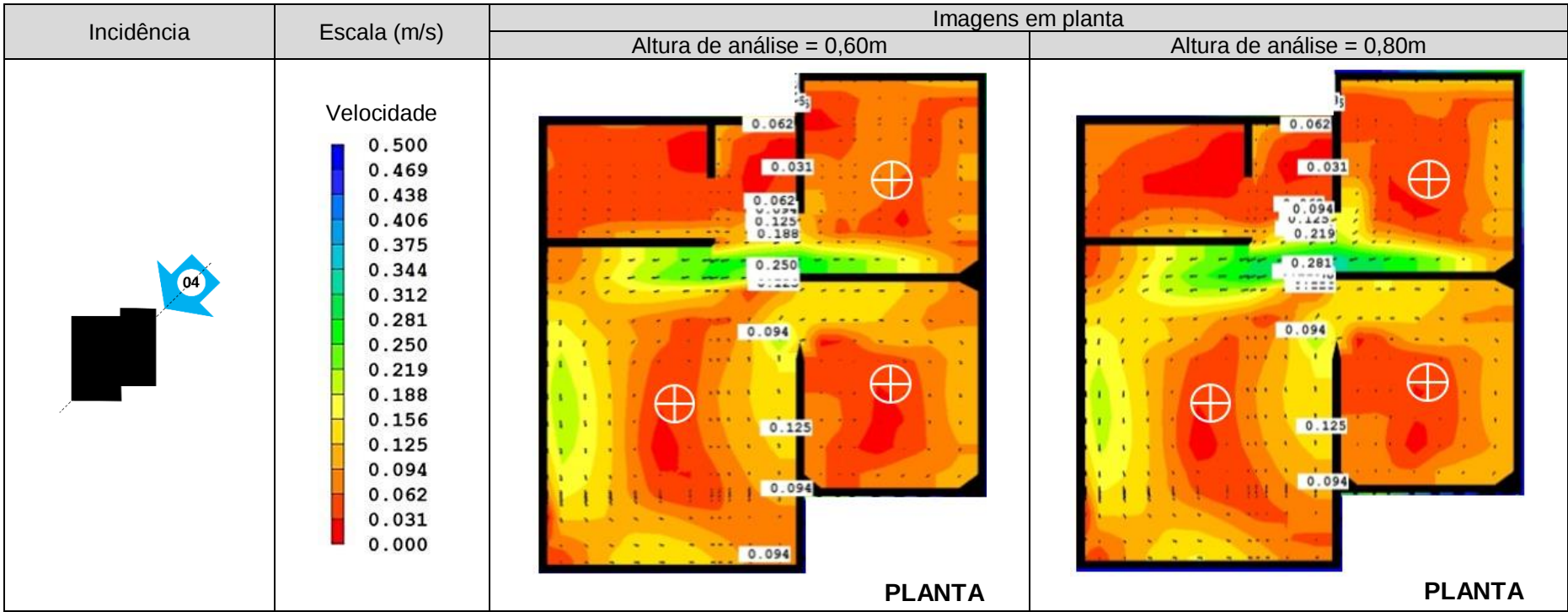
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 35 - Projeto original, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



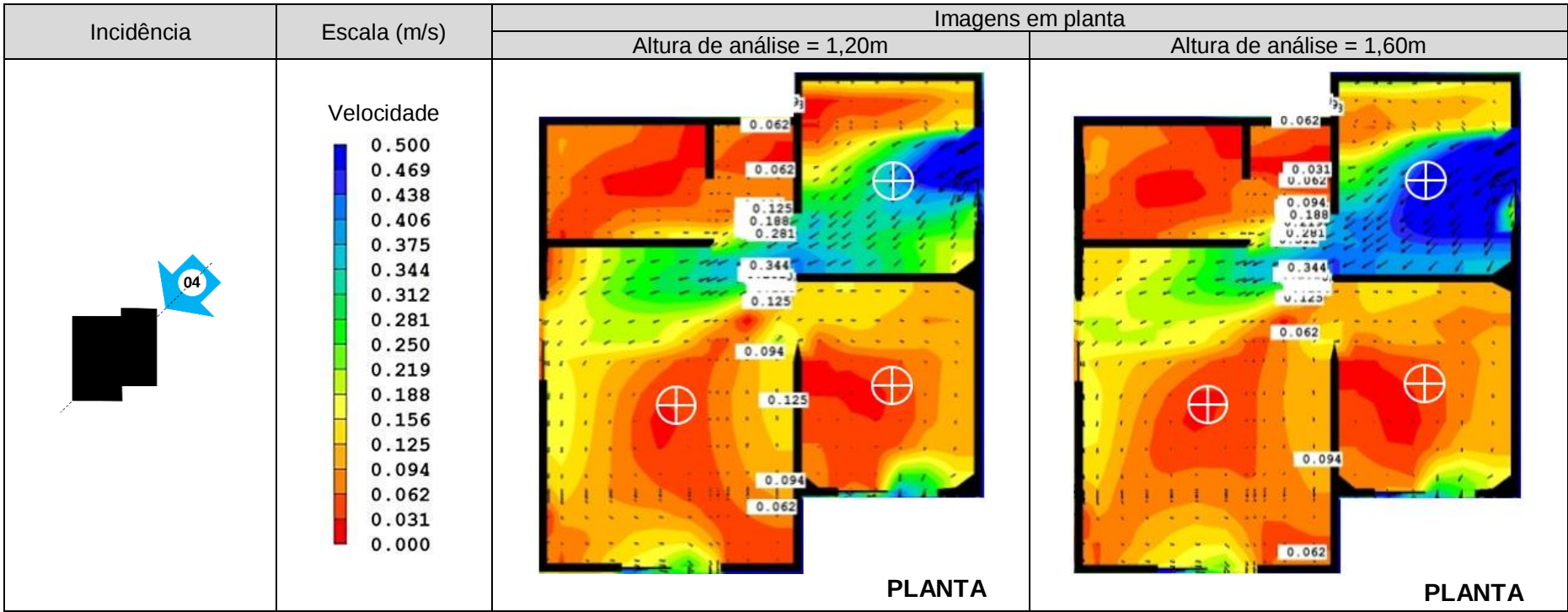
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 36 - Projeto original, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



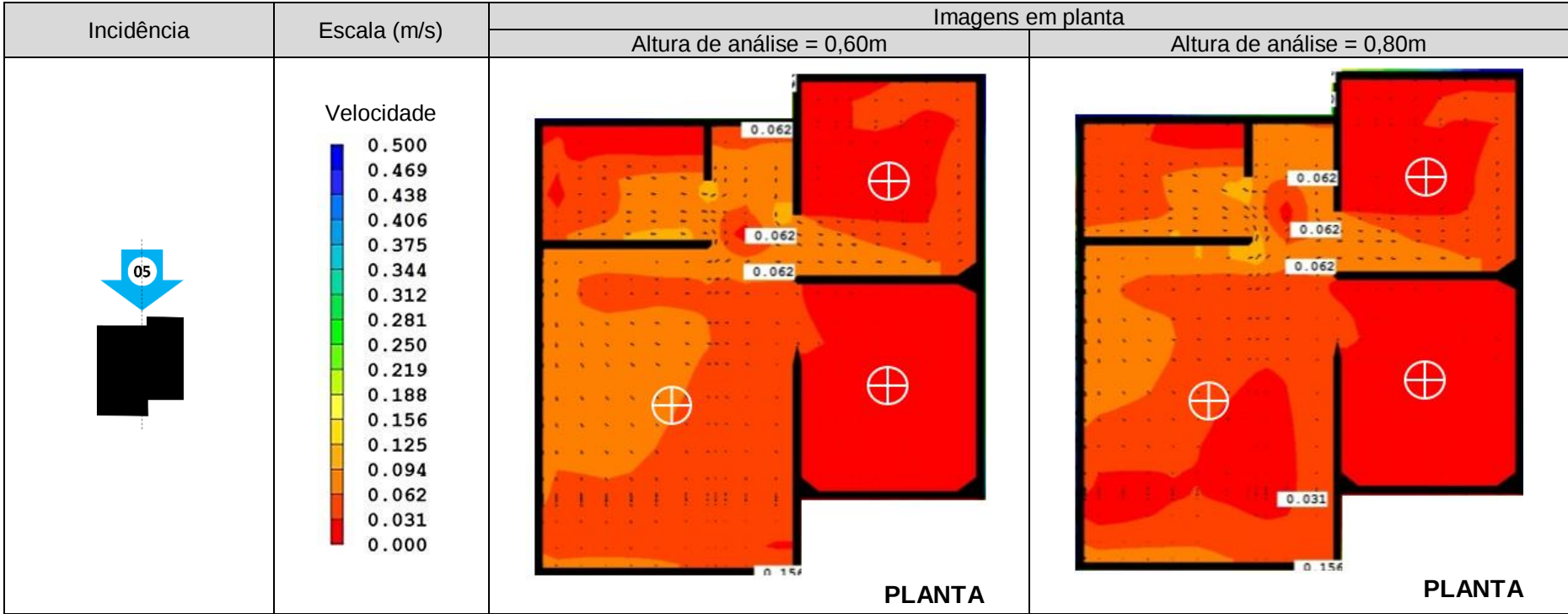
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 37 - Projeto original, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



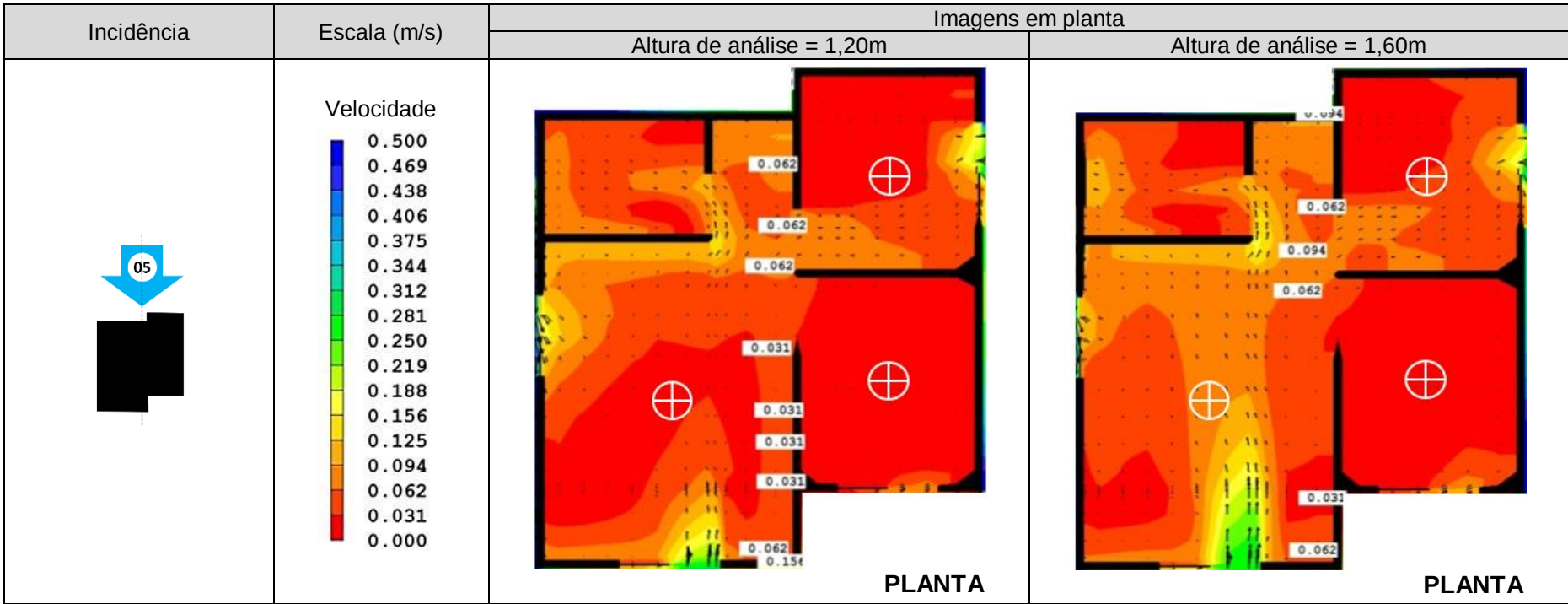
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 38 - Projeto original, incidência do vento 5, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



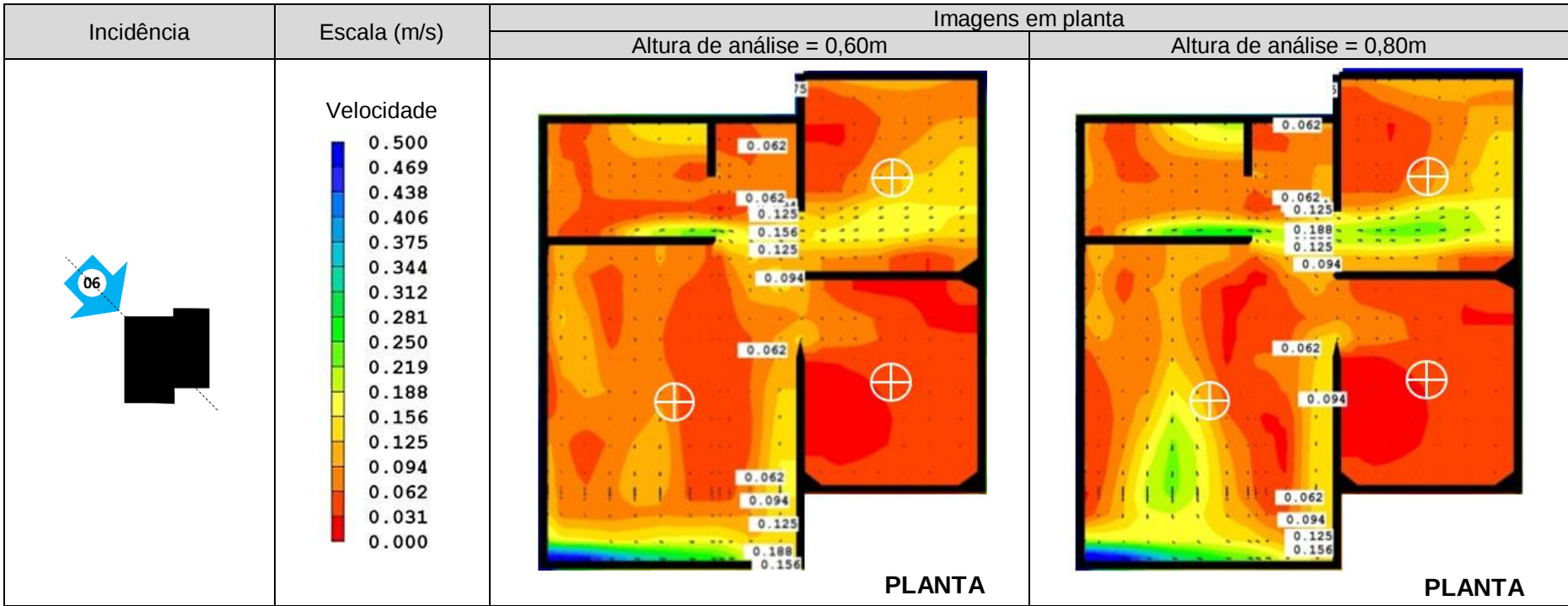
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 39 - Projeto original, incidência do vento 5, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



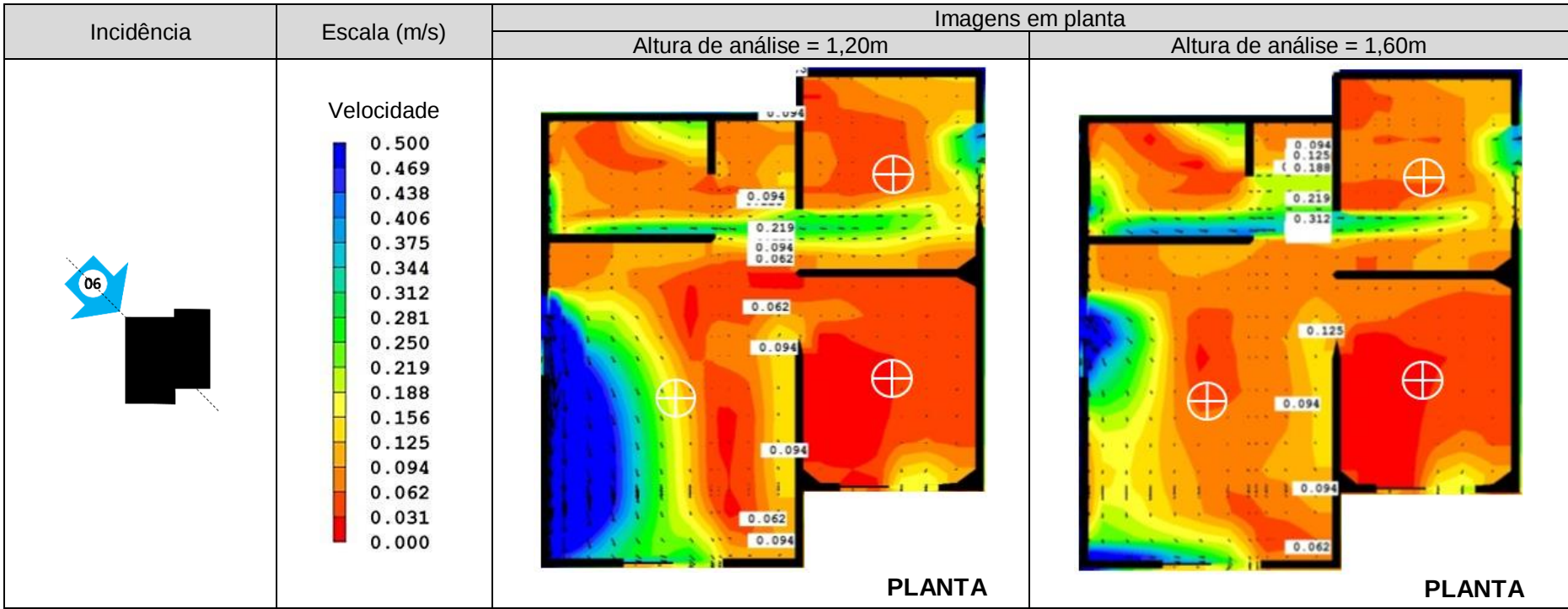
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 40 - Projeto original, incidência do vento 6, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



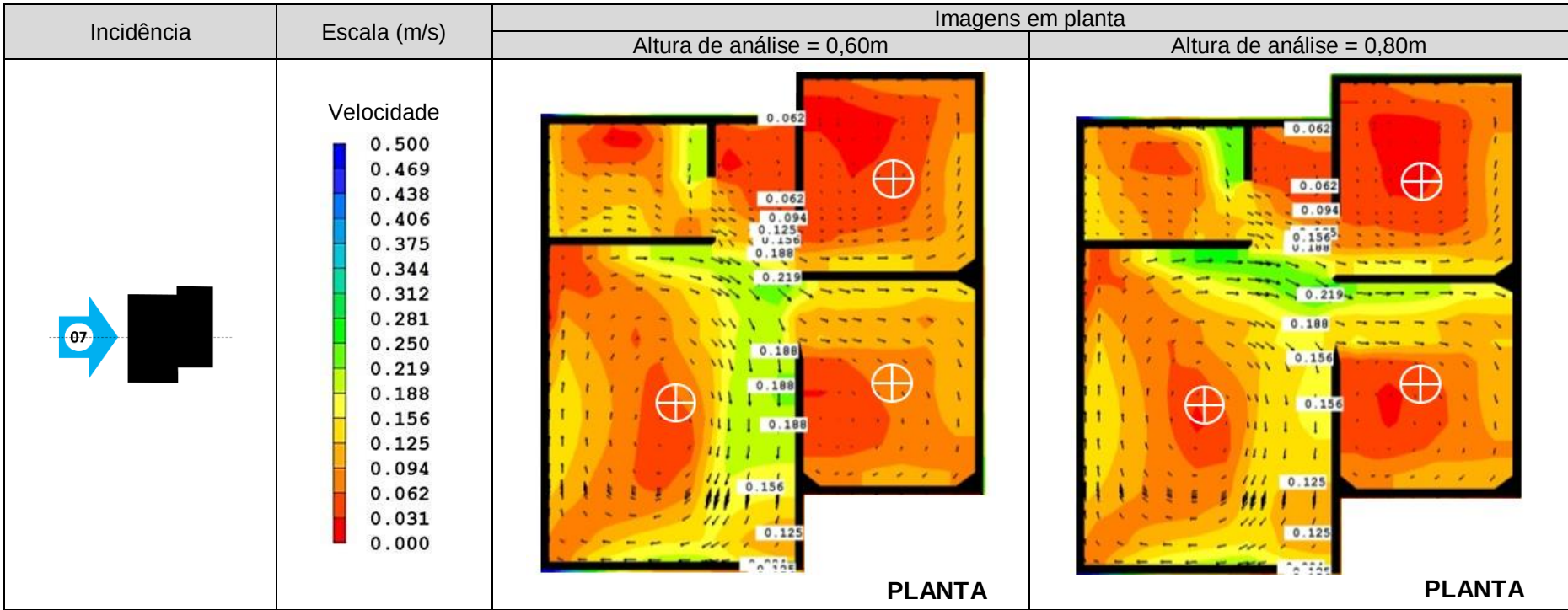
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 41 - Projeto original, incidência do vento 6, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



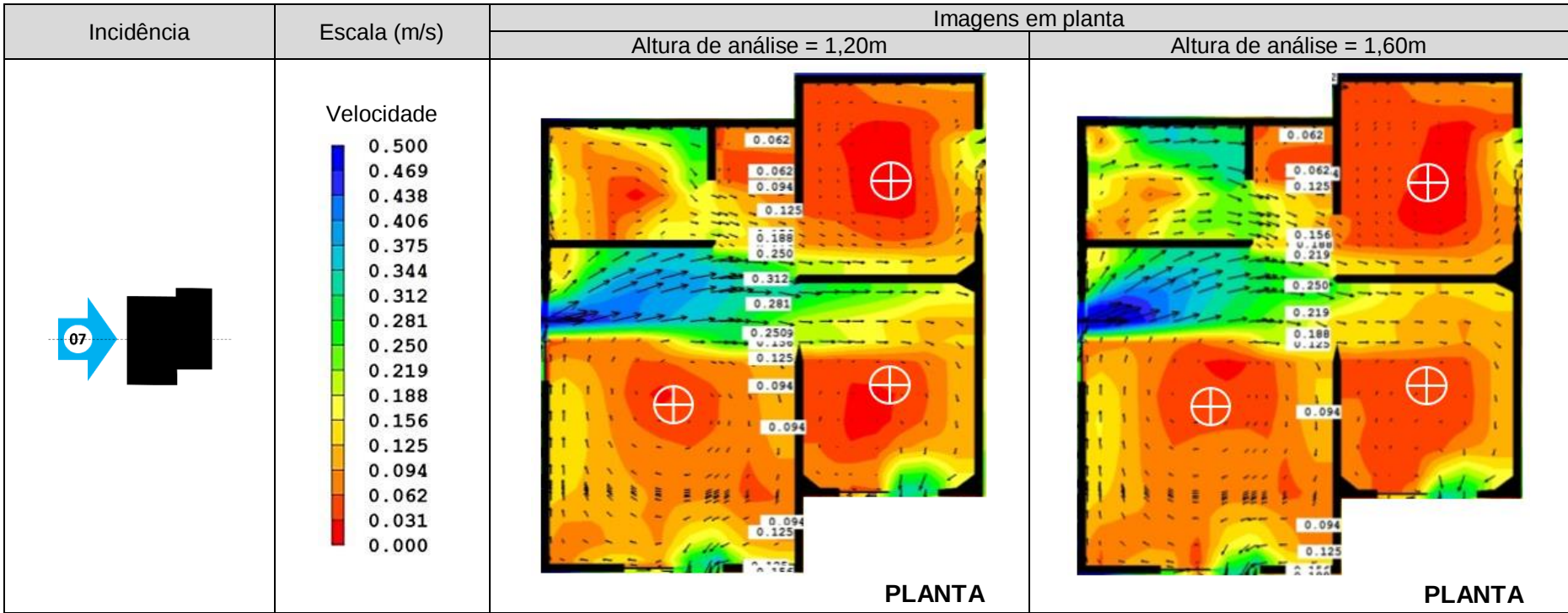
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 42 - Projeto original, incidência do vento 7, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



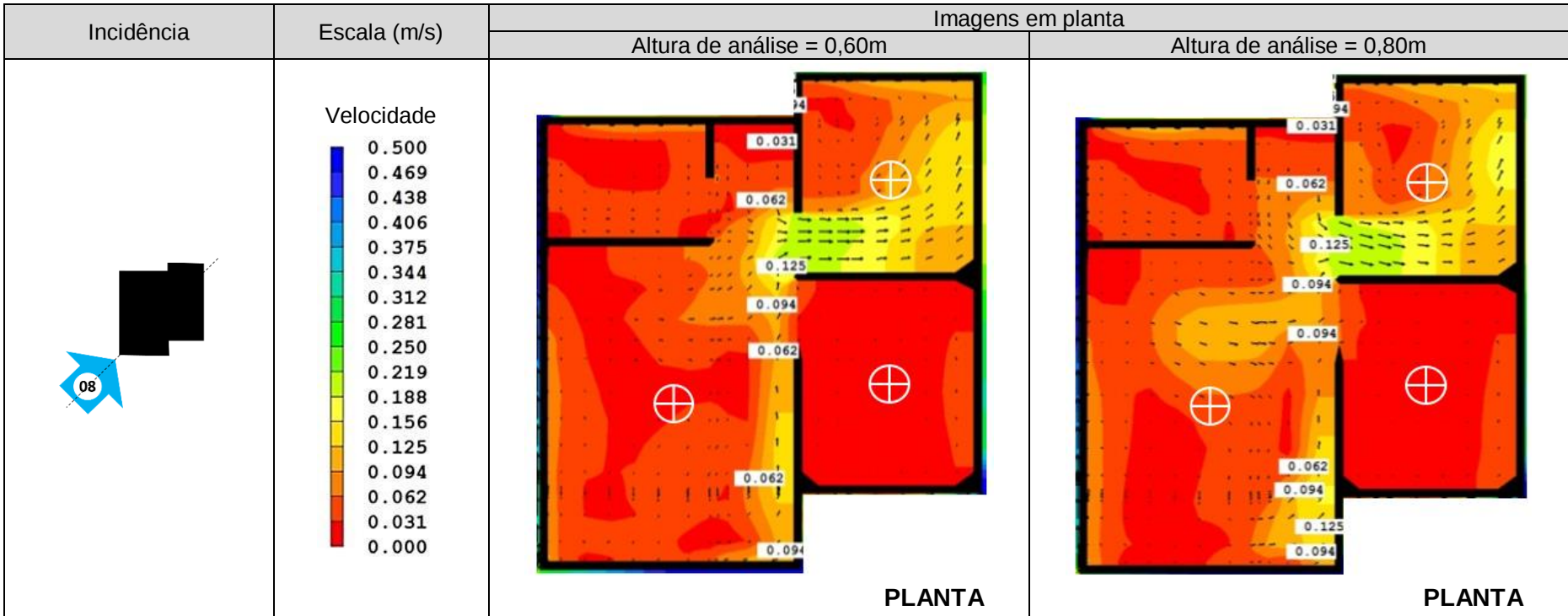
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 43 - Projeto original, incidência do vento 7, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



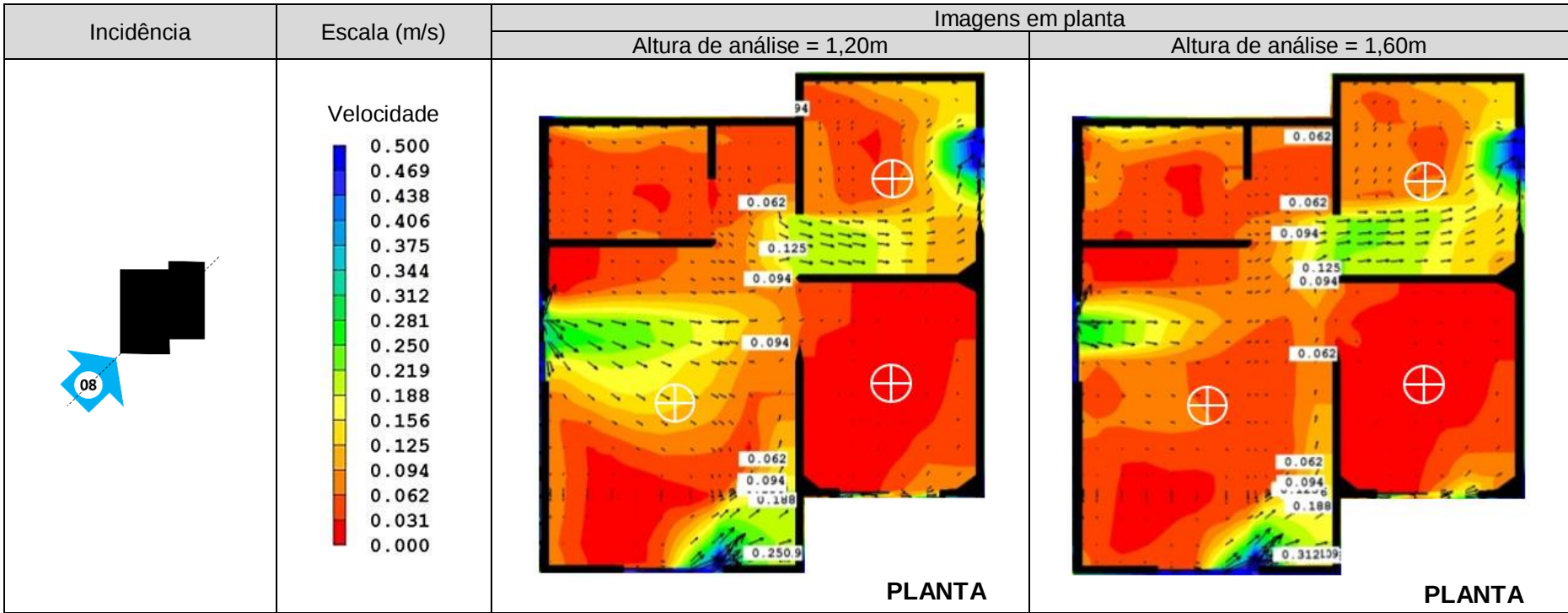
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 44 - Projeto original, incidência do vento 8, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



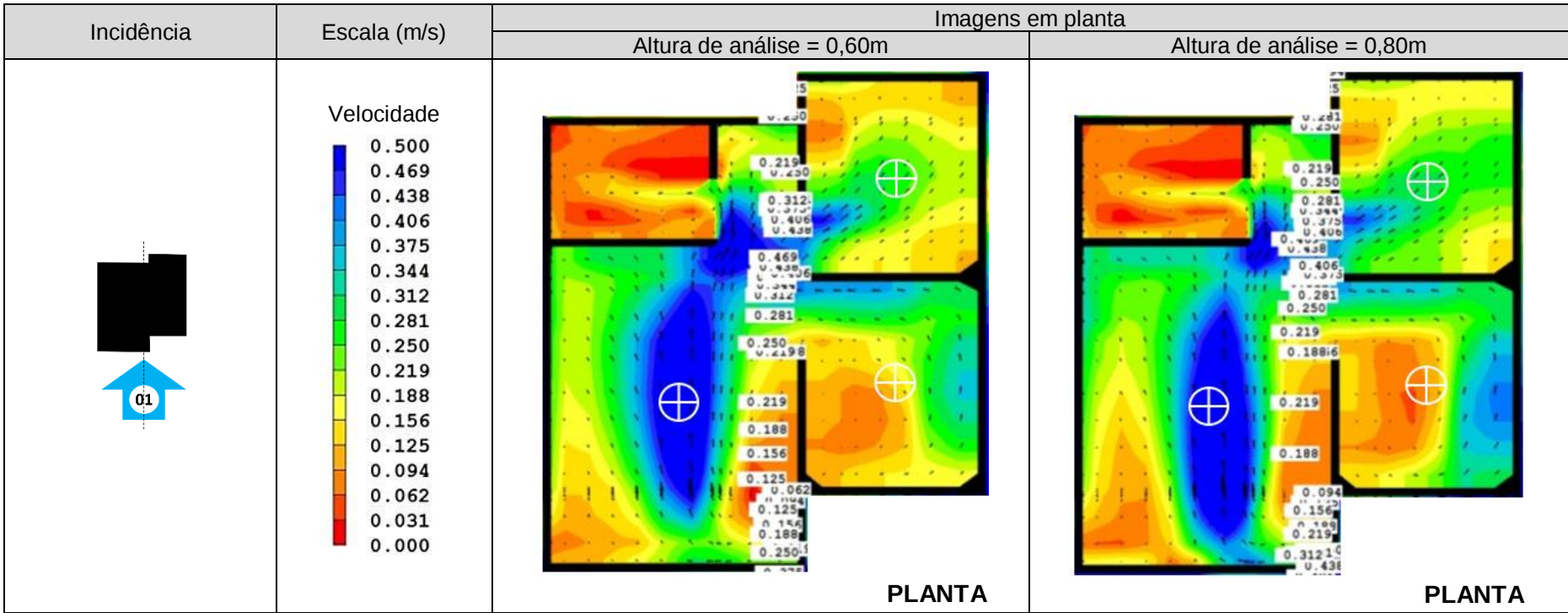
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 45 - Projeto original, incidência do vento 8, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



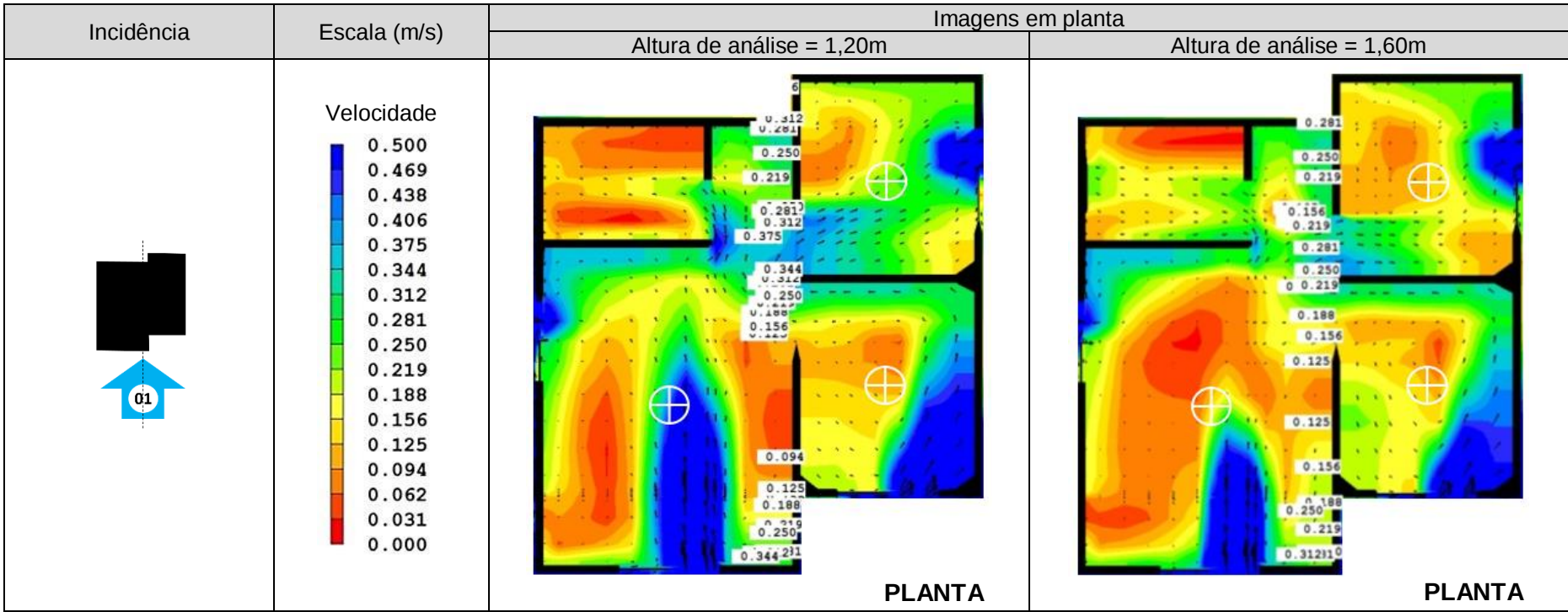
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 46 - Projeto original, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



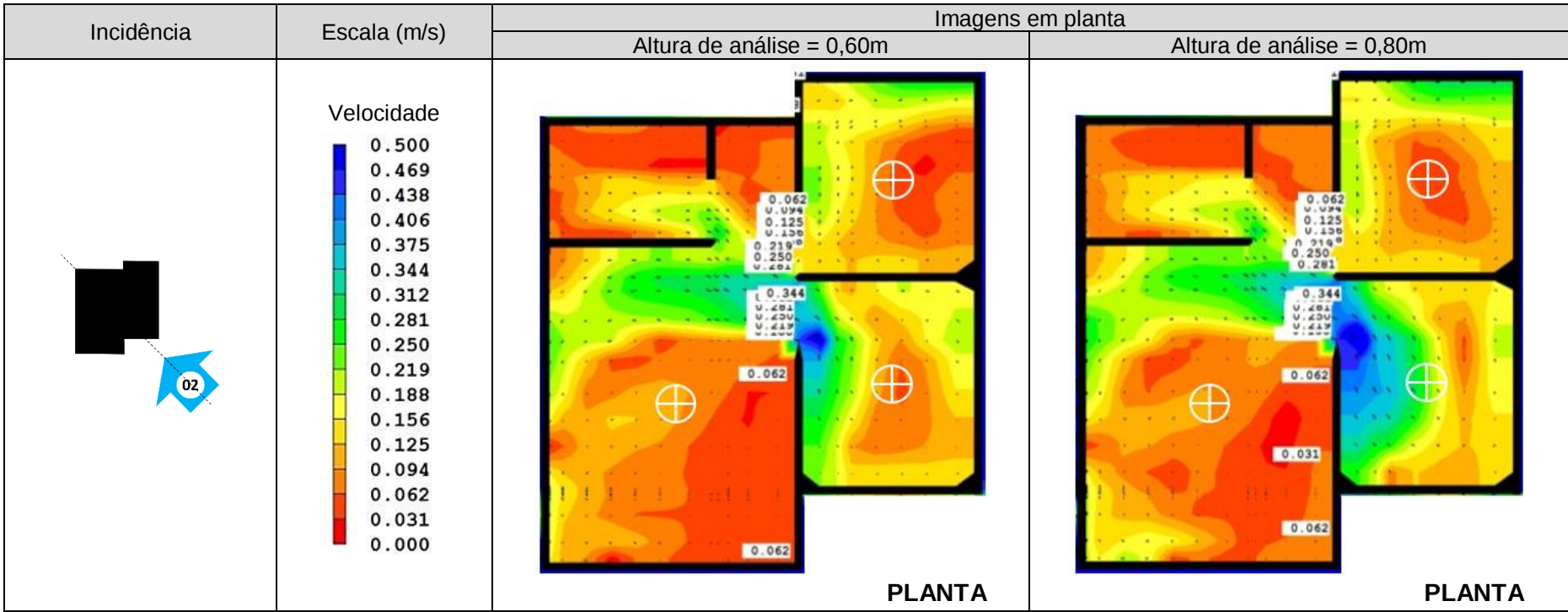
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 47 - Projeto original, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



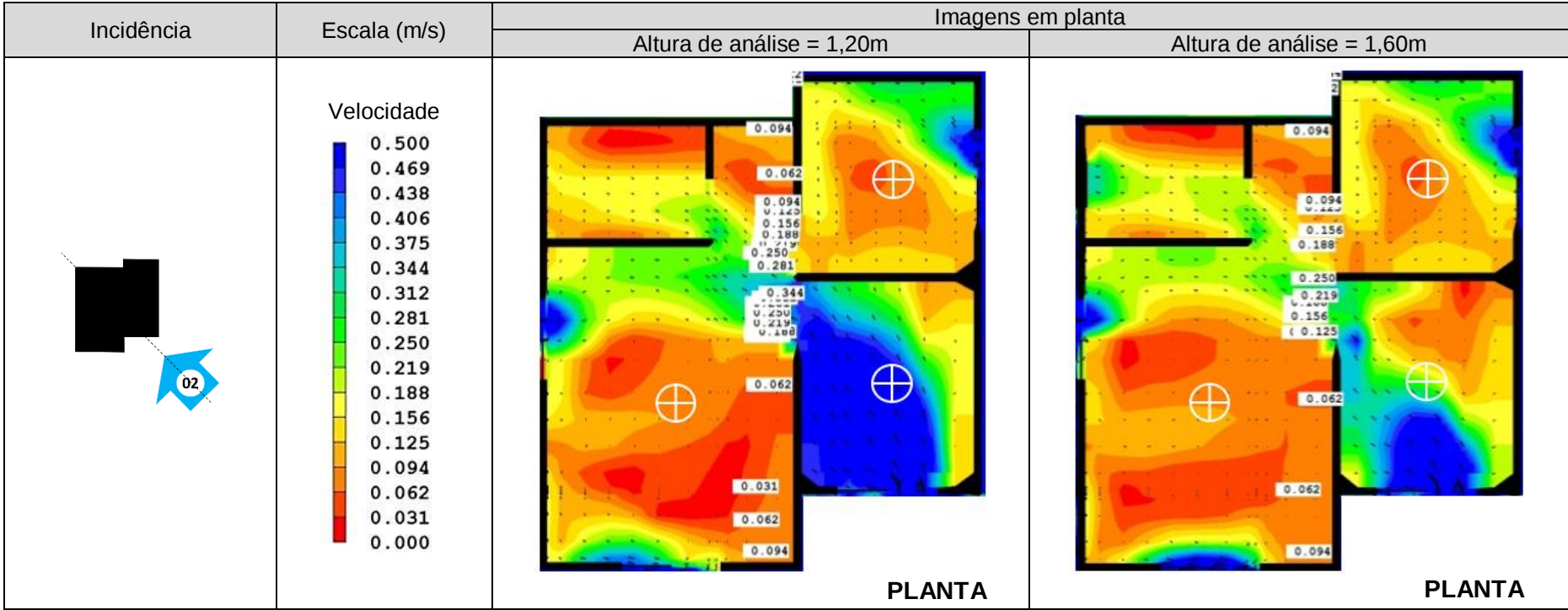
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 48 - Projeto original, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



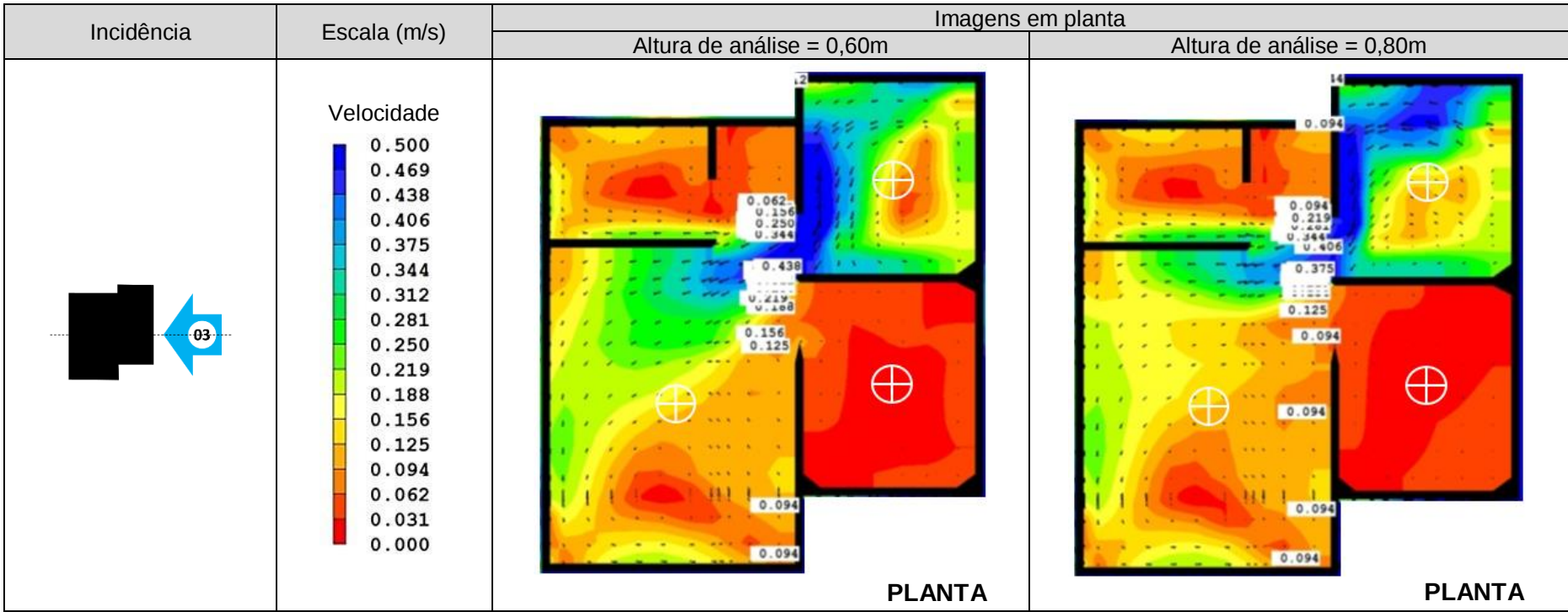
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 49 - Projeto original, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



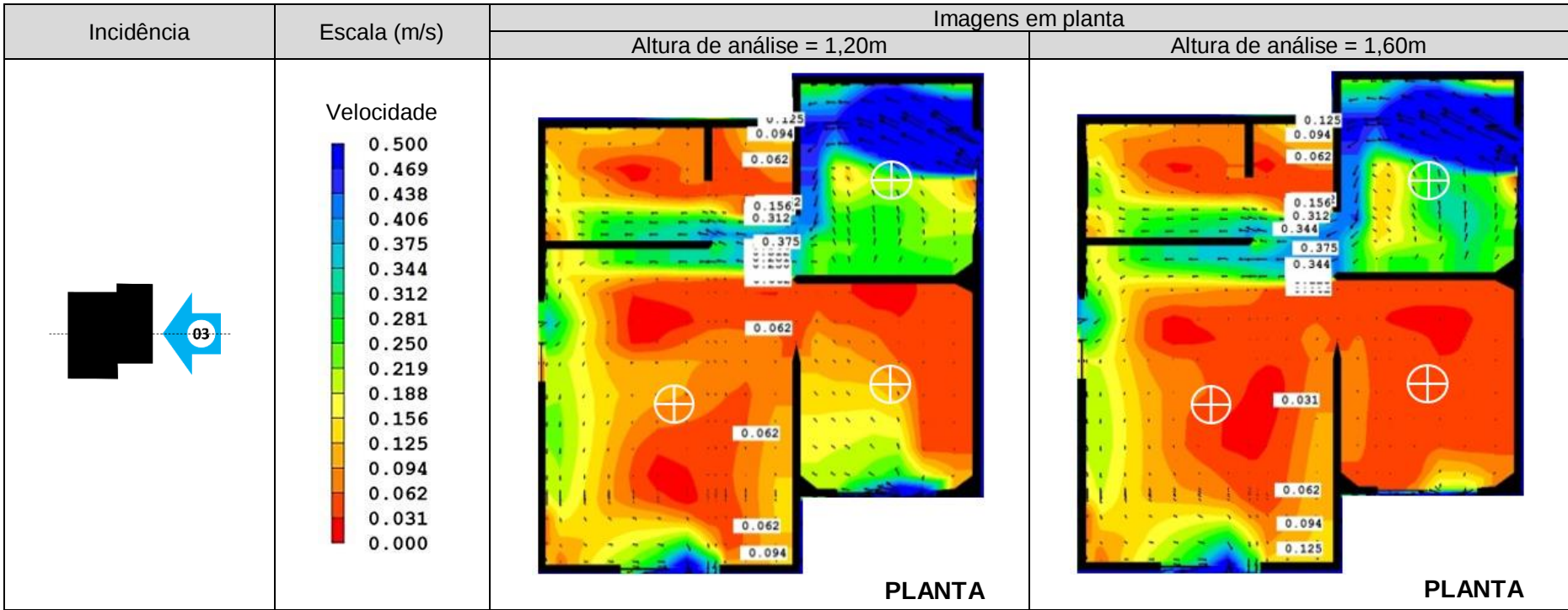
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 50 - Projeto original, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



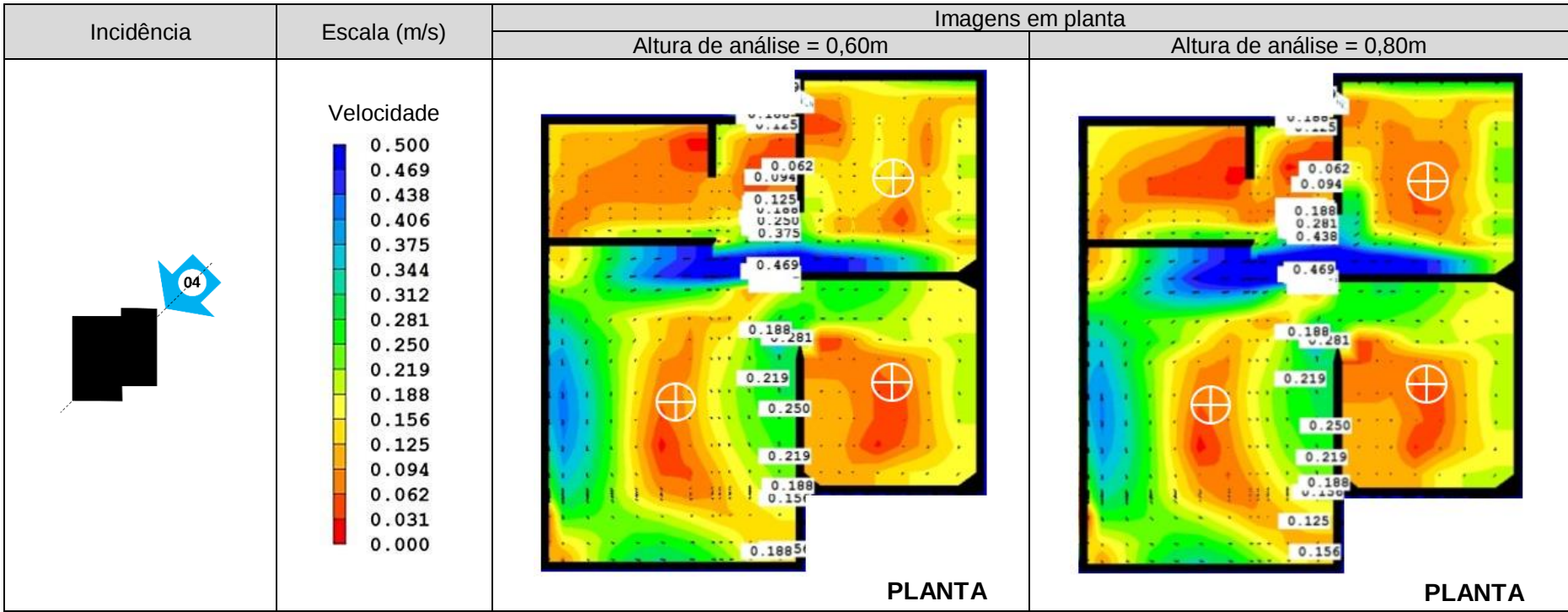
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 51 - Projeto original, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



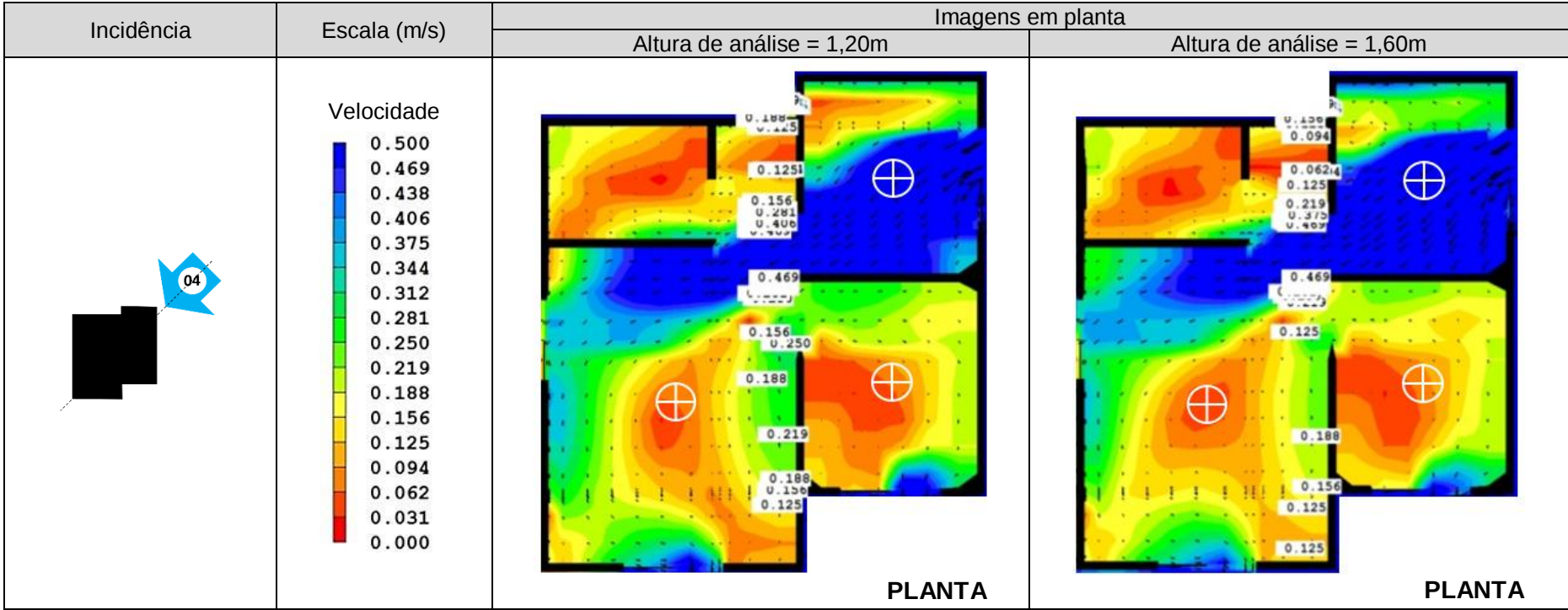
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 52 - Projeto original, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



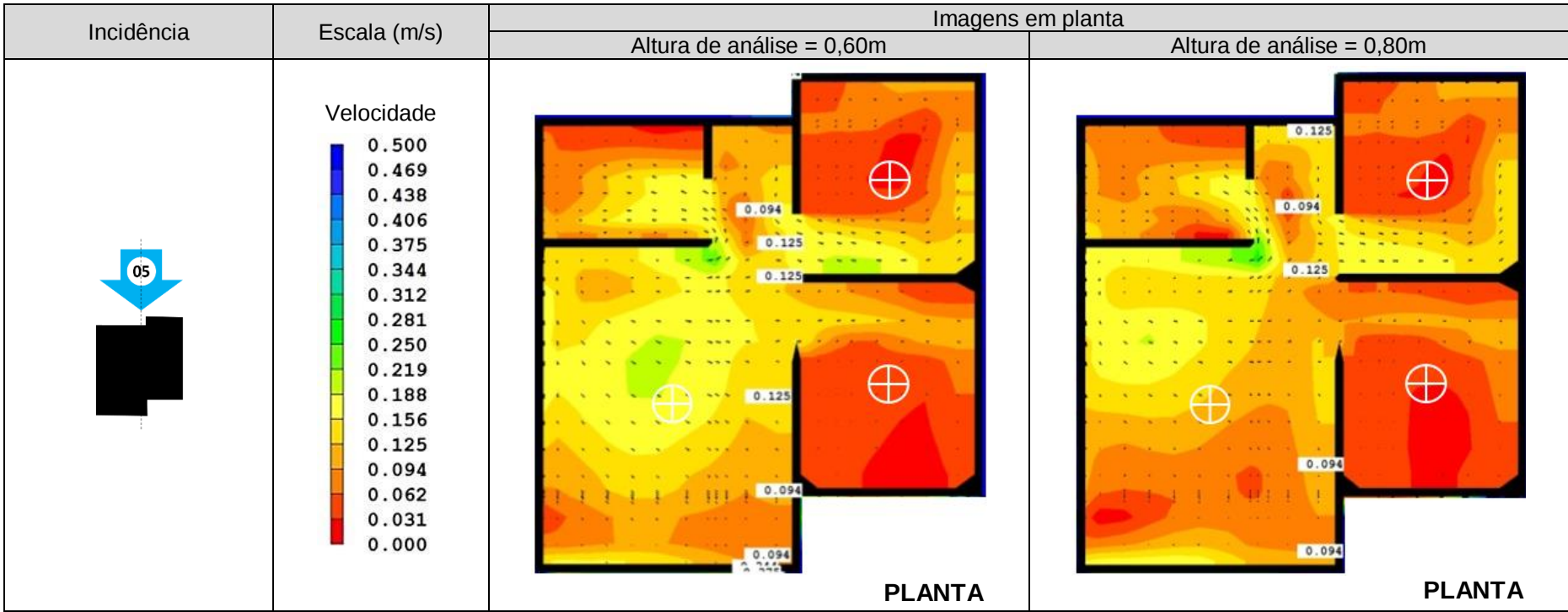
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 53 - Projeto original, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



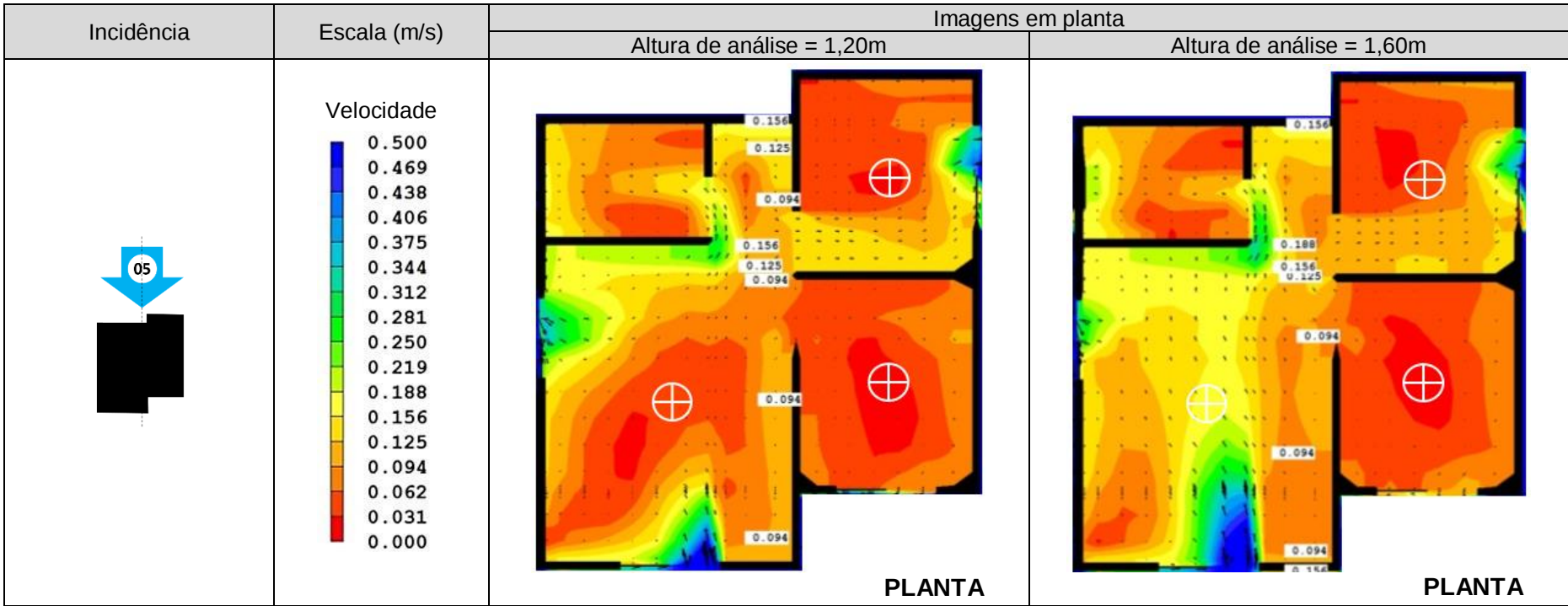
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 54 - Projeto original, incidência do vento 5, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



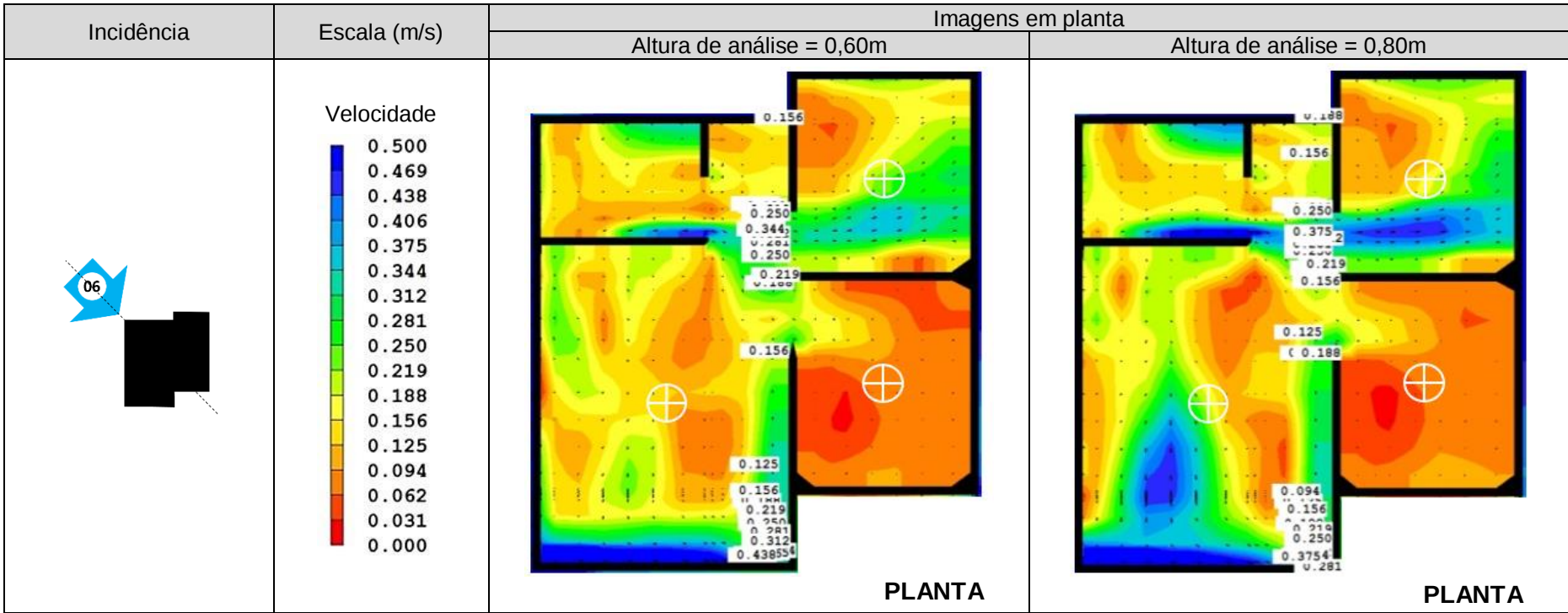
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 55 - Projeto original, incidência do vento 5, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



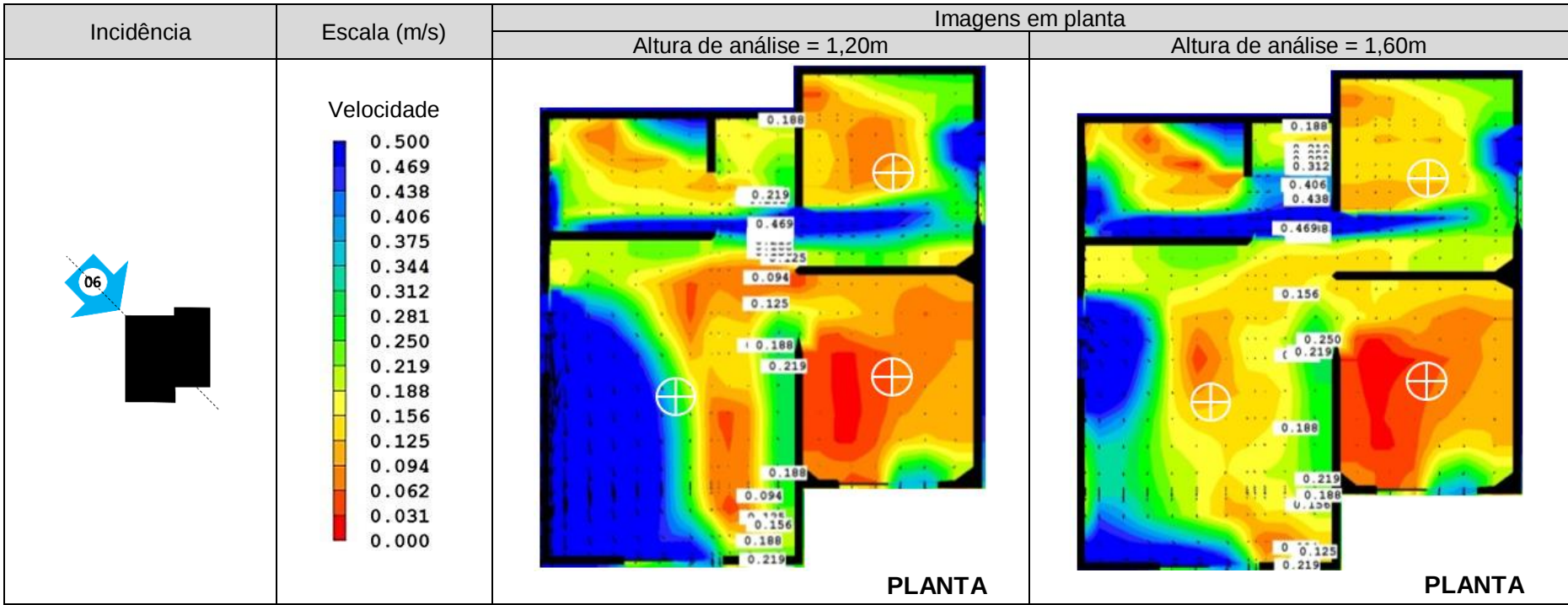
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 56 - Projeto original, incidência do vento 6, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



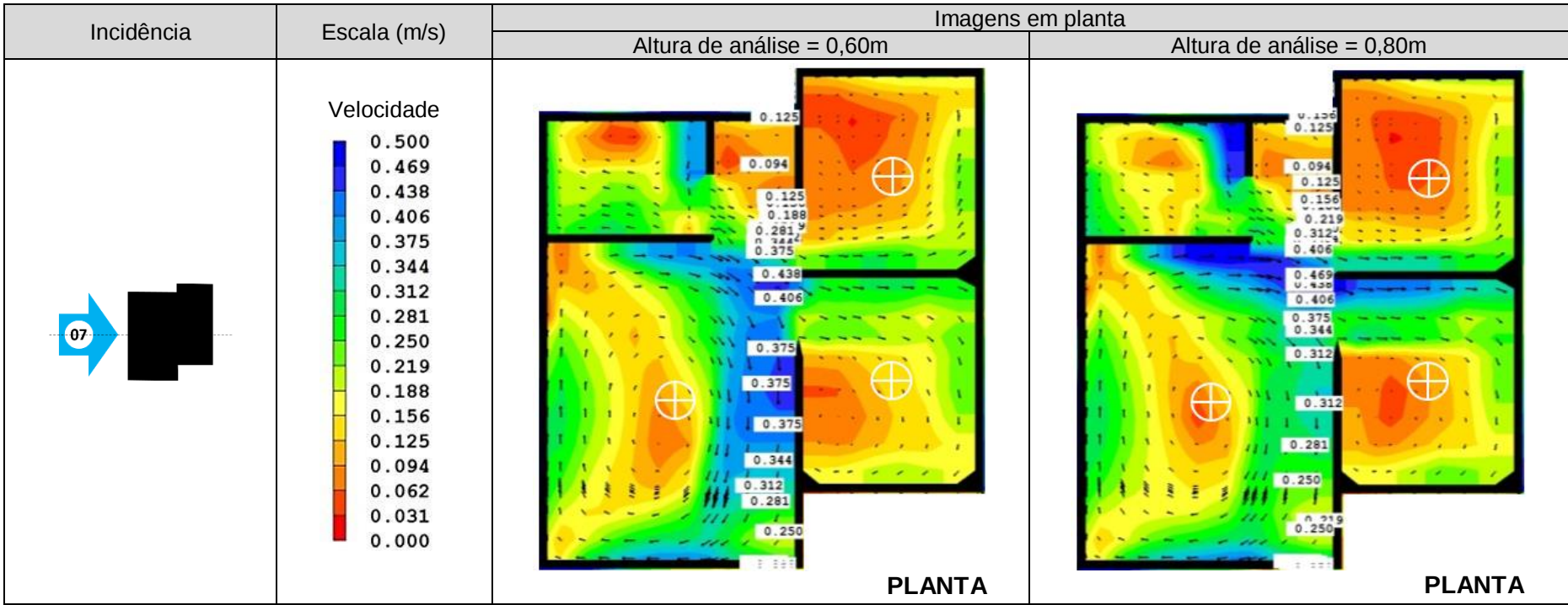
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 57 - Projeto original, incidência do vento 6, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



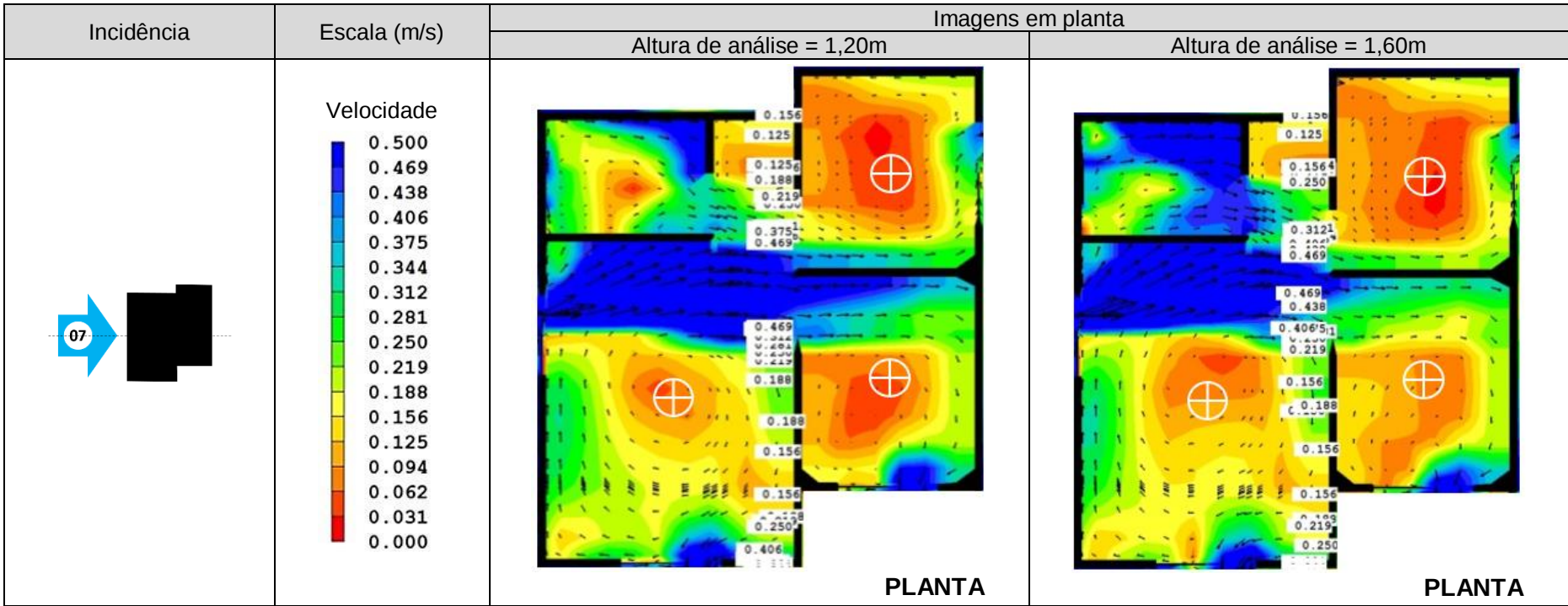
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 58 - Projeto original, incidência do vento 7, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



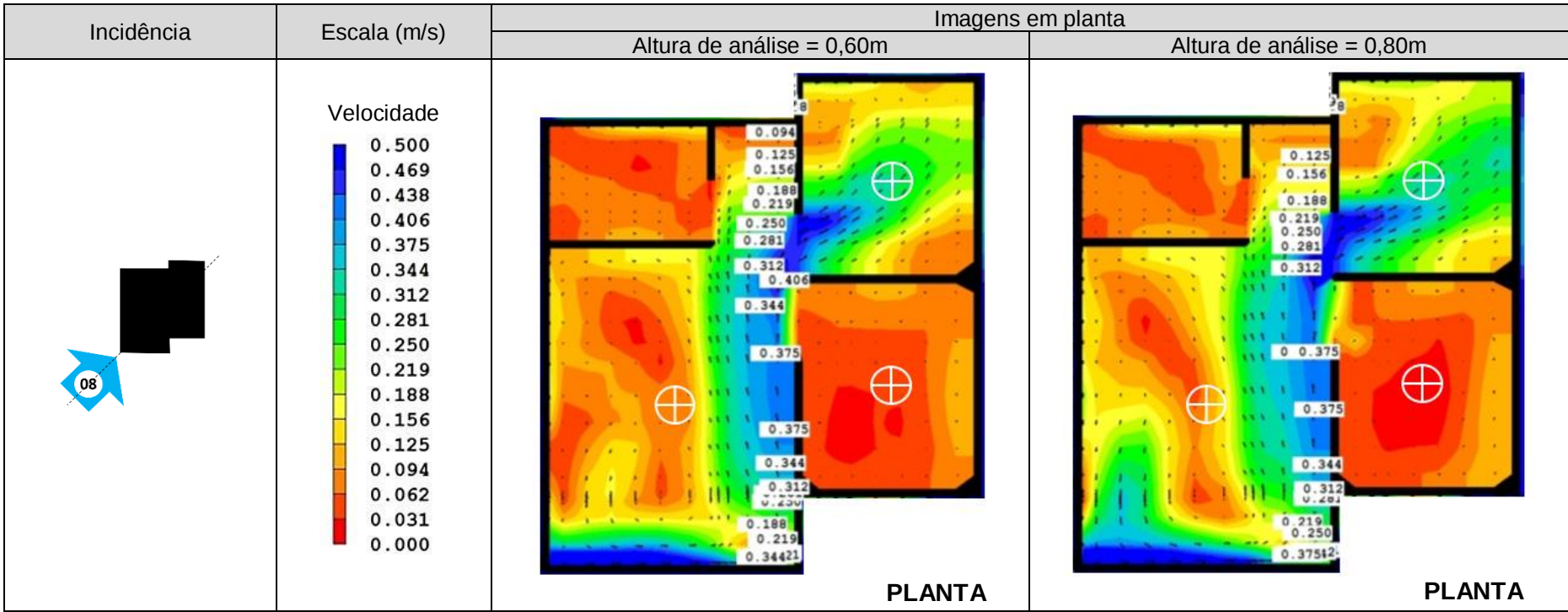
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 59 - Projeto original, incidência do vento 7, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



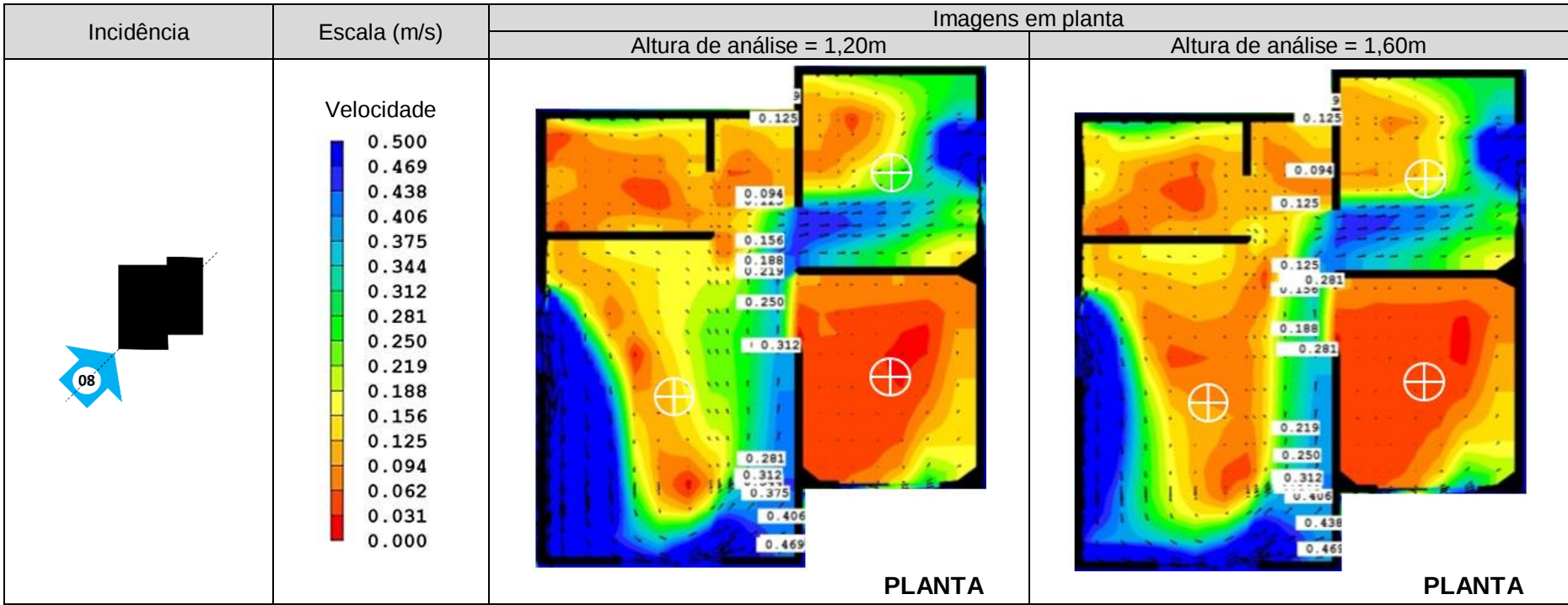
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 60 - Projeto original, incidência do vento 8, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 61 - Projeto original, incidência do vento 8, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 0,50m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.

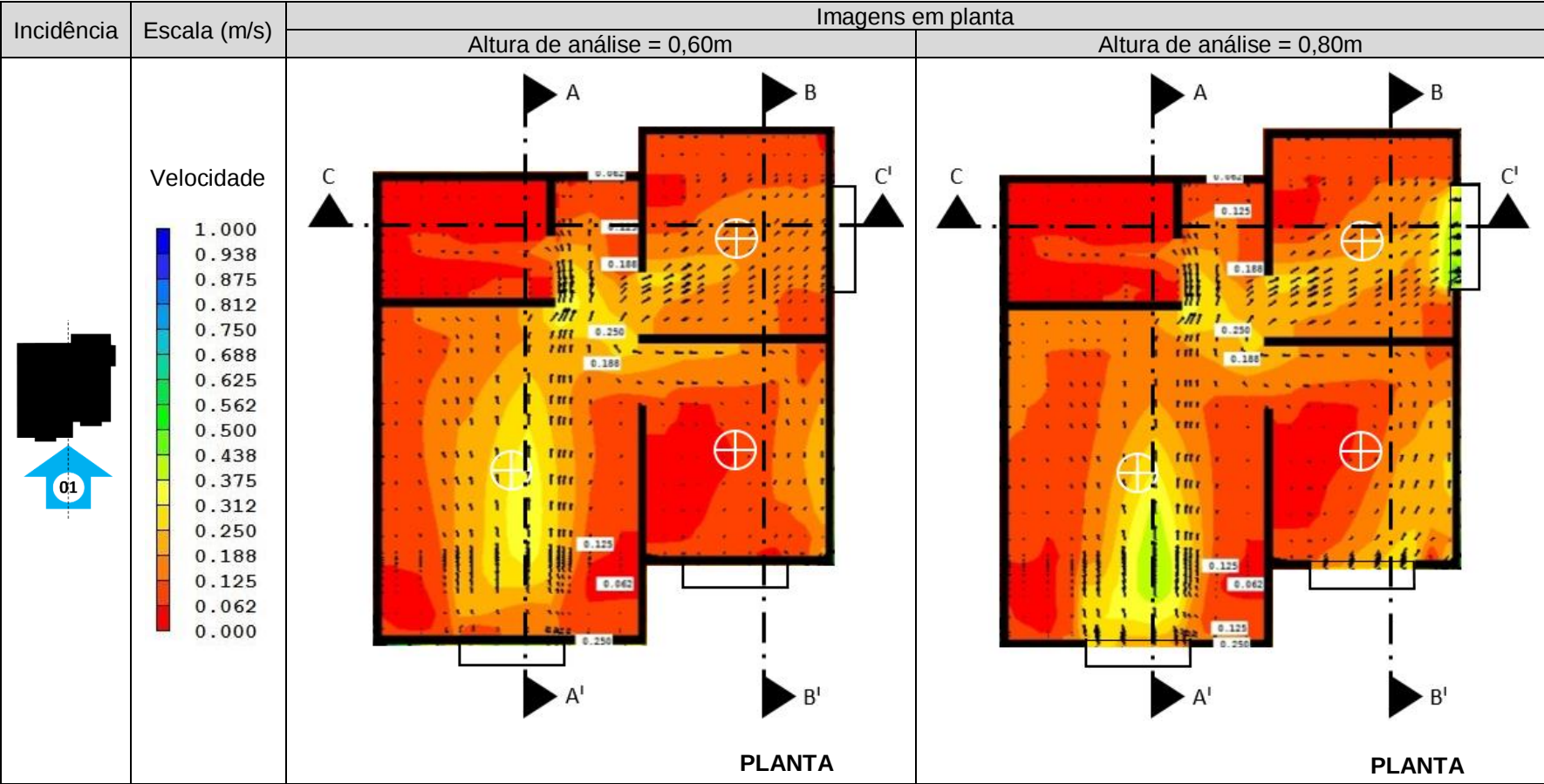


Fonte: Elaborado pela autora.

II. Projeto com peitoril ventilado

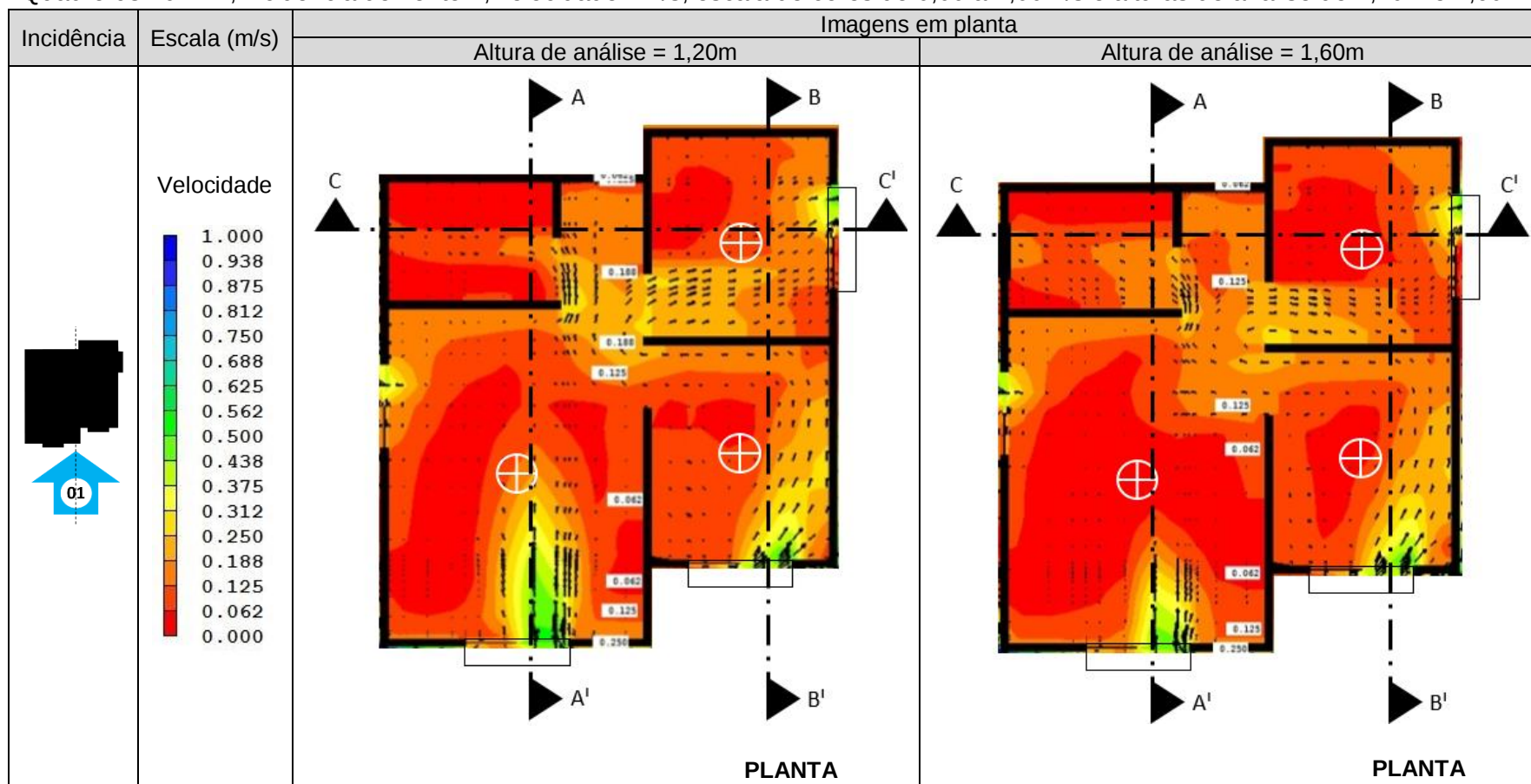
i. Janelas abertas e fechamento pivotante horizontal do peitoril ventilado - JAPH

Quadro 62 - JAPH, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



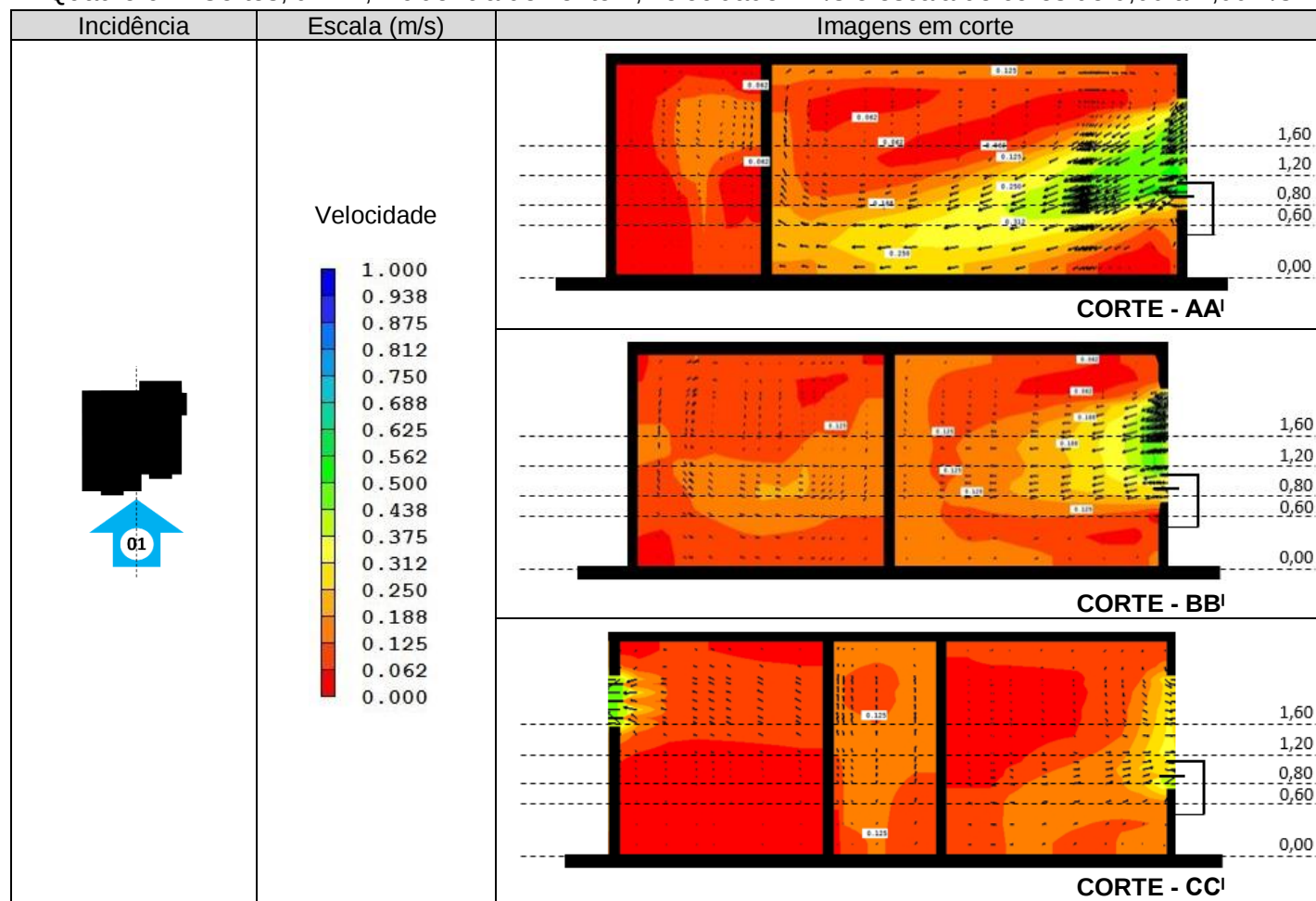
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 63 - JAPH, incidência de vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



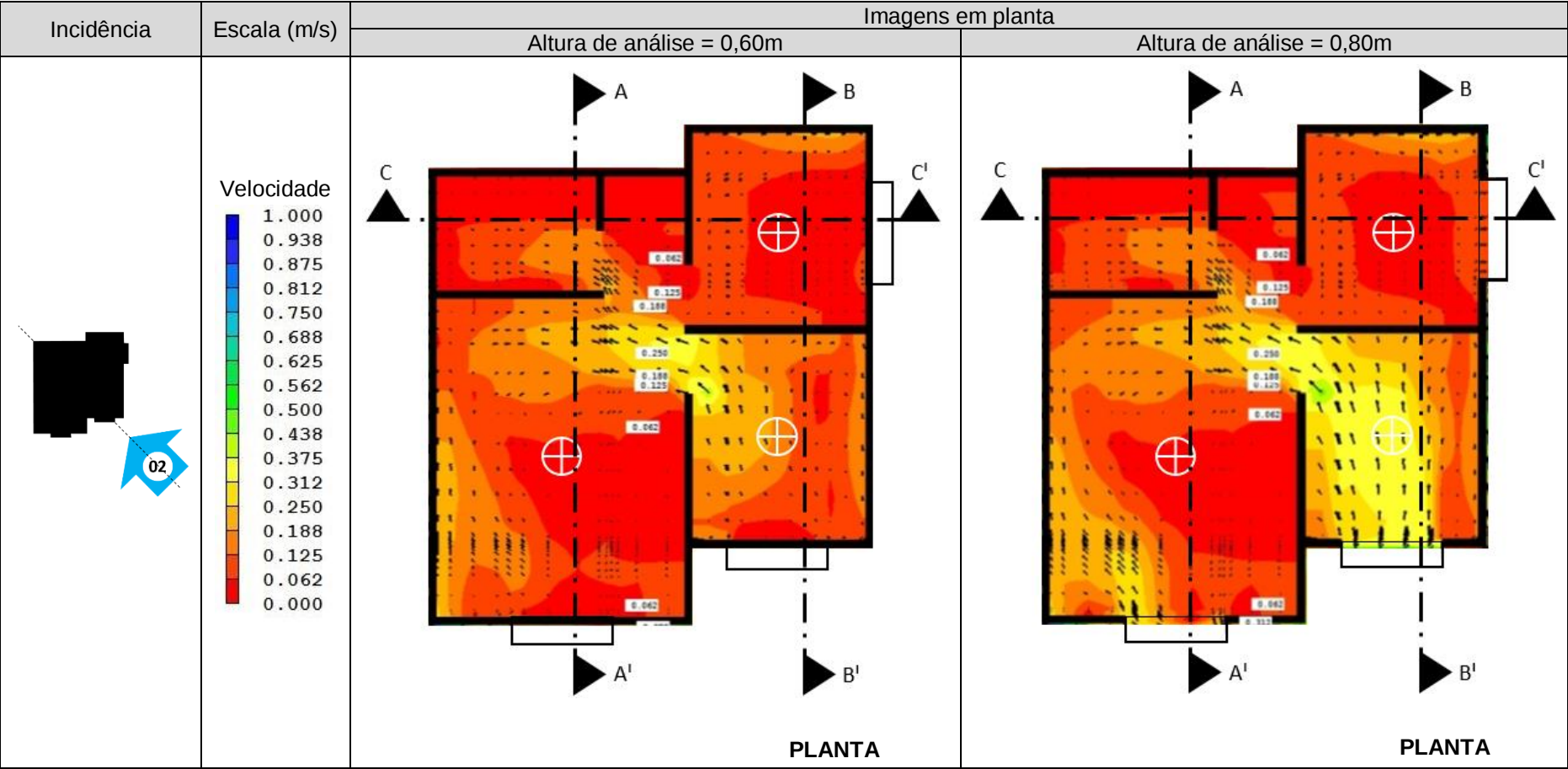
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 64 - Cortes, JAPH, incidência de vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



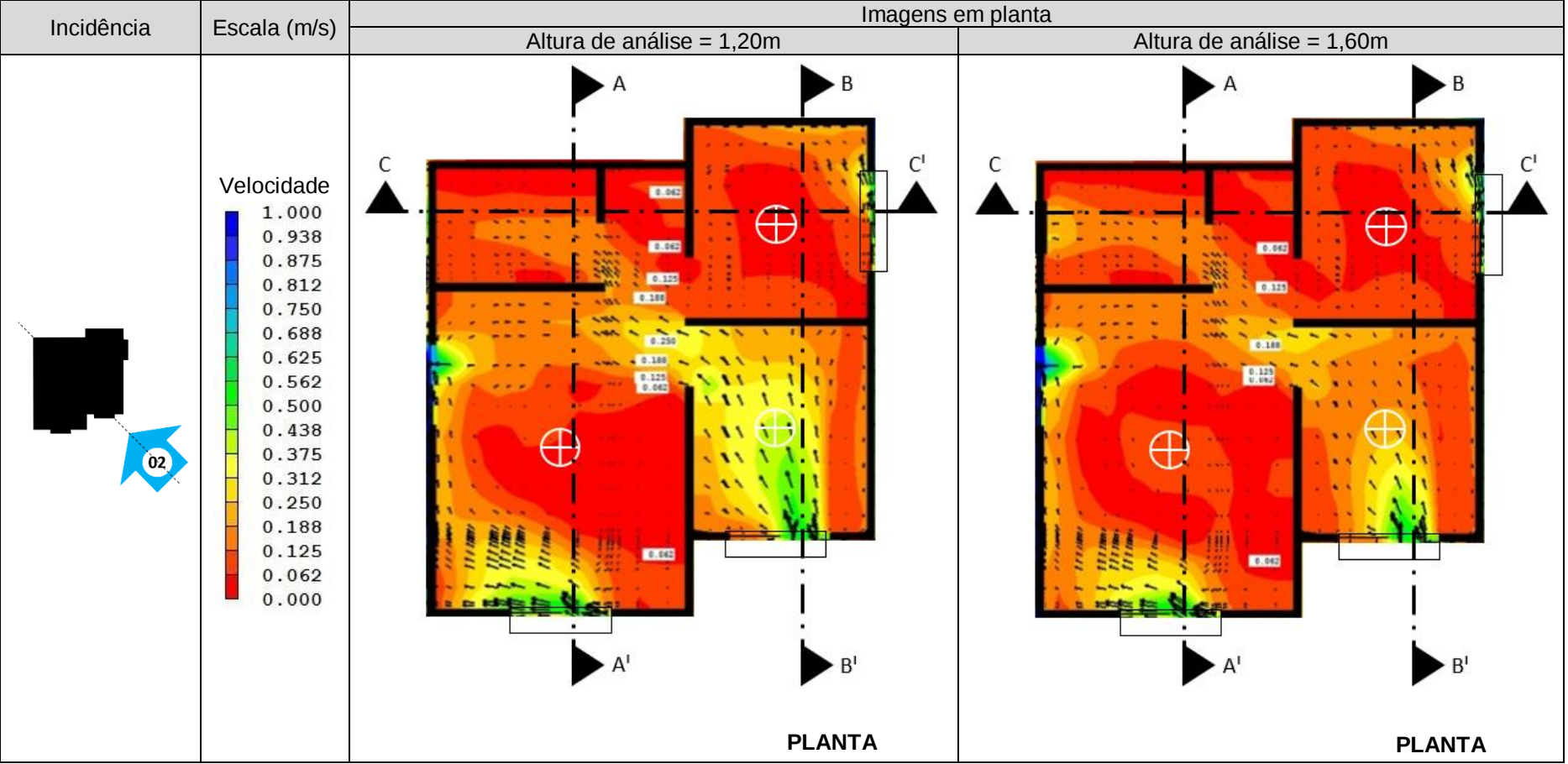
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 65 - JAPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



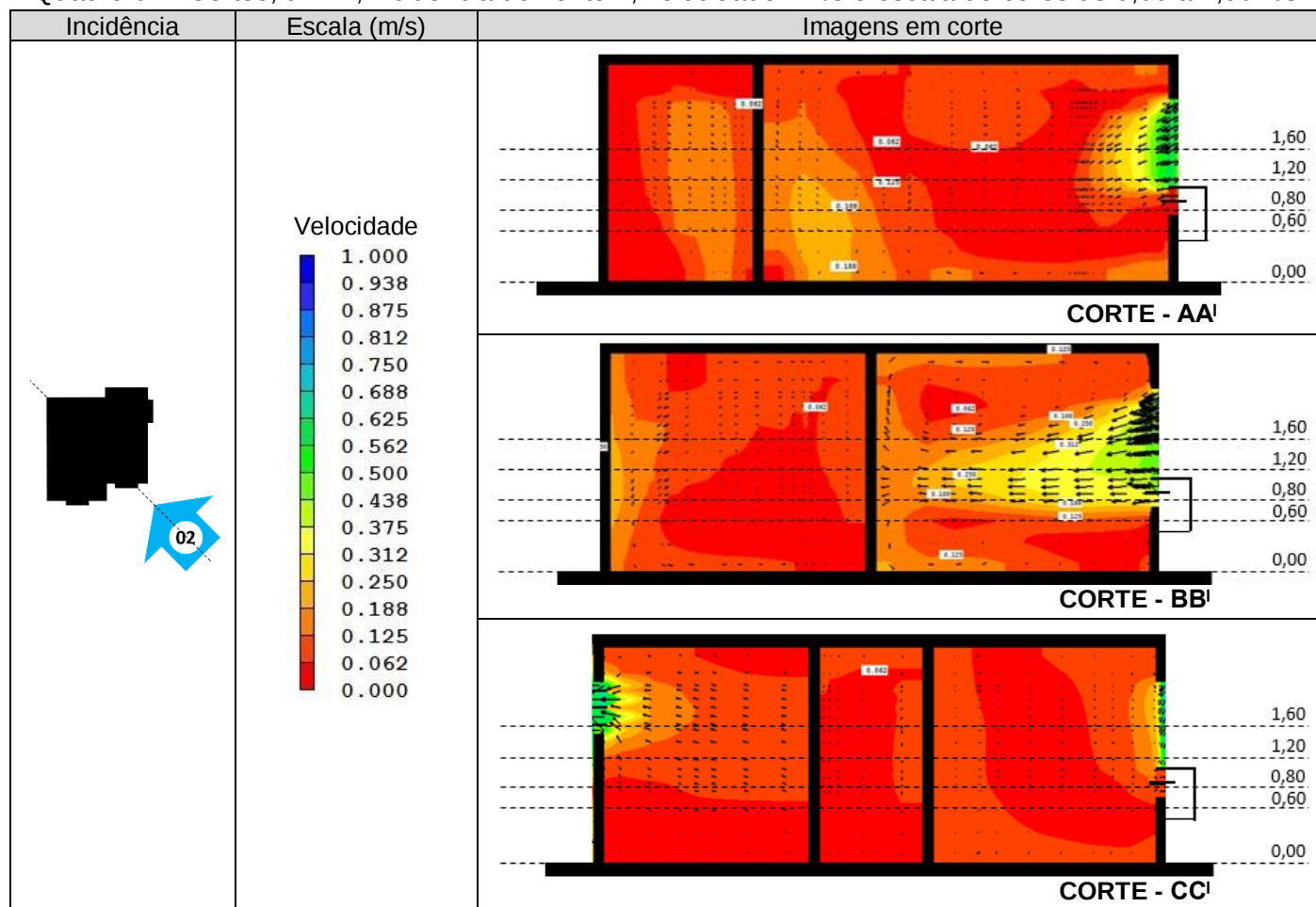
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 66 - JAPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



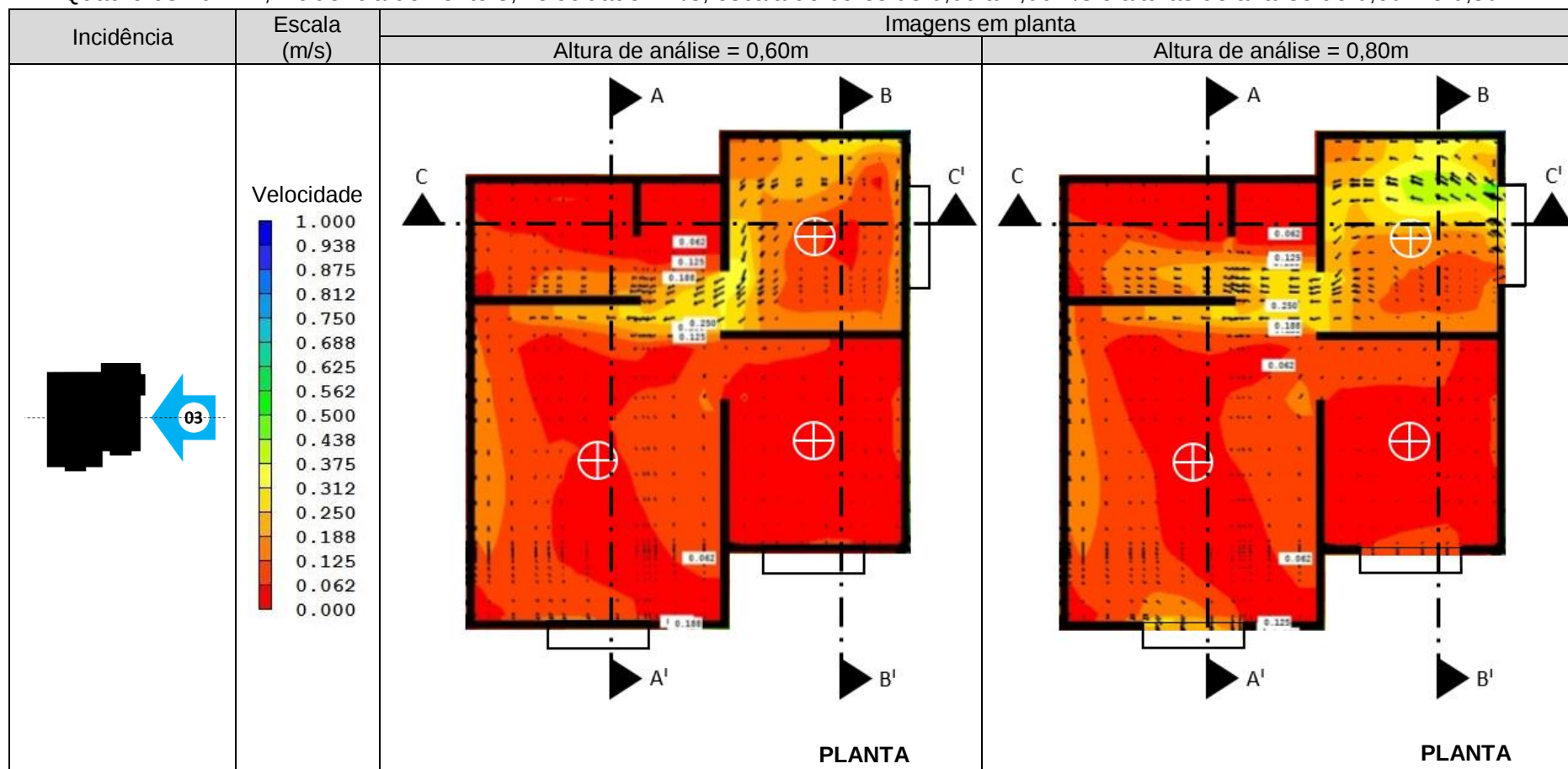
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 67 - Cortes, JAPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



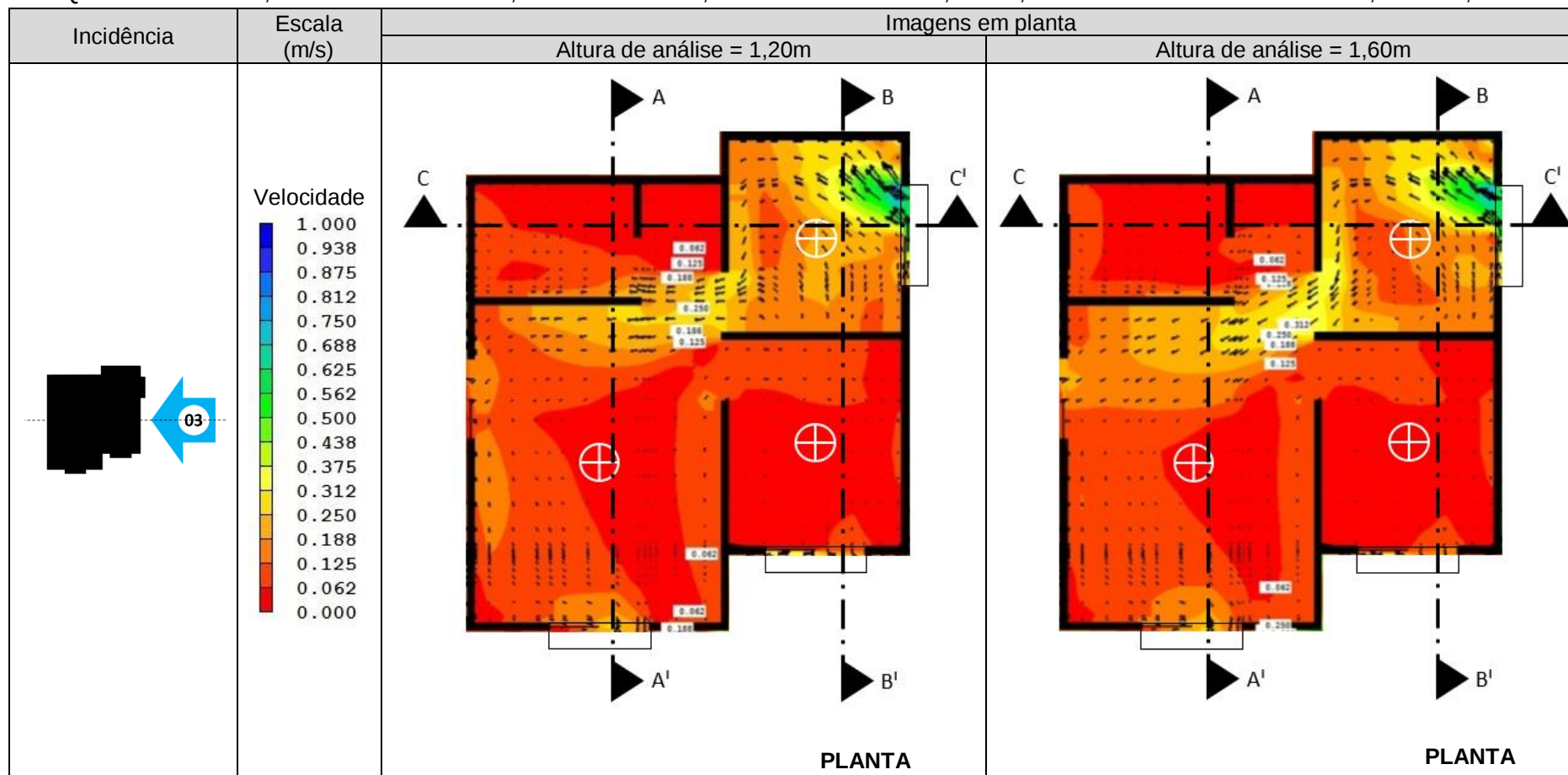
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 68 - JAPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



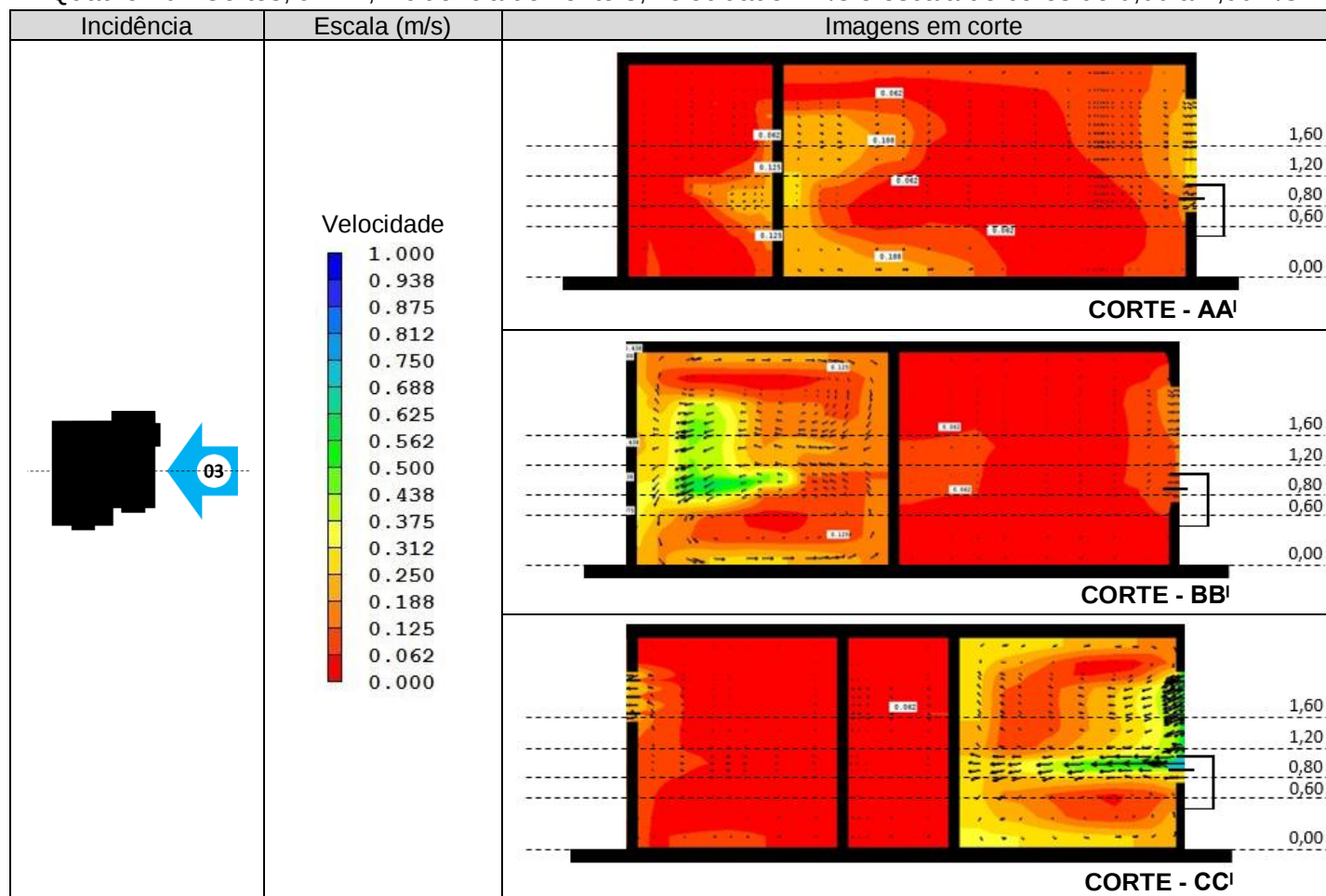
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 69 - JAPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



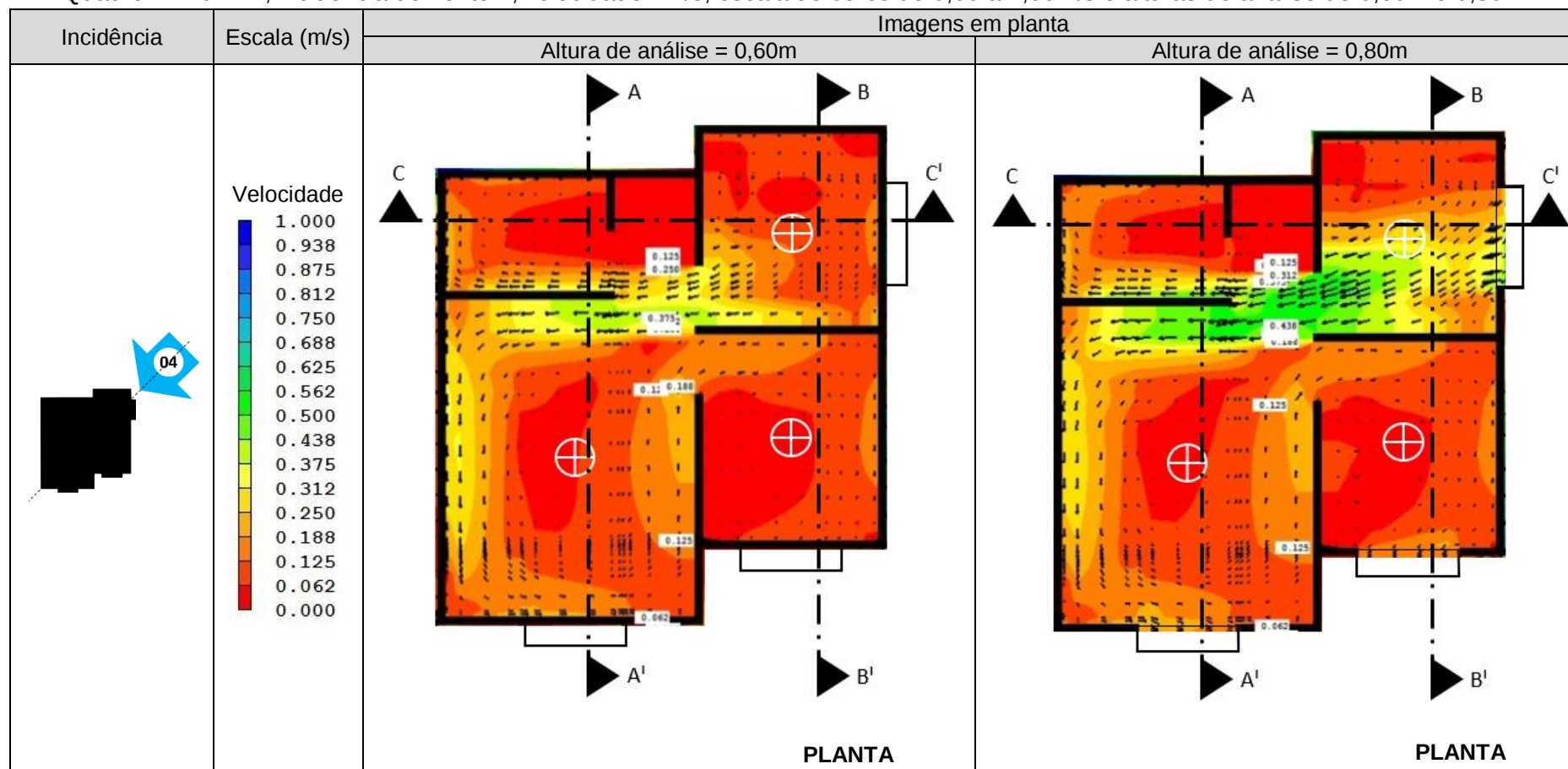
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 70 - Cortes, JAPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



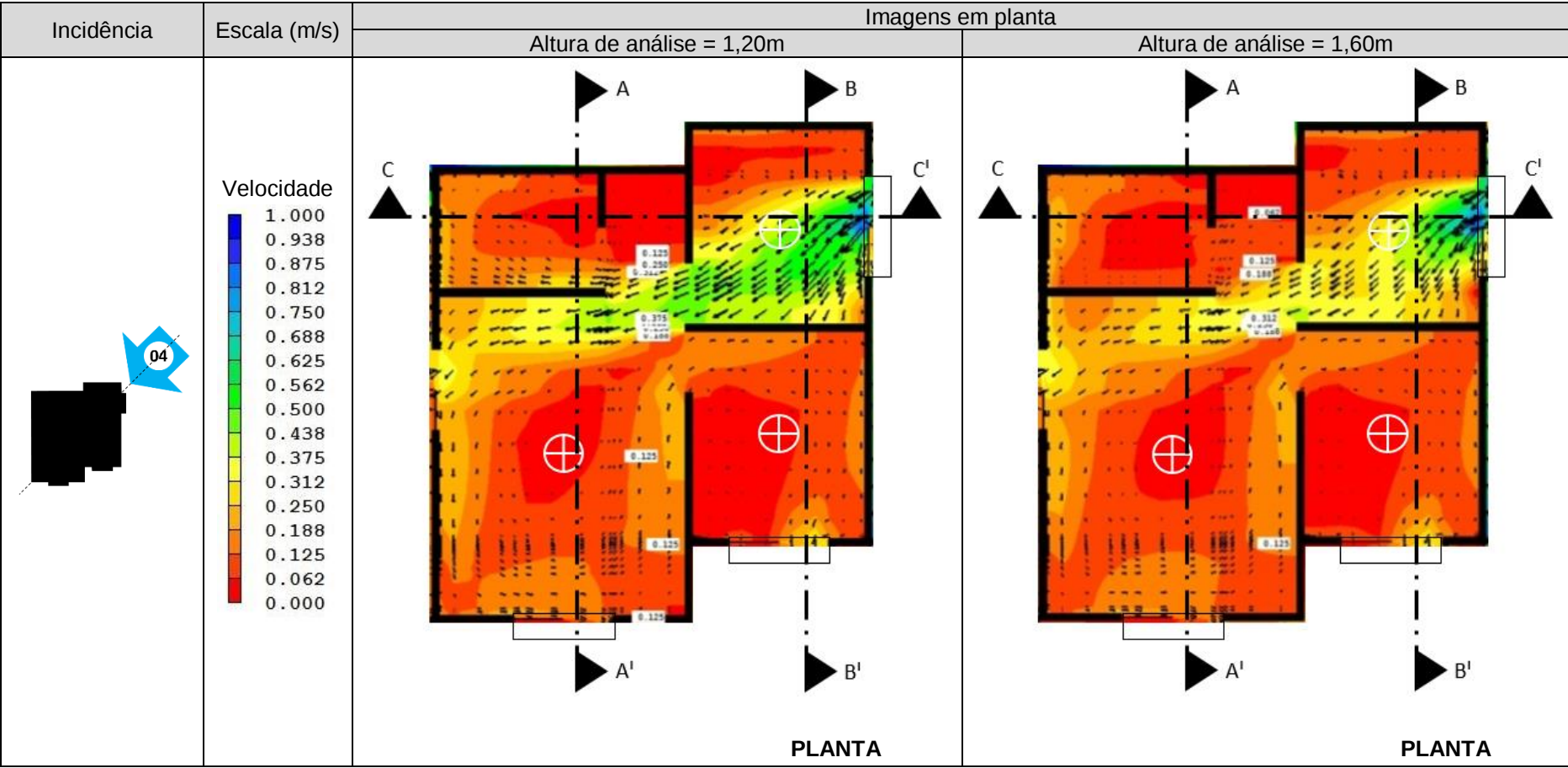
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 71 - JAPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



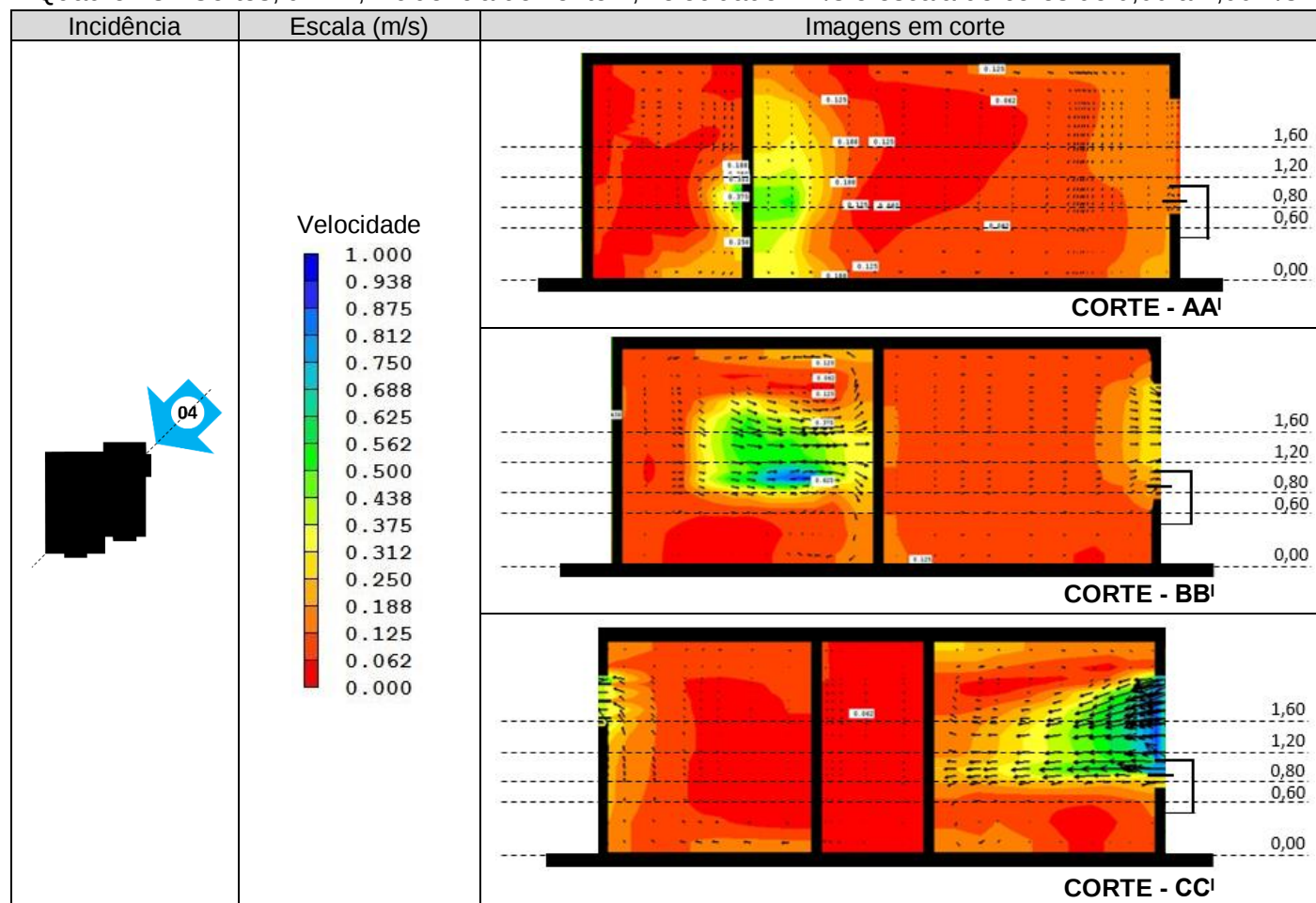
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 72 - JAPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



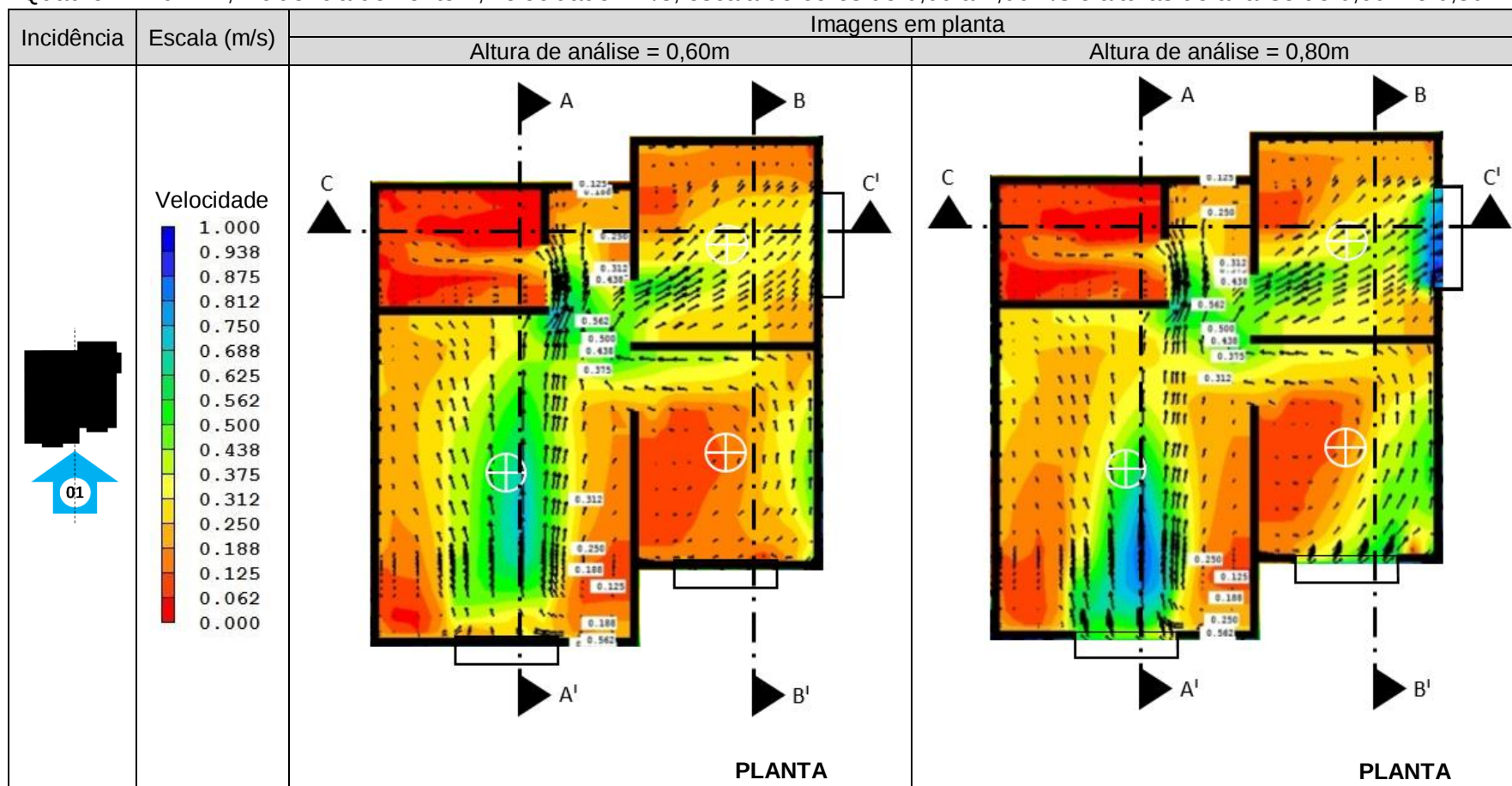
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 73 - Cortes, JAPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



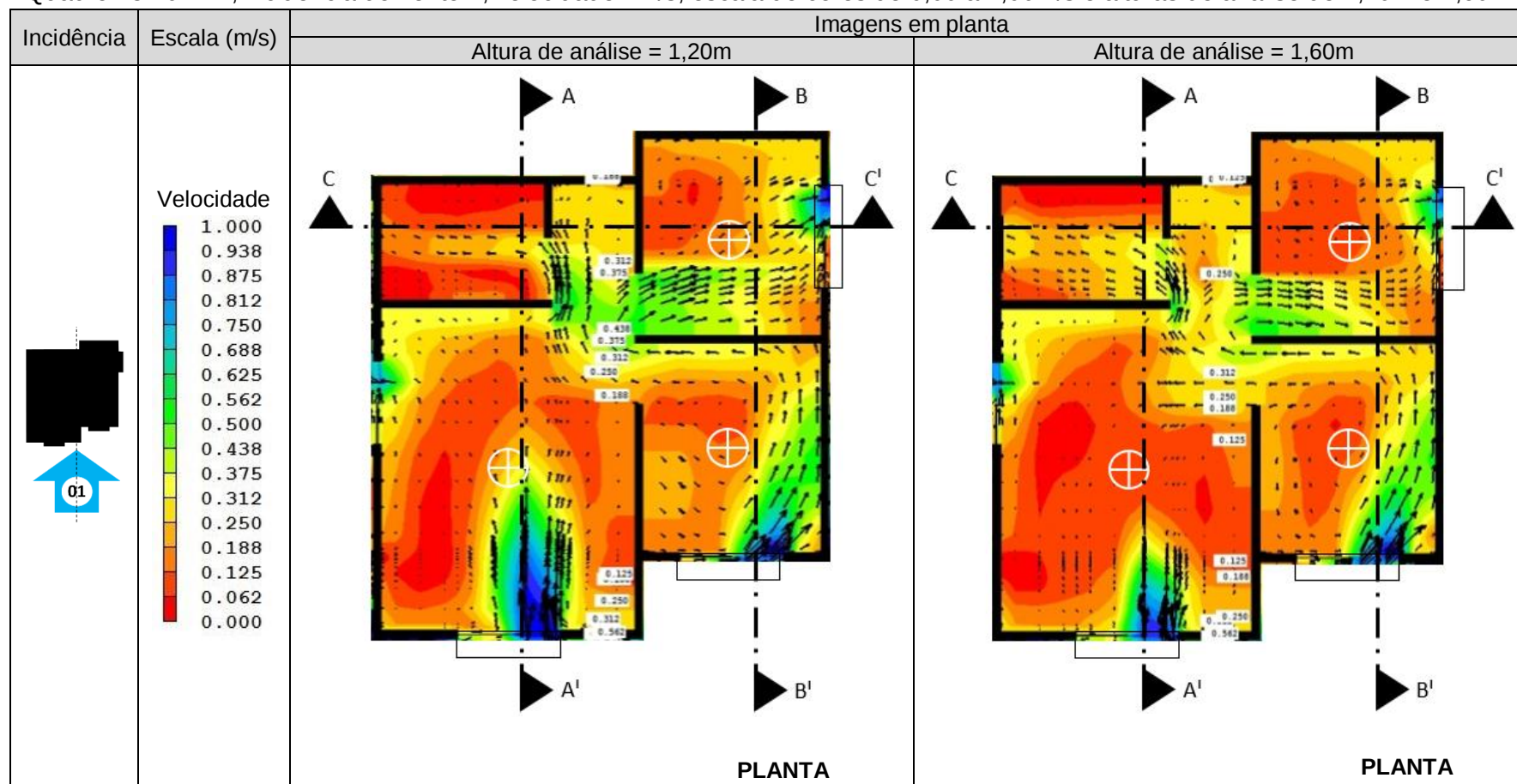
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 74 - JAPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



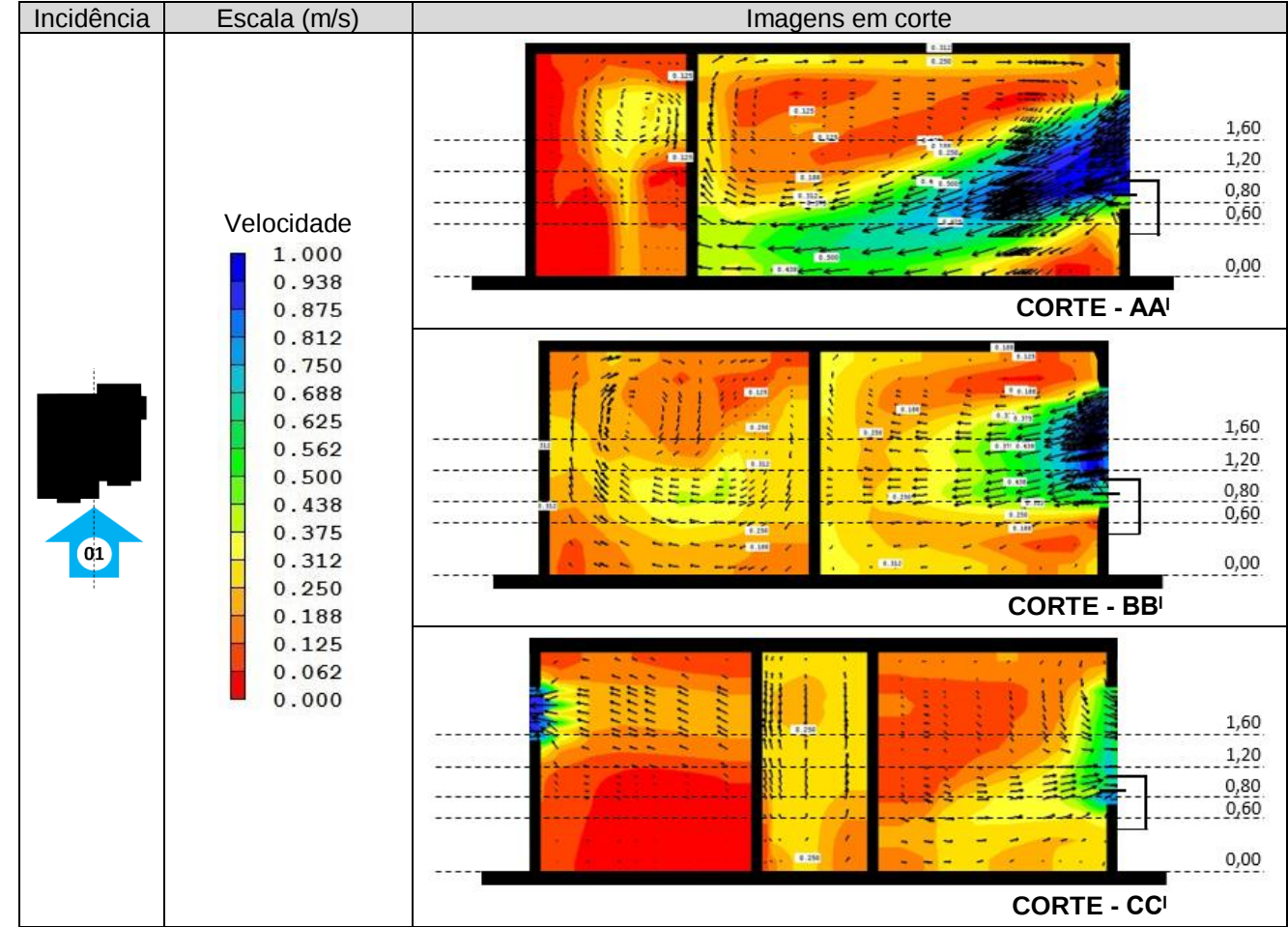
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 75 - JAPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



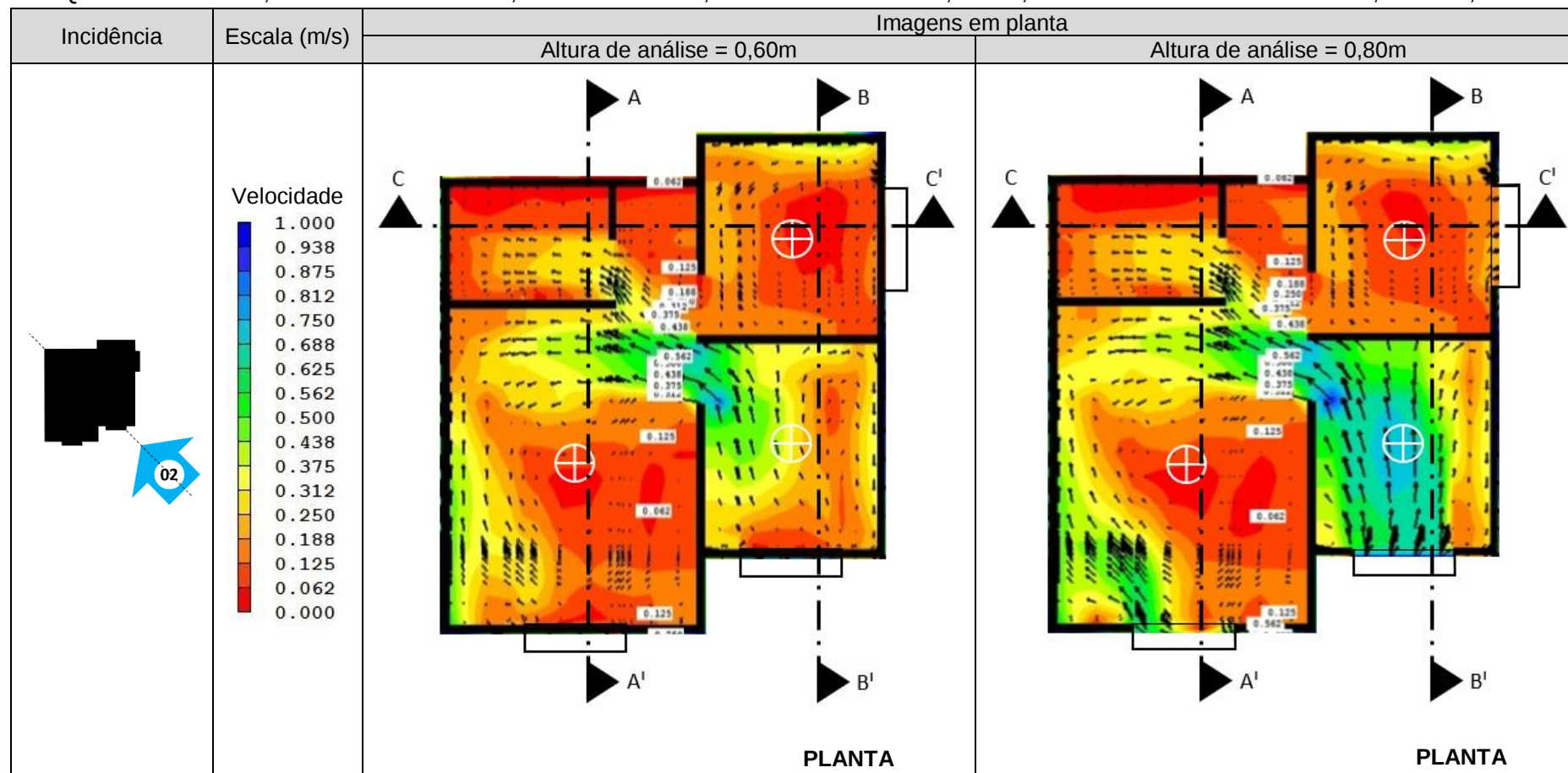
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 76 - Cortes, JAPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



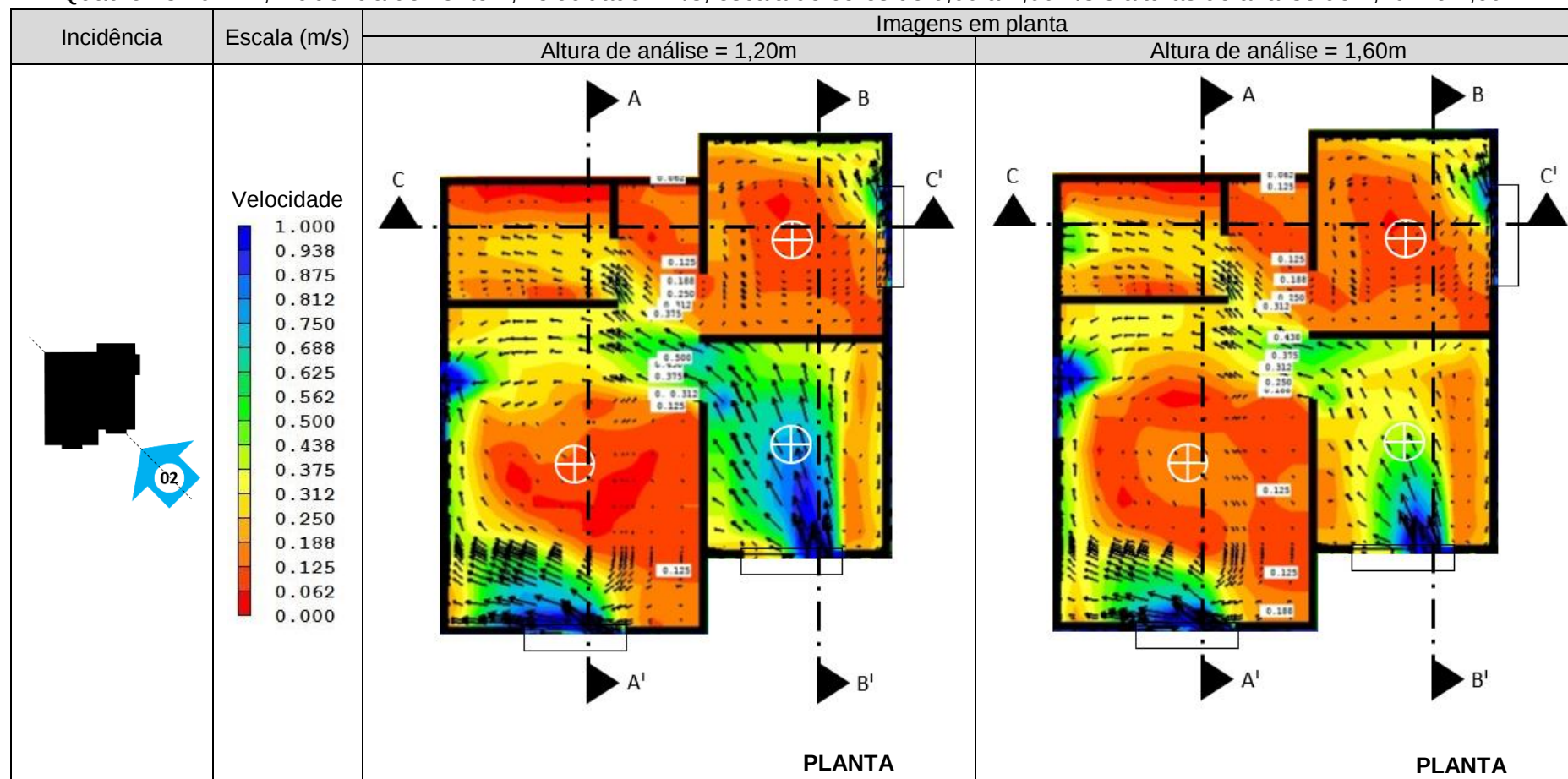
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 77 - JAPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



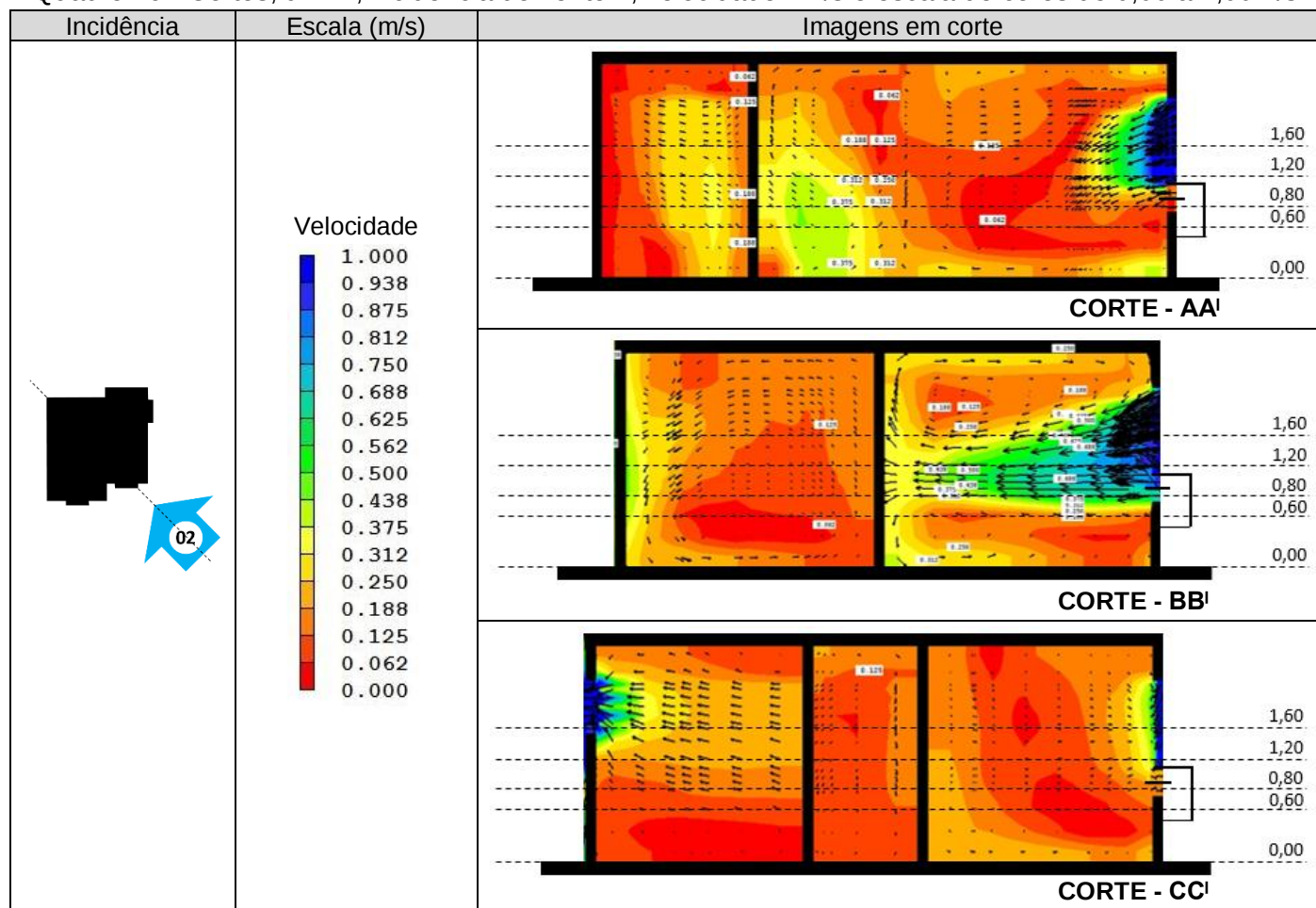
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 78 - JAPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



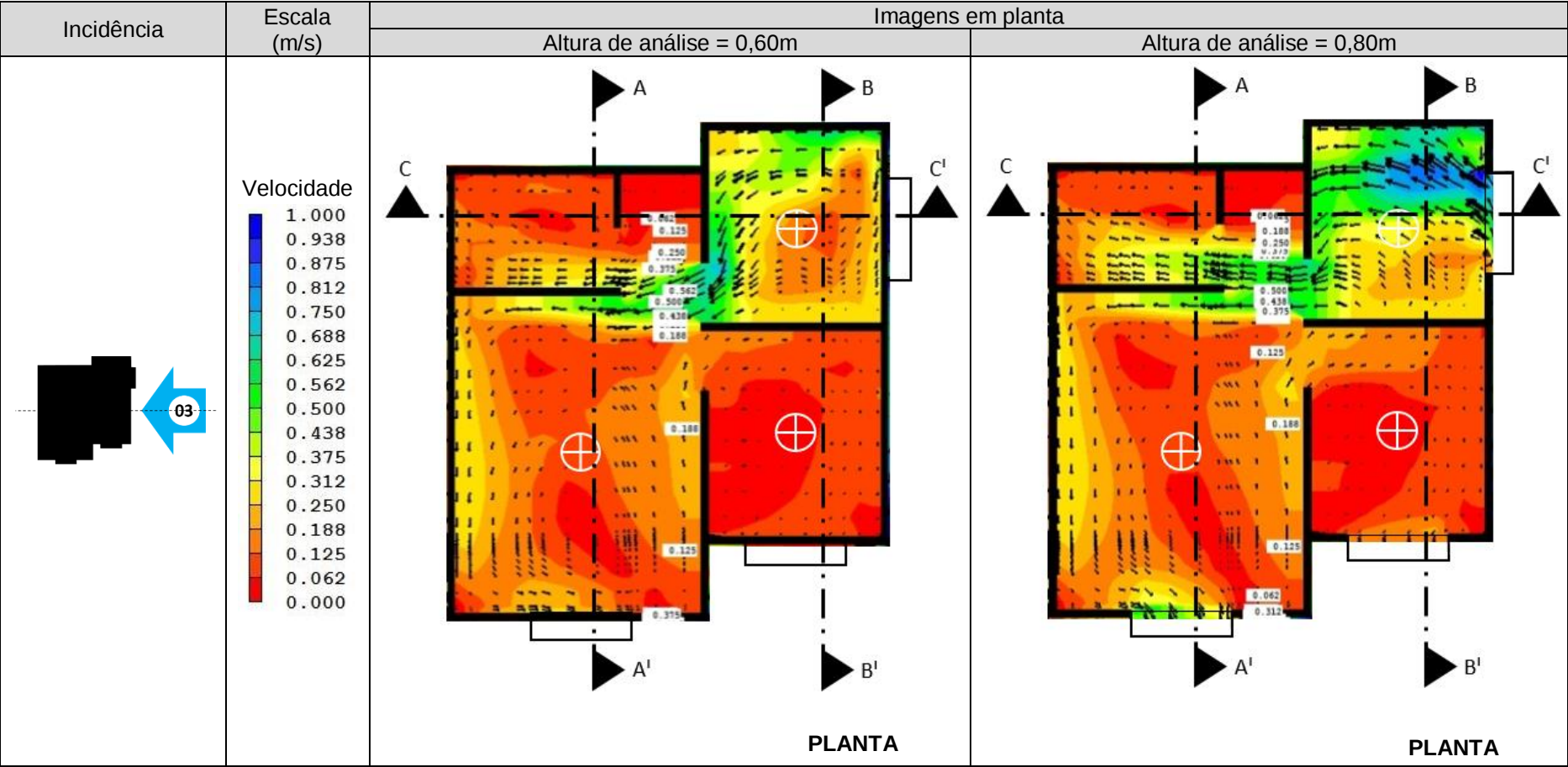
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 79 - Cortes, JAPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



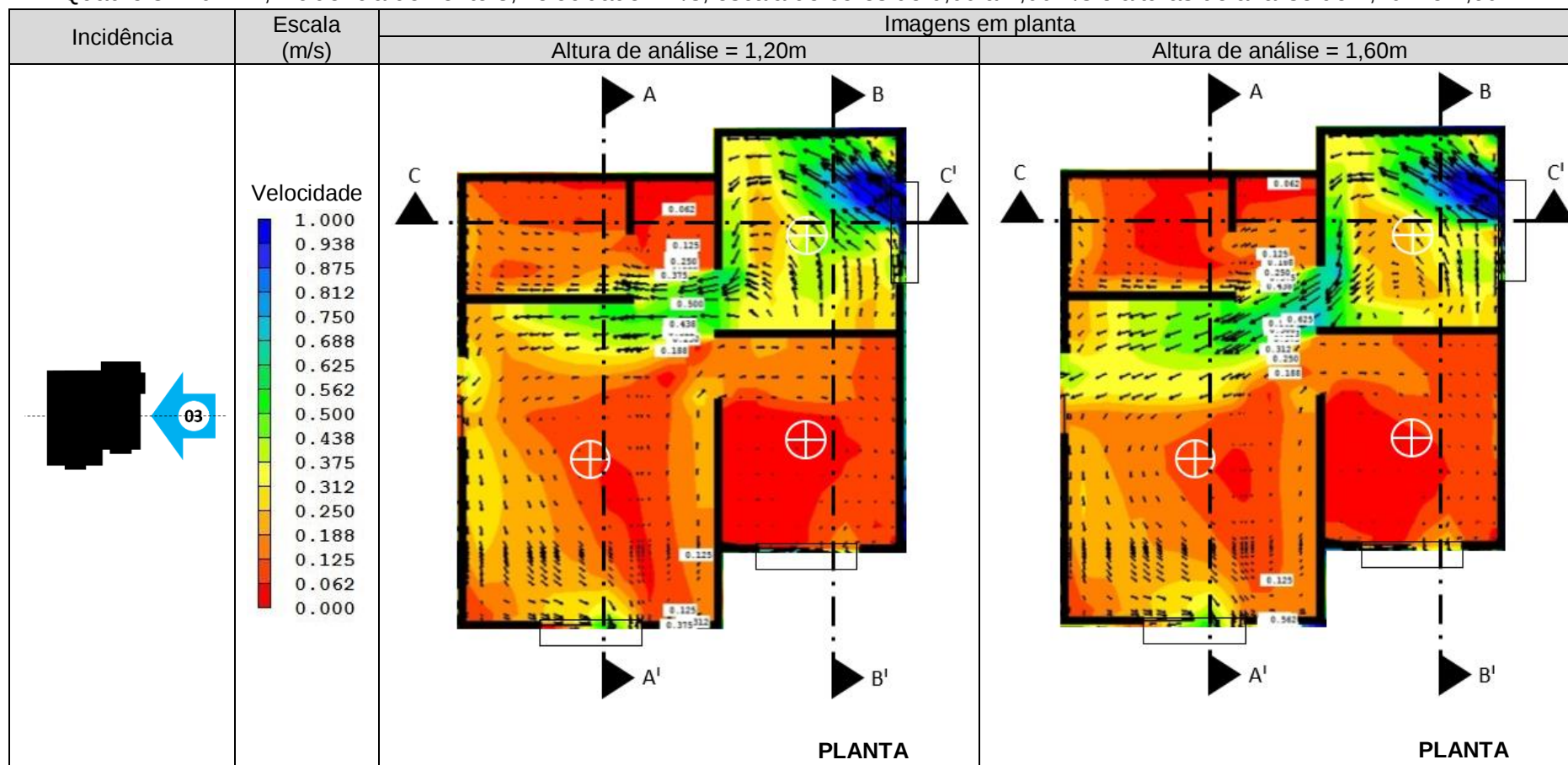
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 80 - JAPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



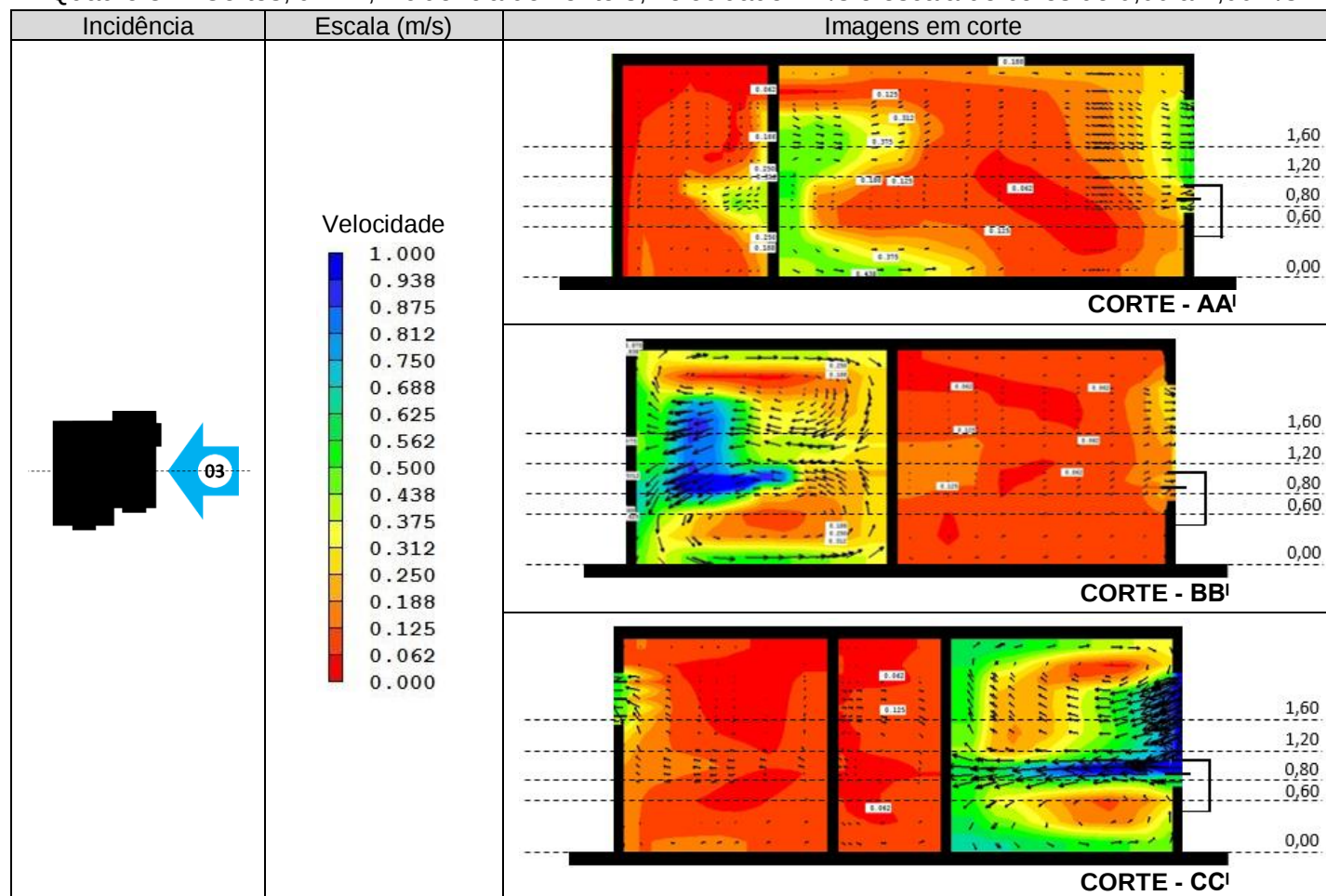
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 81 - JAPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



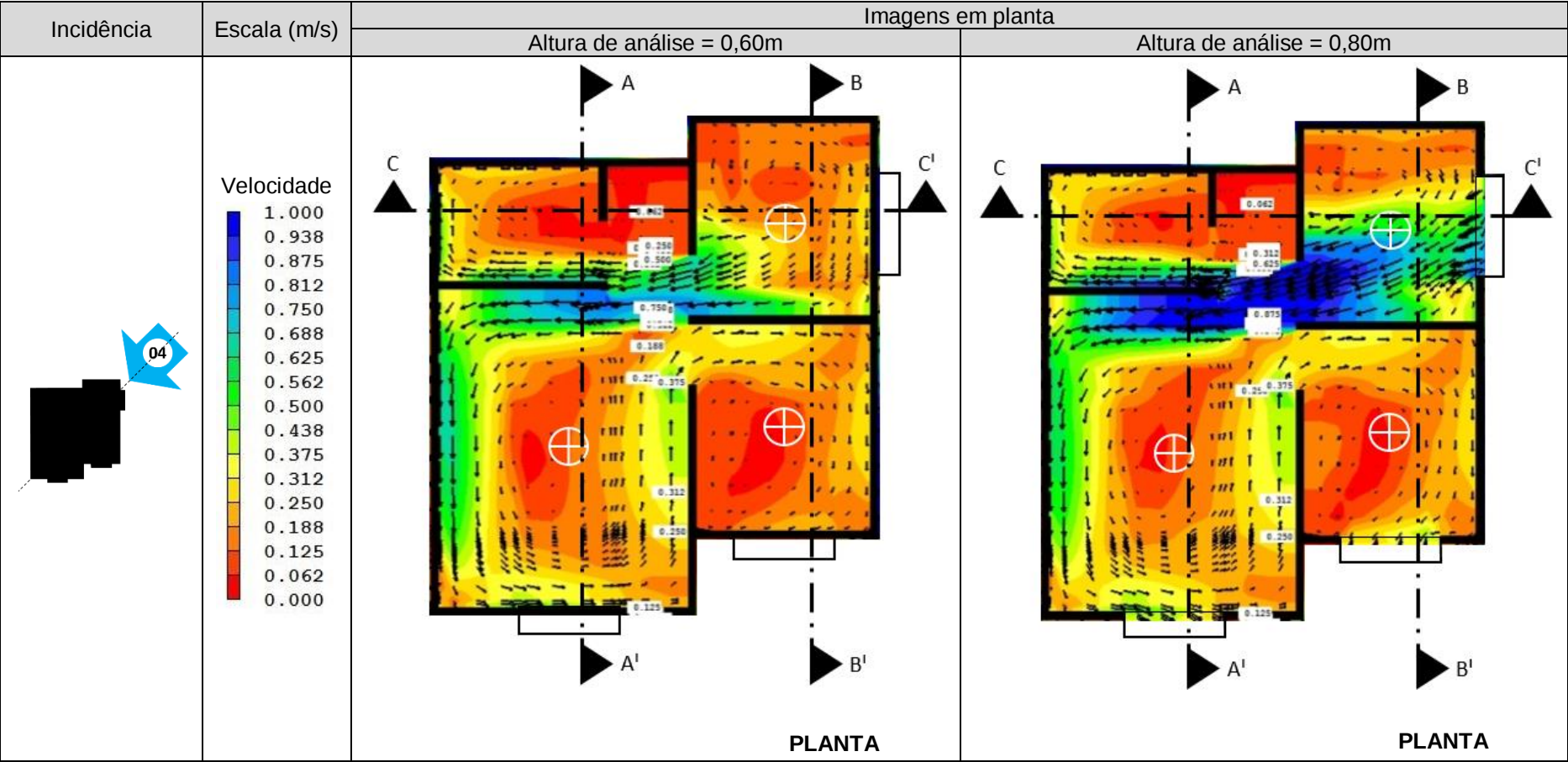
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 82 - Cortes, JAPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



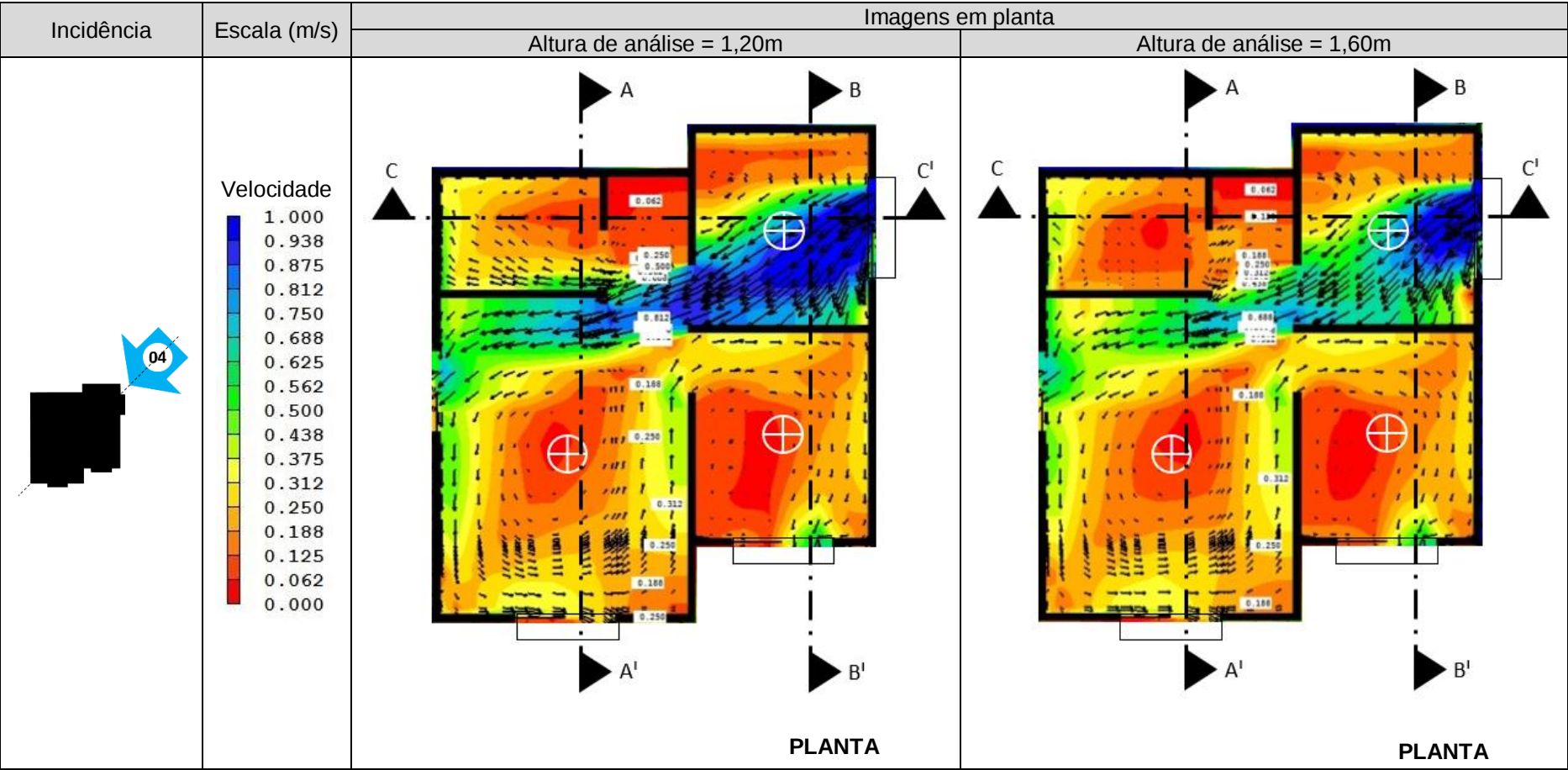
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 83 - JAPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



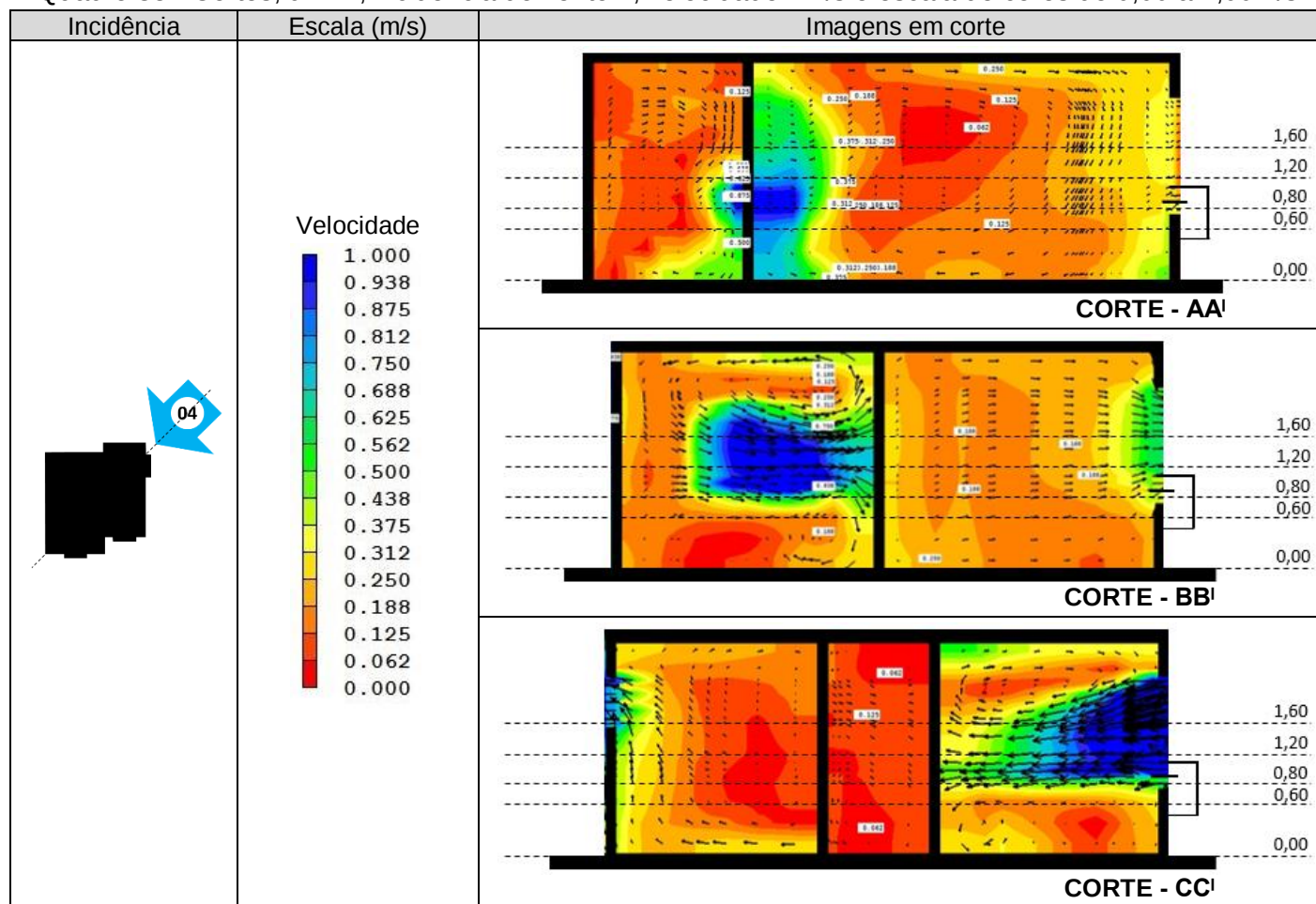
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 84 - JAPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

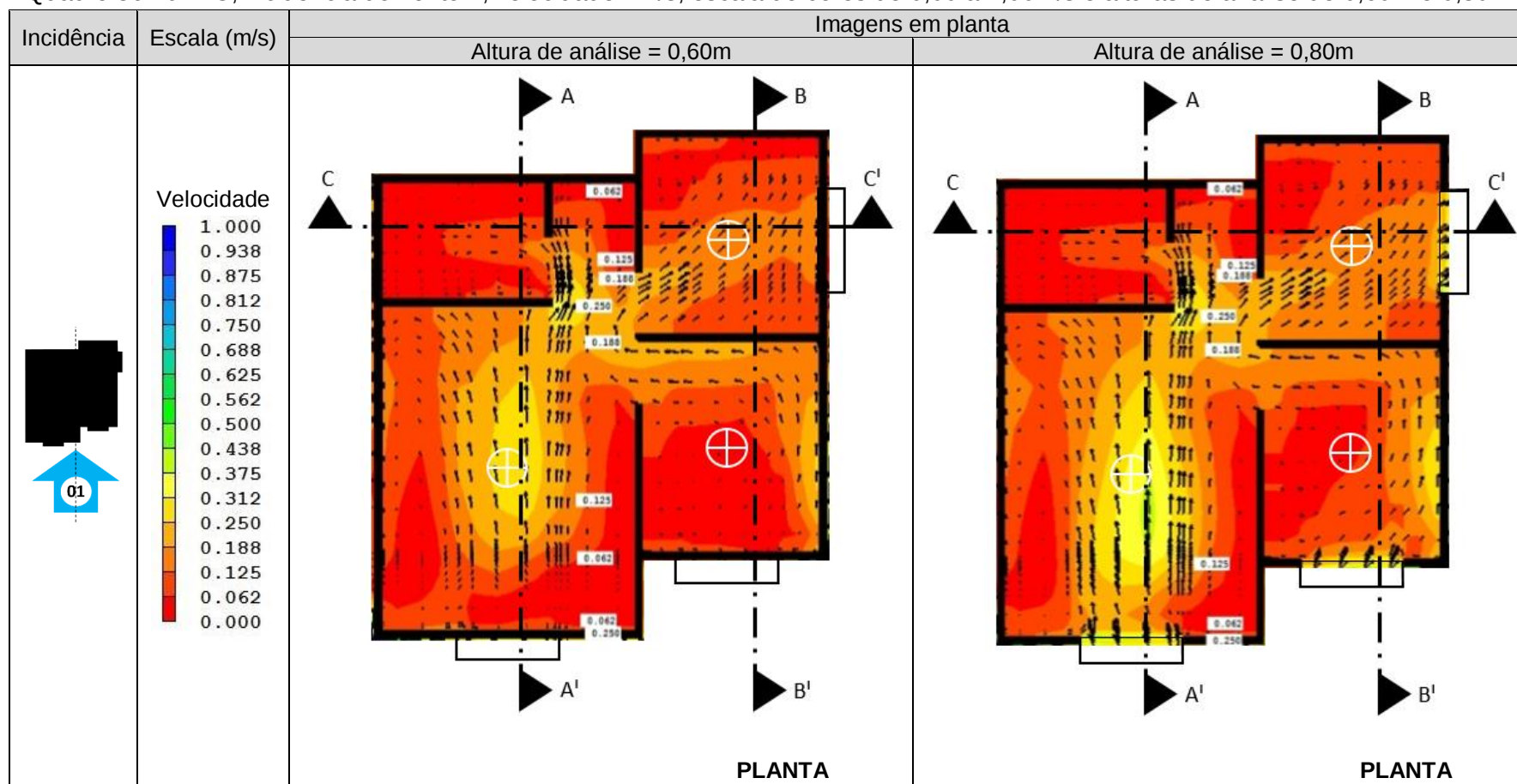
Quadro 85 - Cortes, JAPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

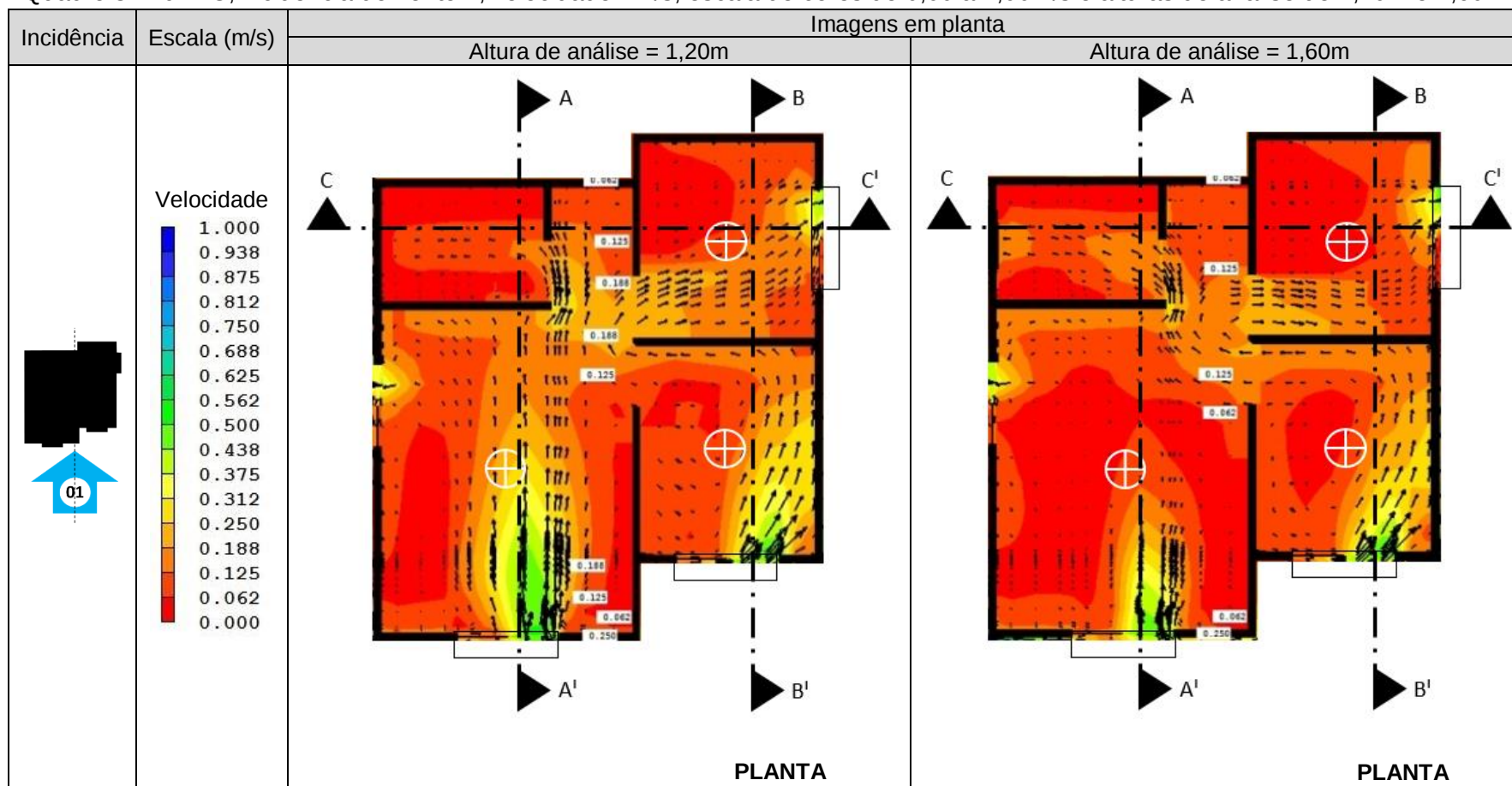
ii. Janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado pivotante voltado para cima com ângulo de 30° - JAPC

Quadro 86 - JAPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



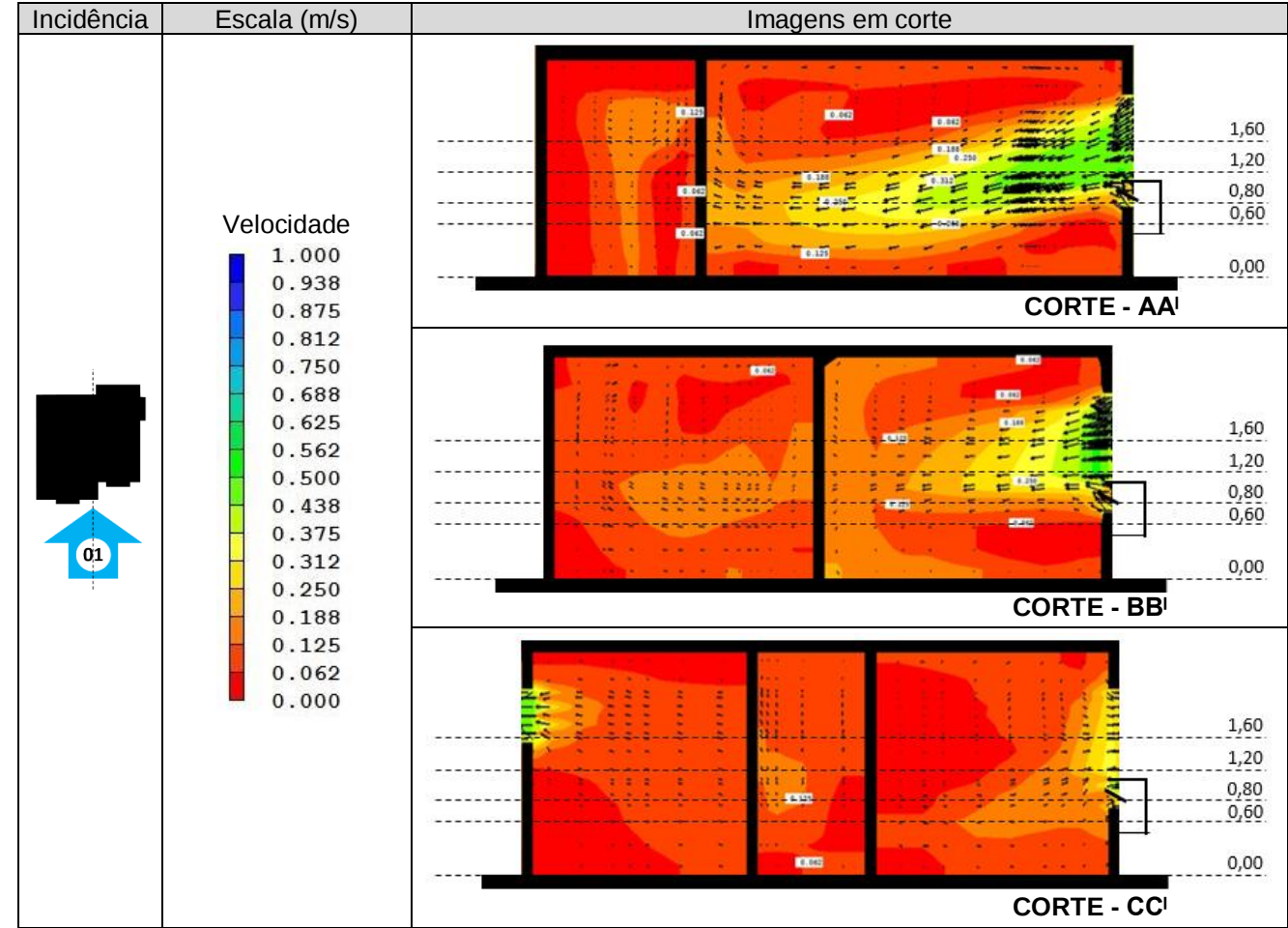
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 87 - JAPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



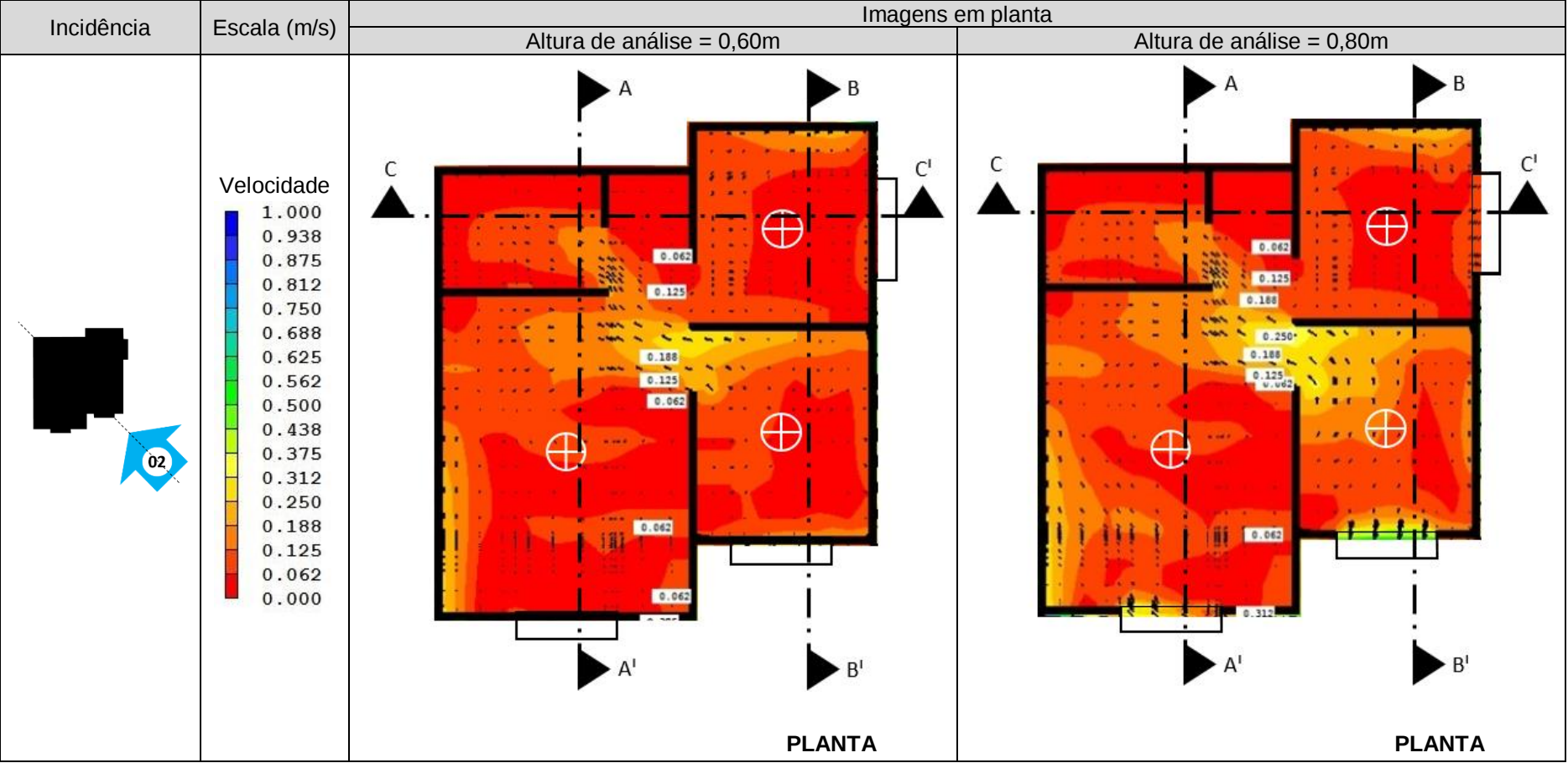
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 88 - Cortes, JAPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



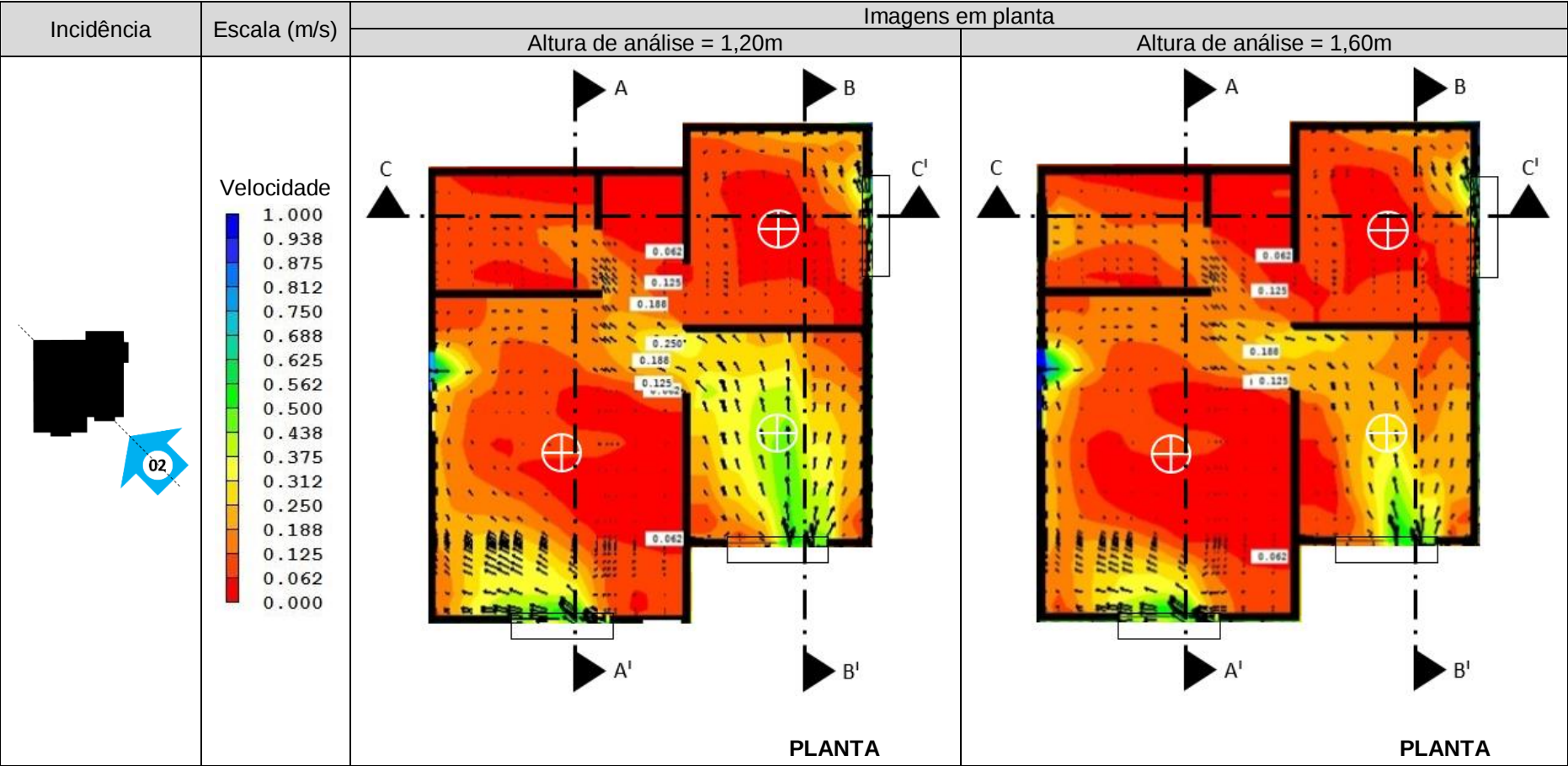
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 89 - JAPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



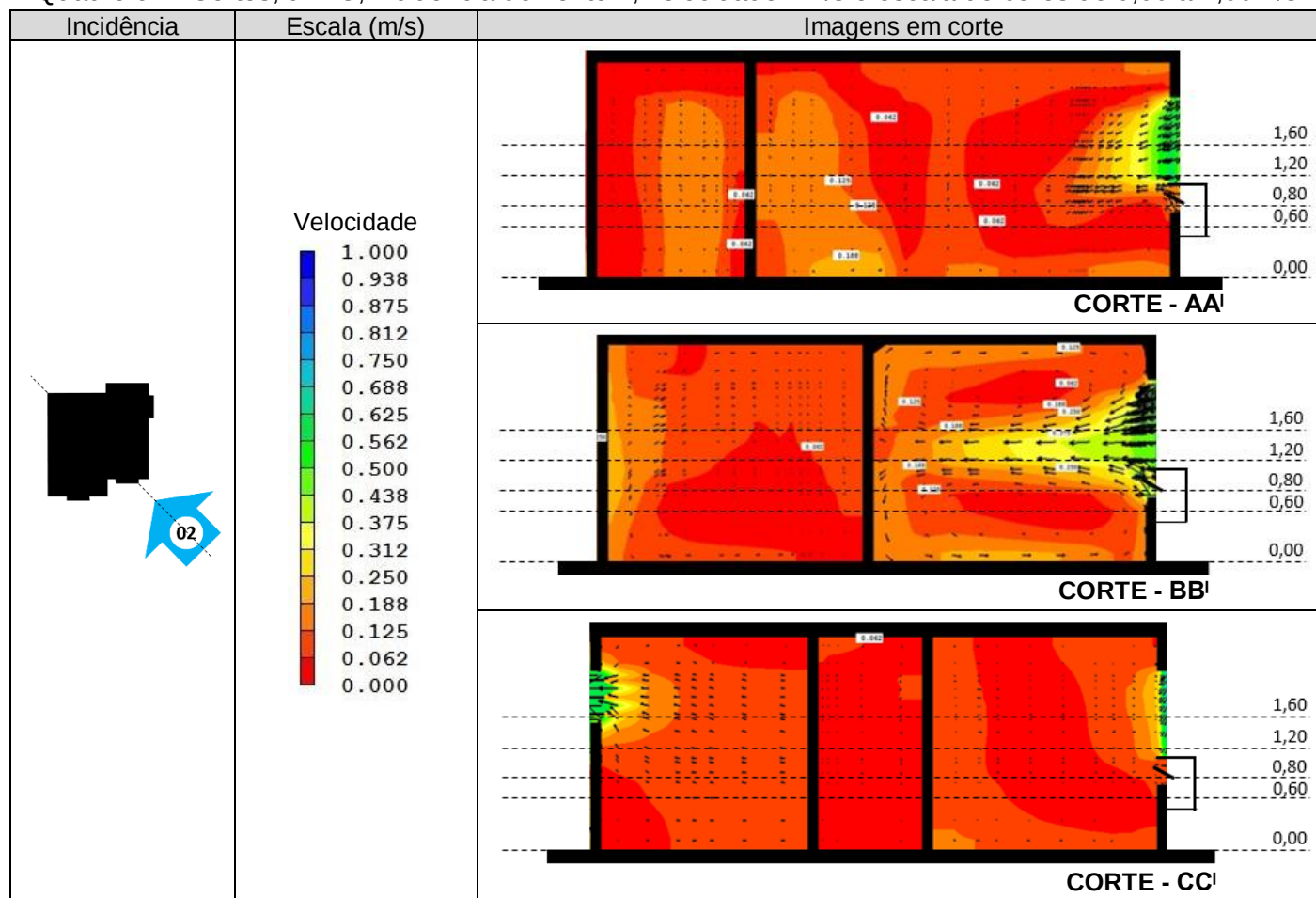
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 90 - JAPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



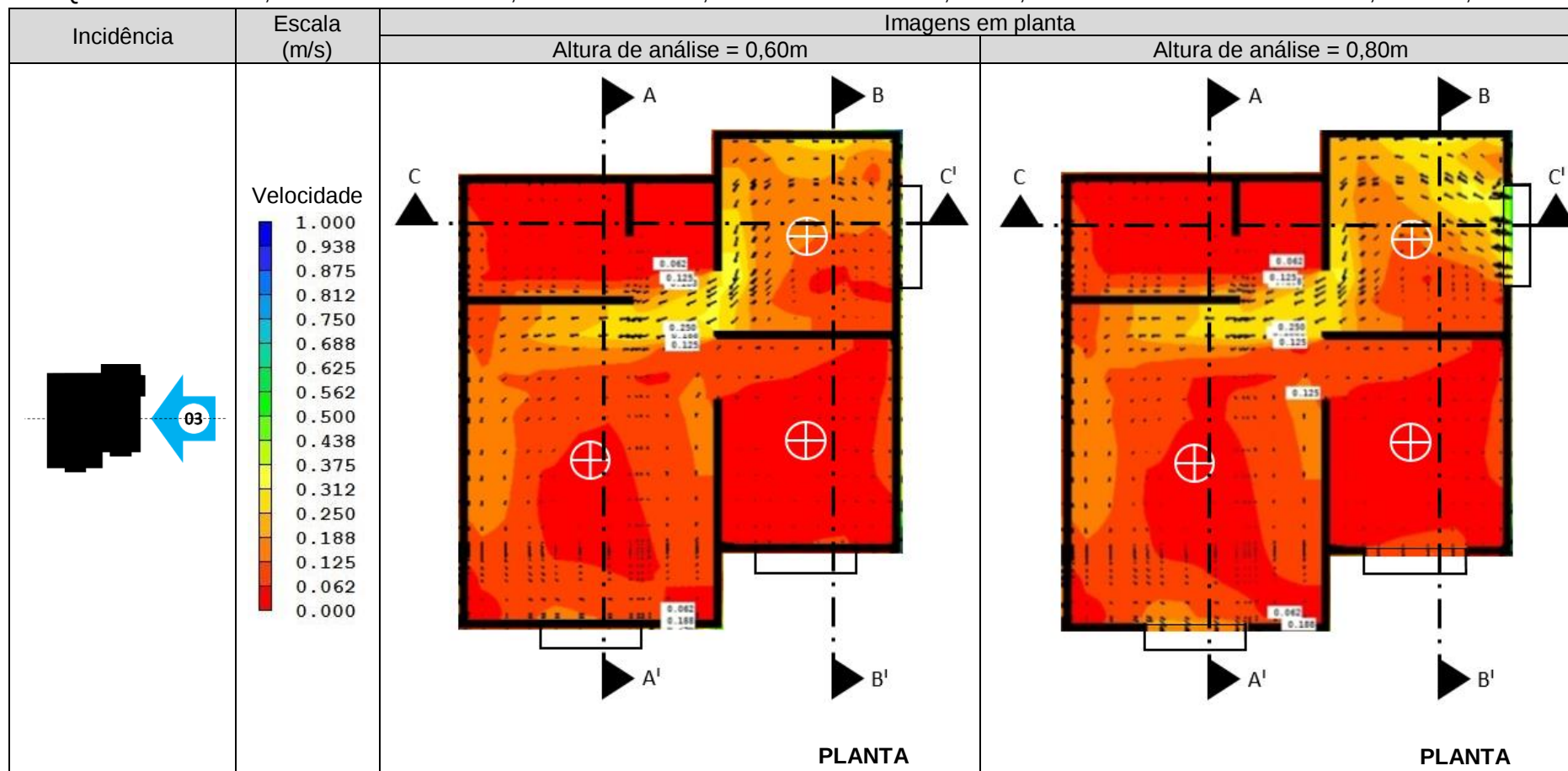
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 91 - Cortes, JAPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



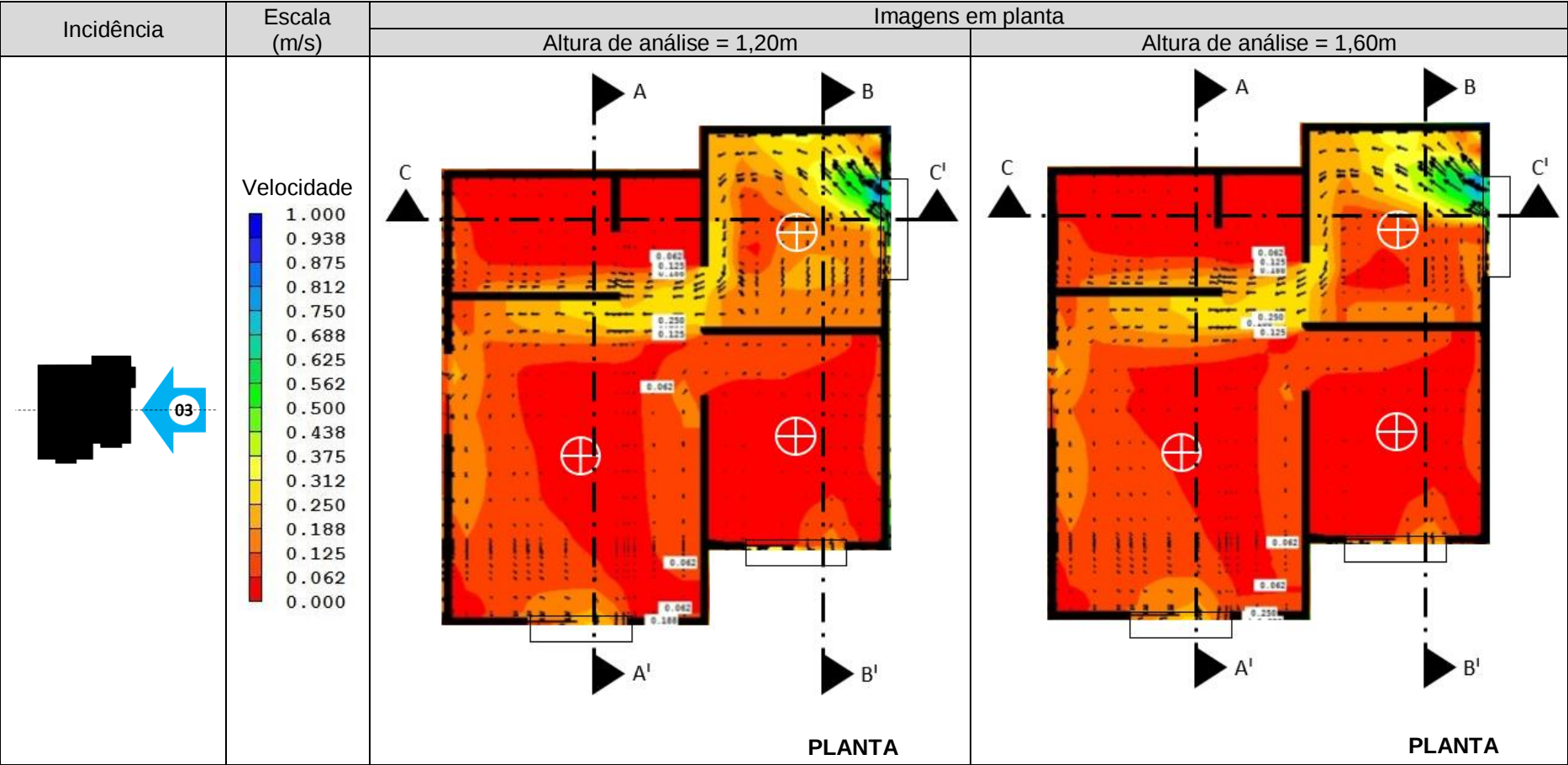
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 92 - JAPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



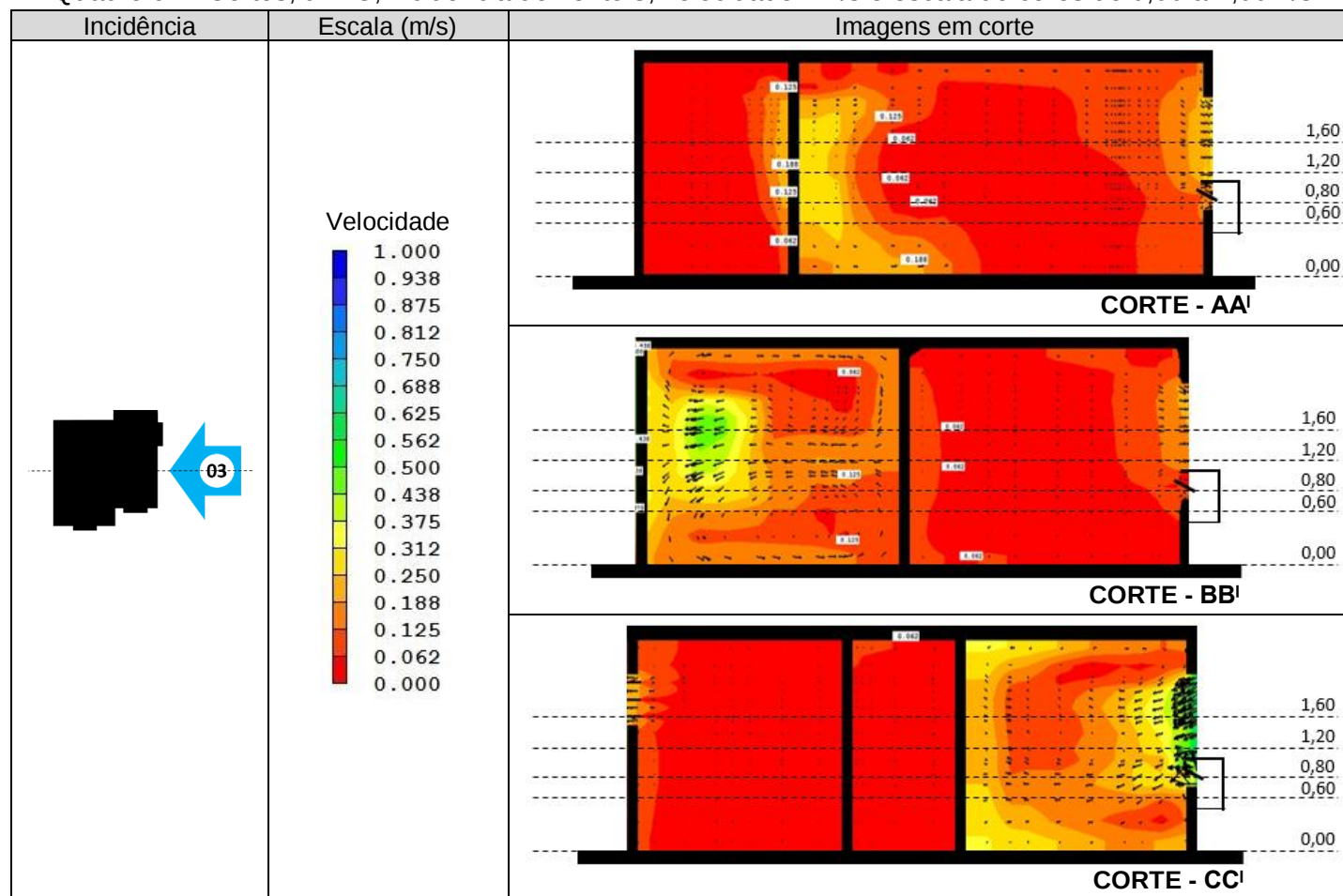
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 93 - JAPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



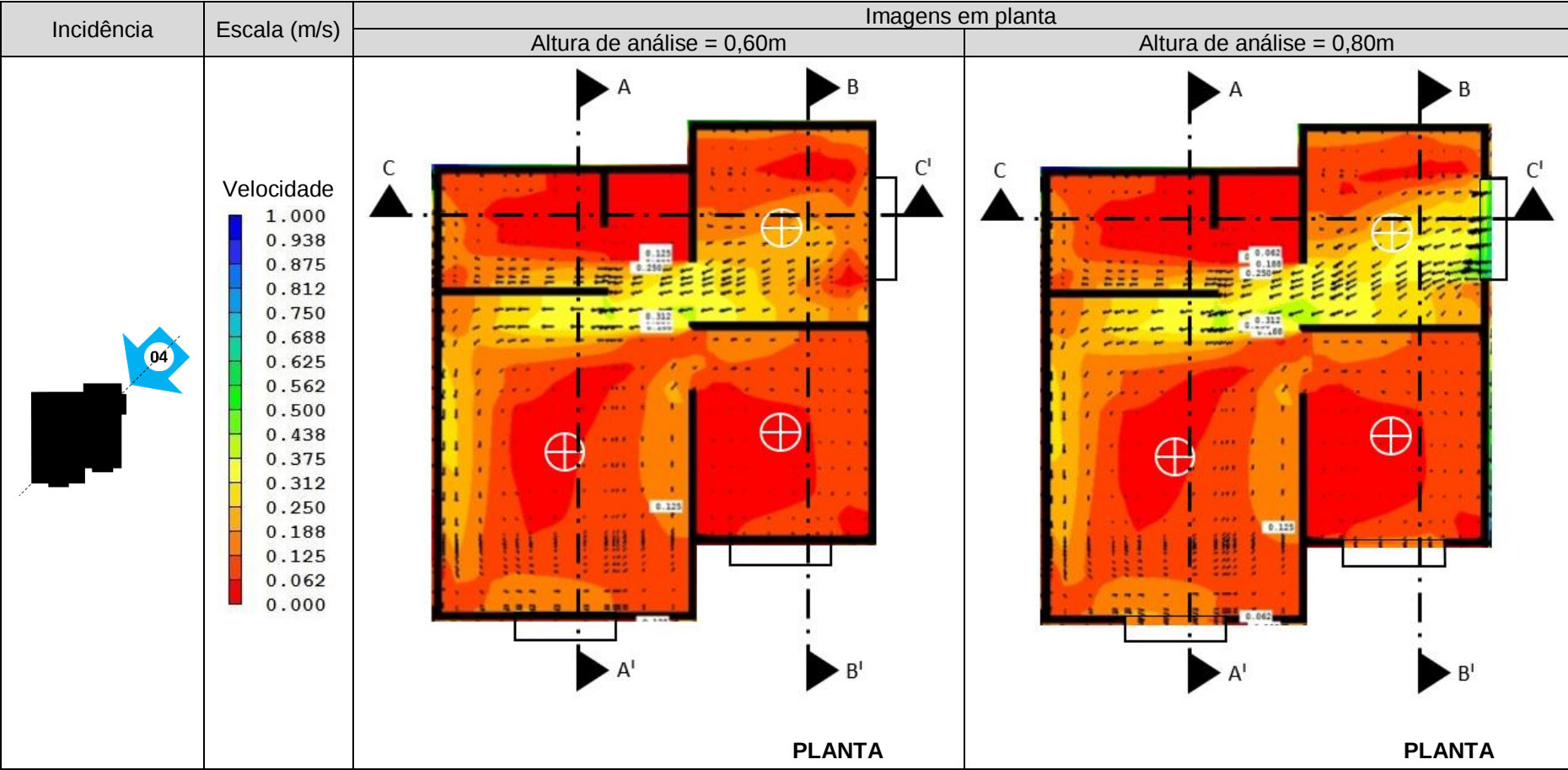
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 94 - Cortes, JAPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



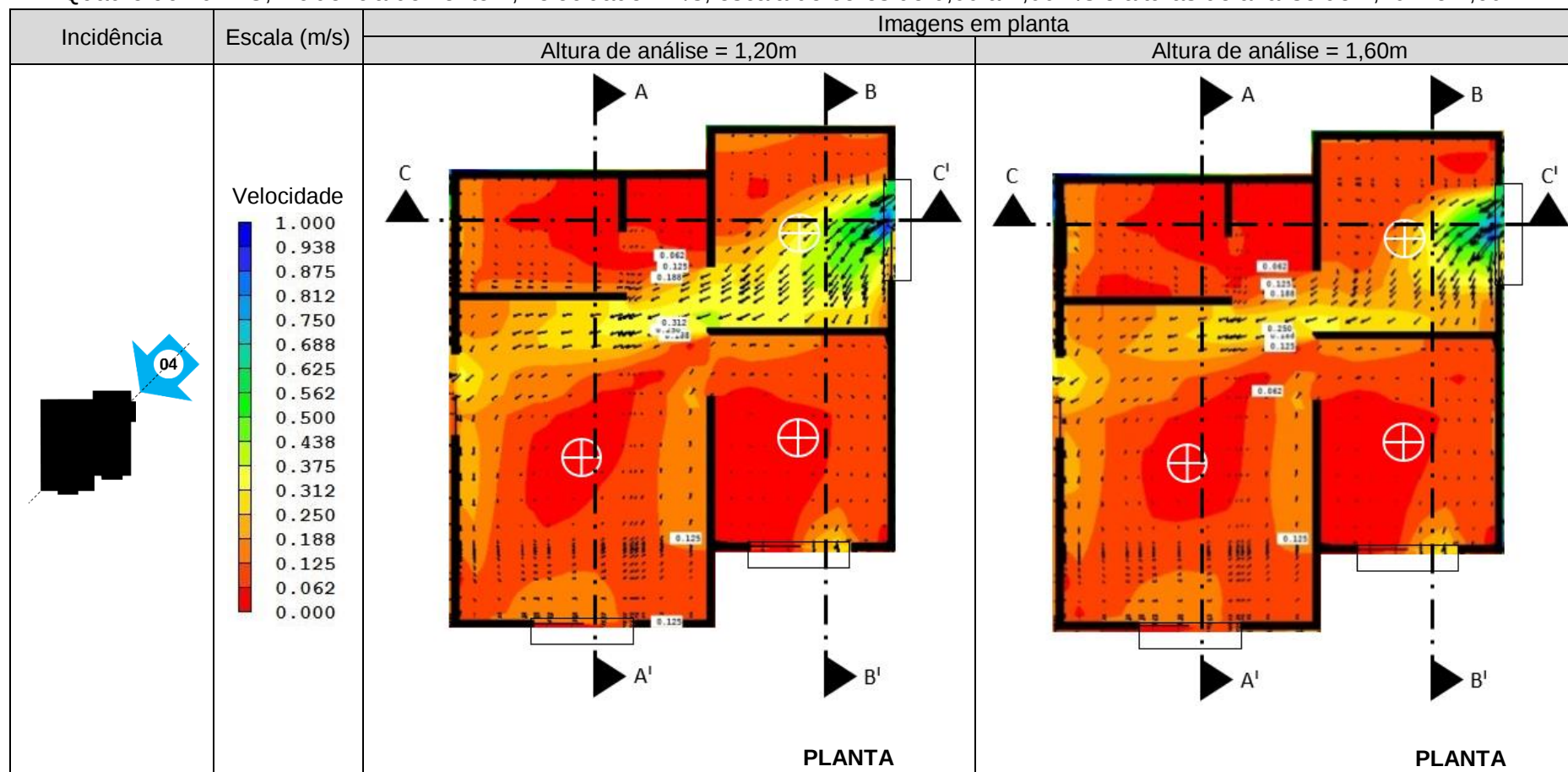
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 95 - JAPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



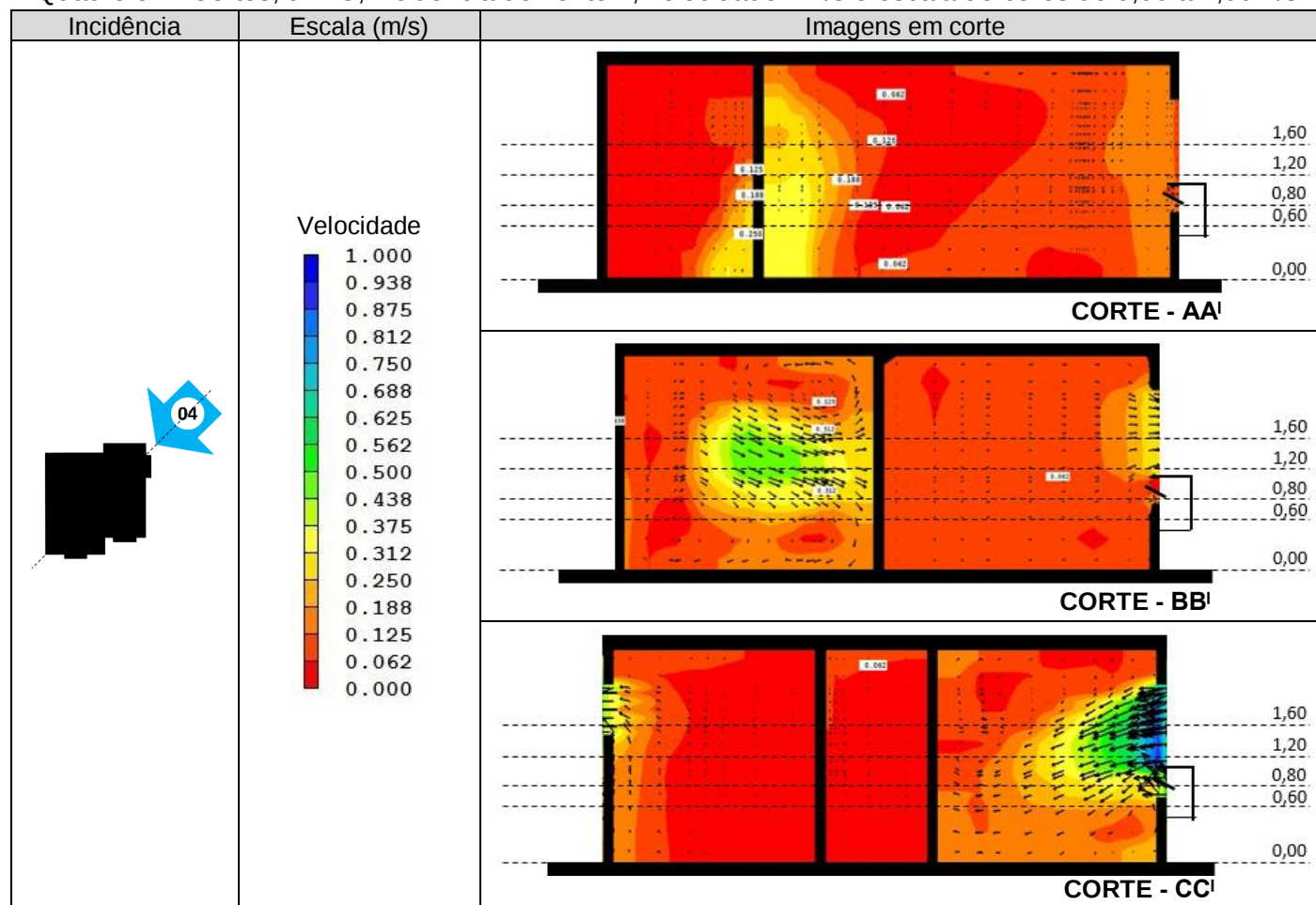
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 96 - JAPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



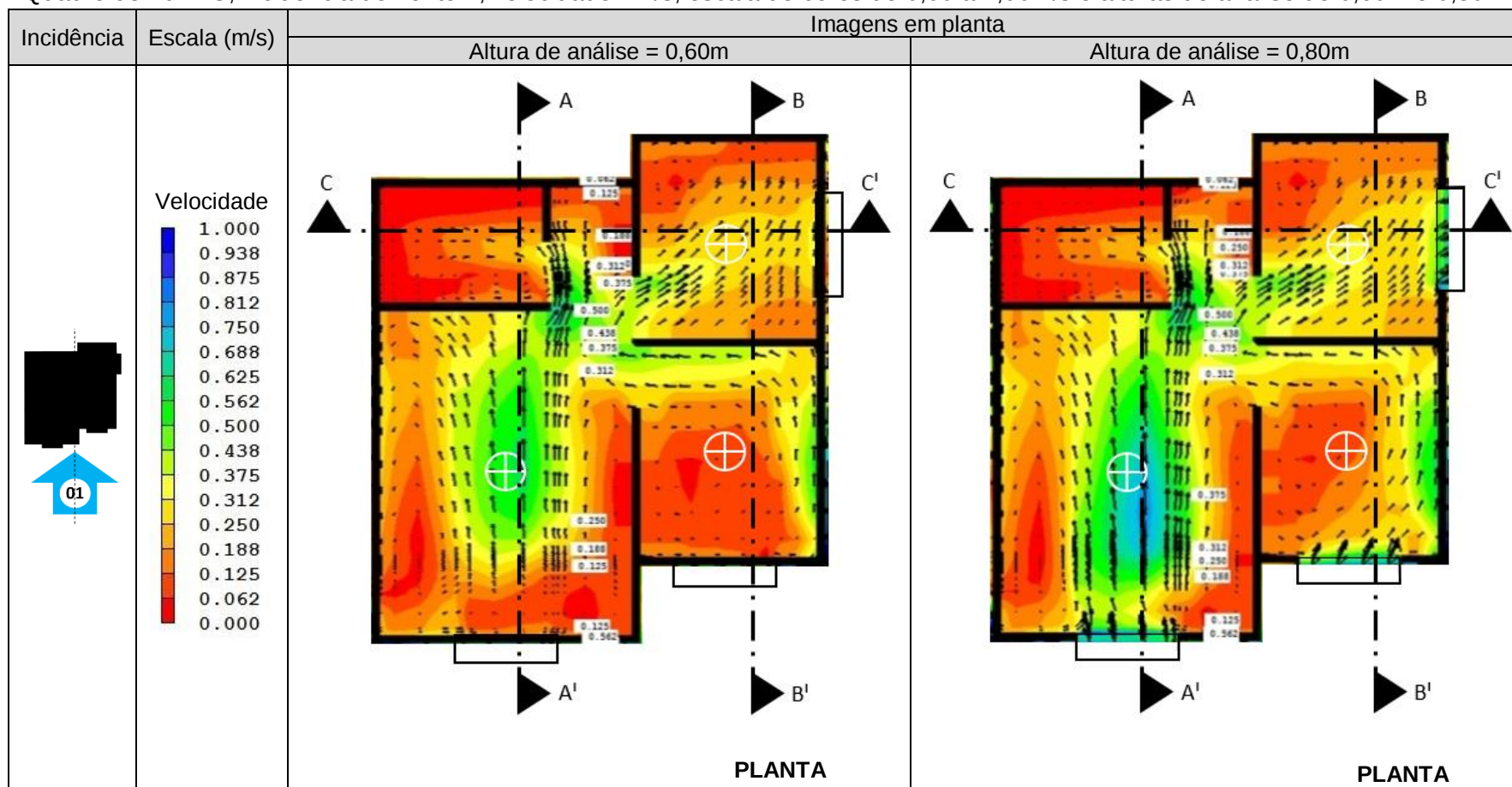
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 97 - Cortes, JAPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



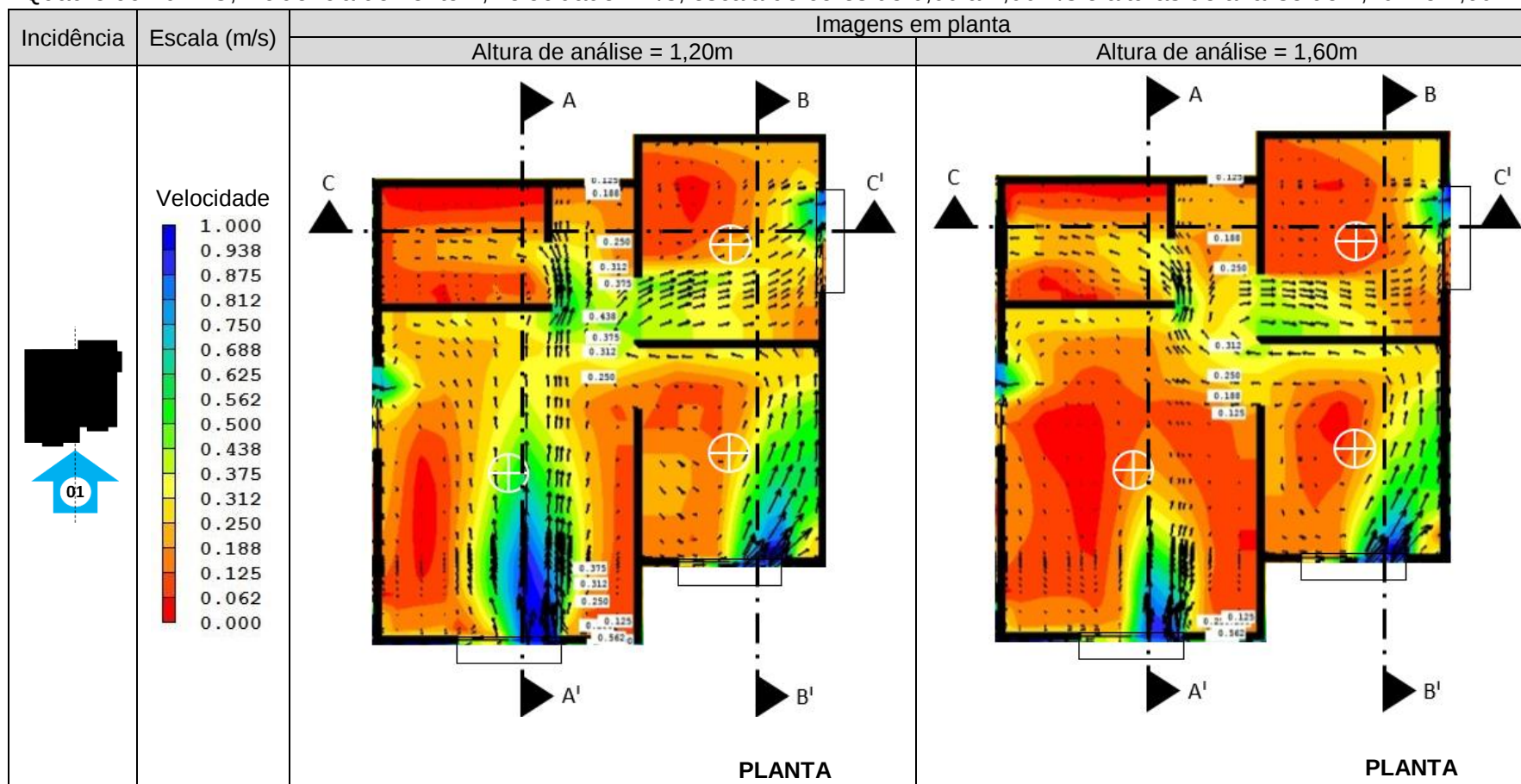
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 98 - JAPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



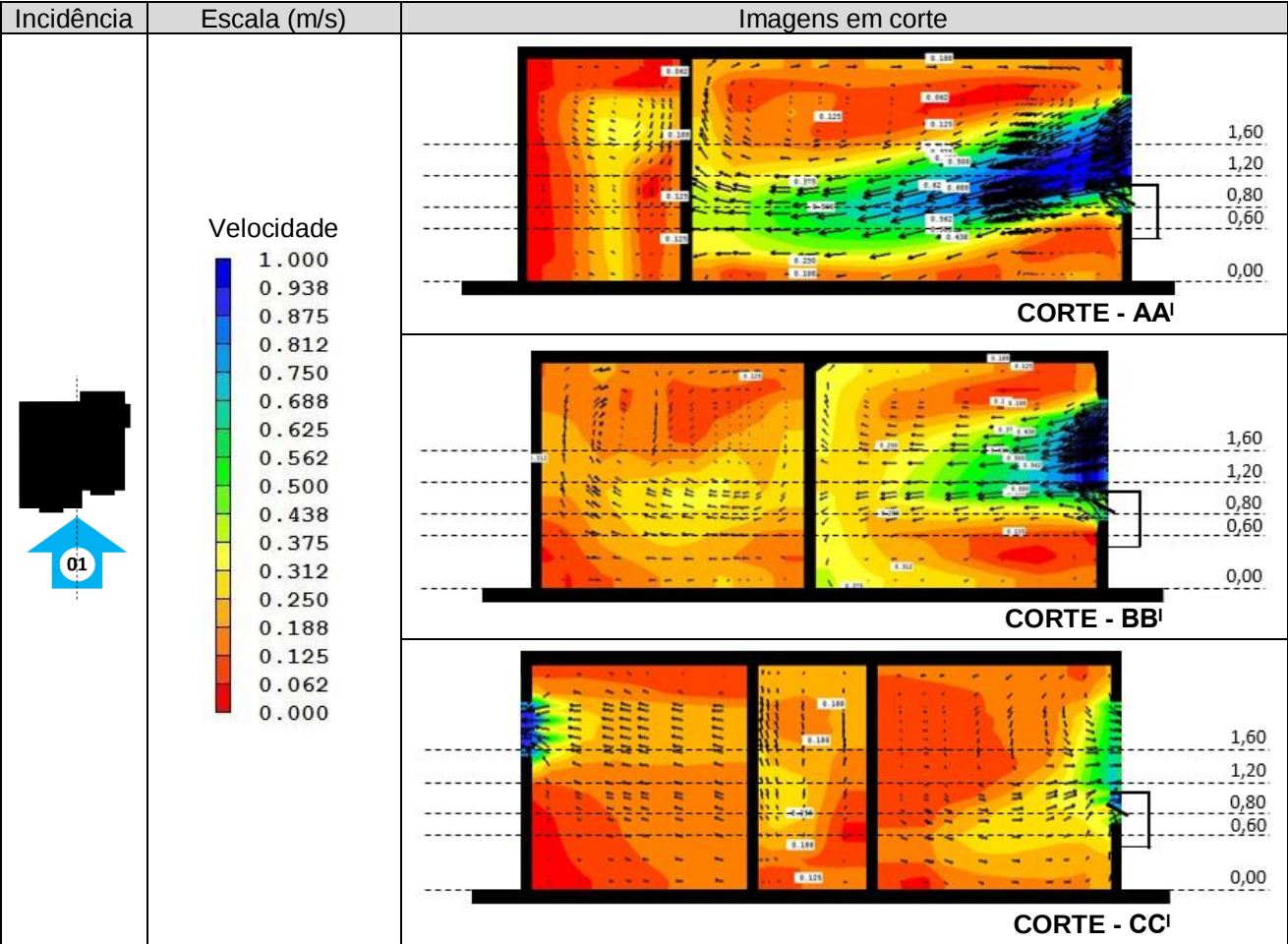
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 99 - JAPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



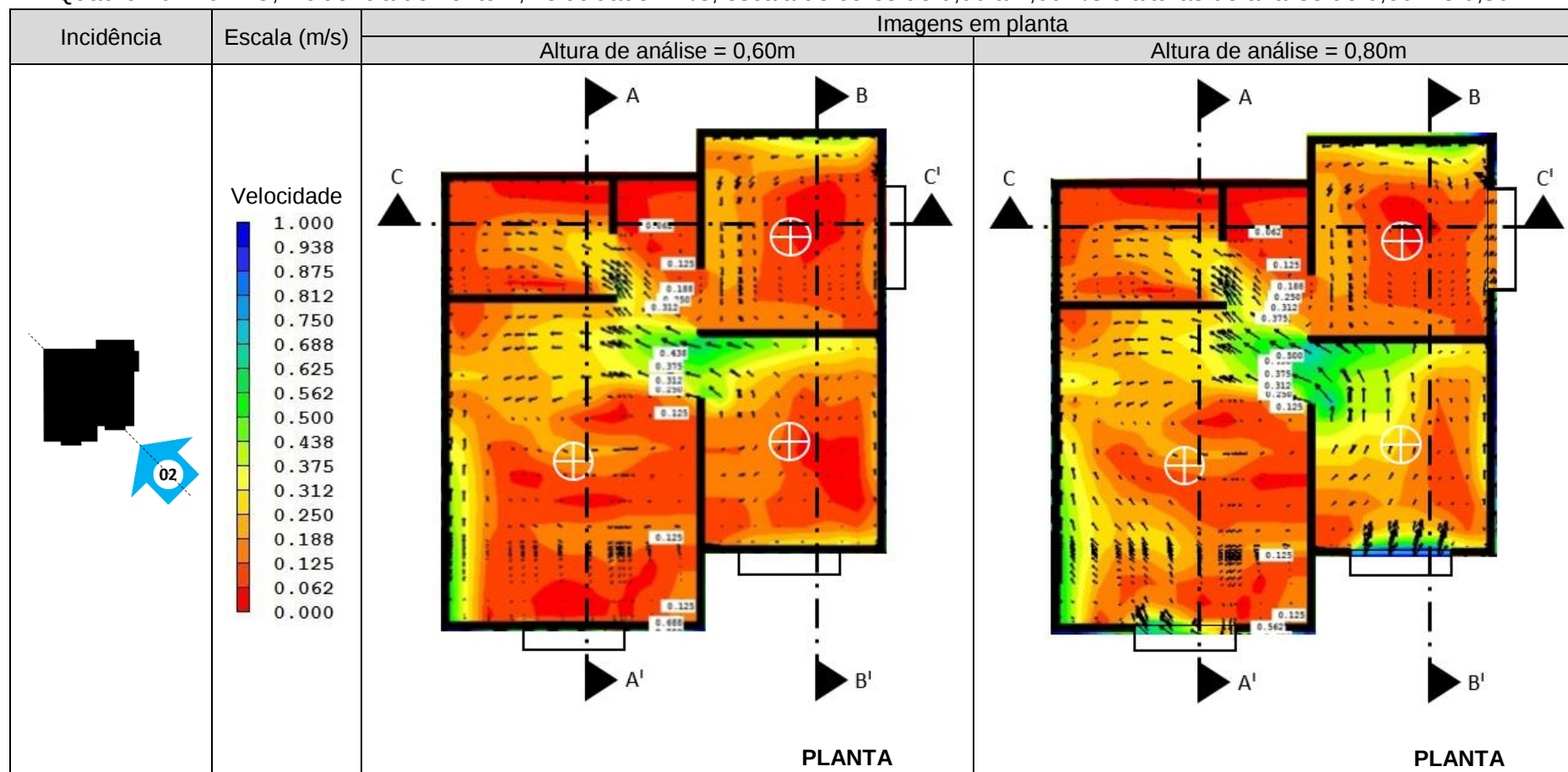
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 100 - Cortes, JAPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



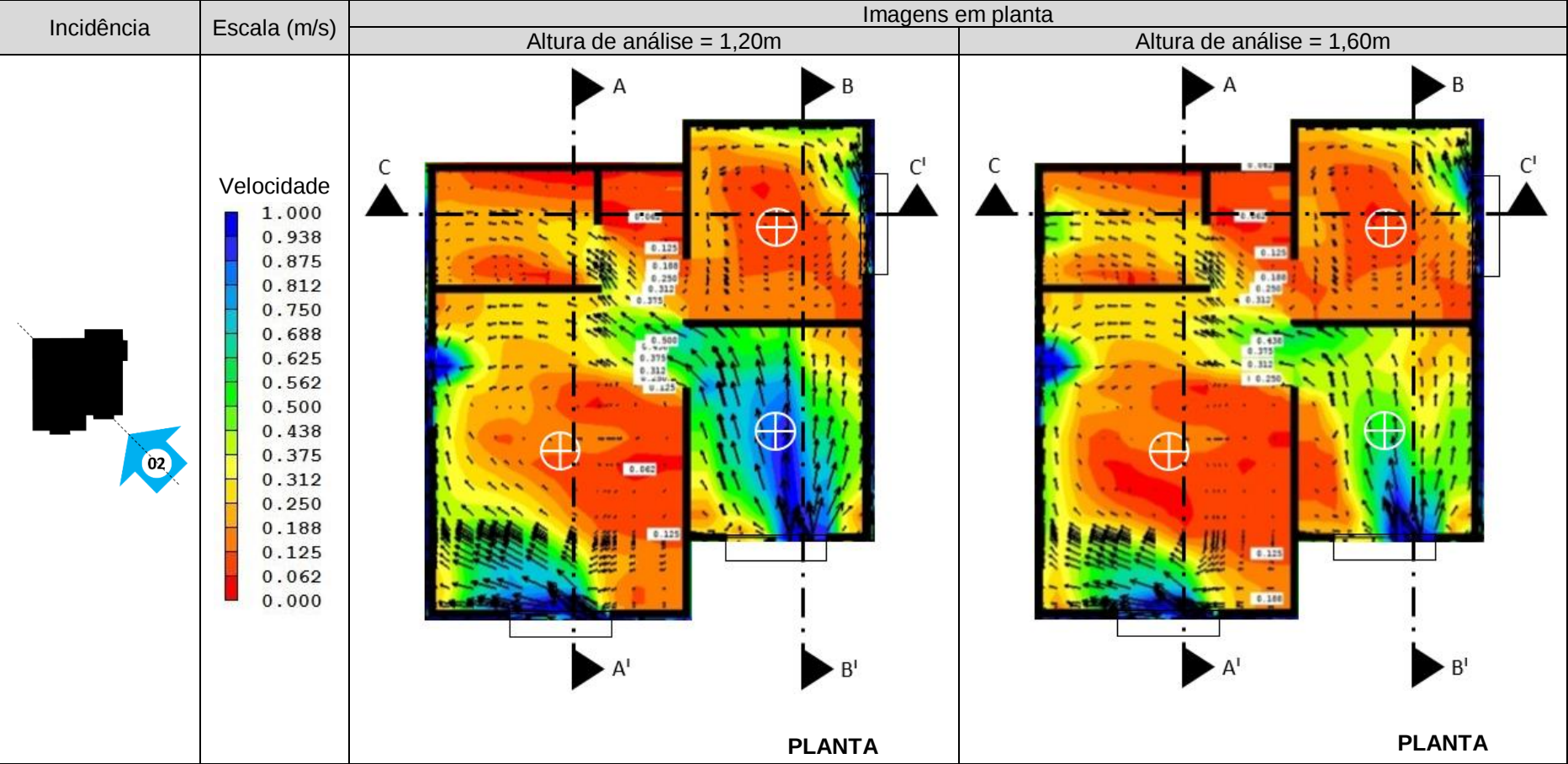
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 101 - JAPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



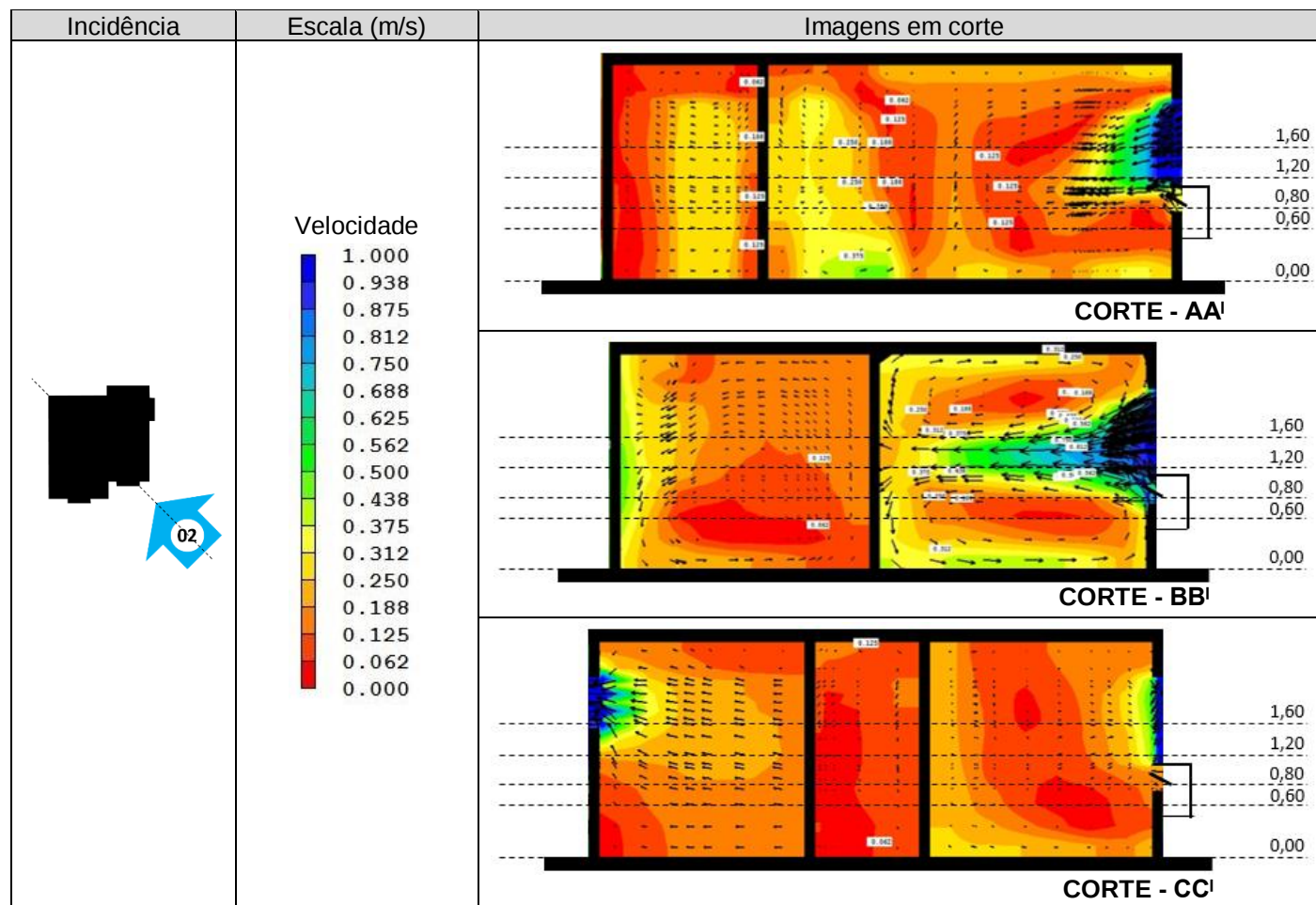
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 102 - JAPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



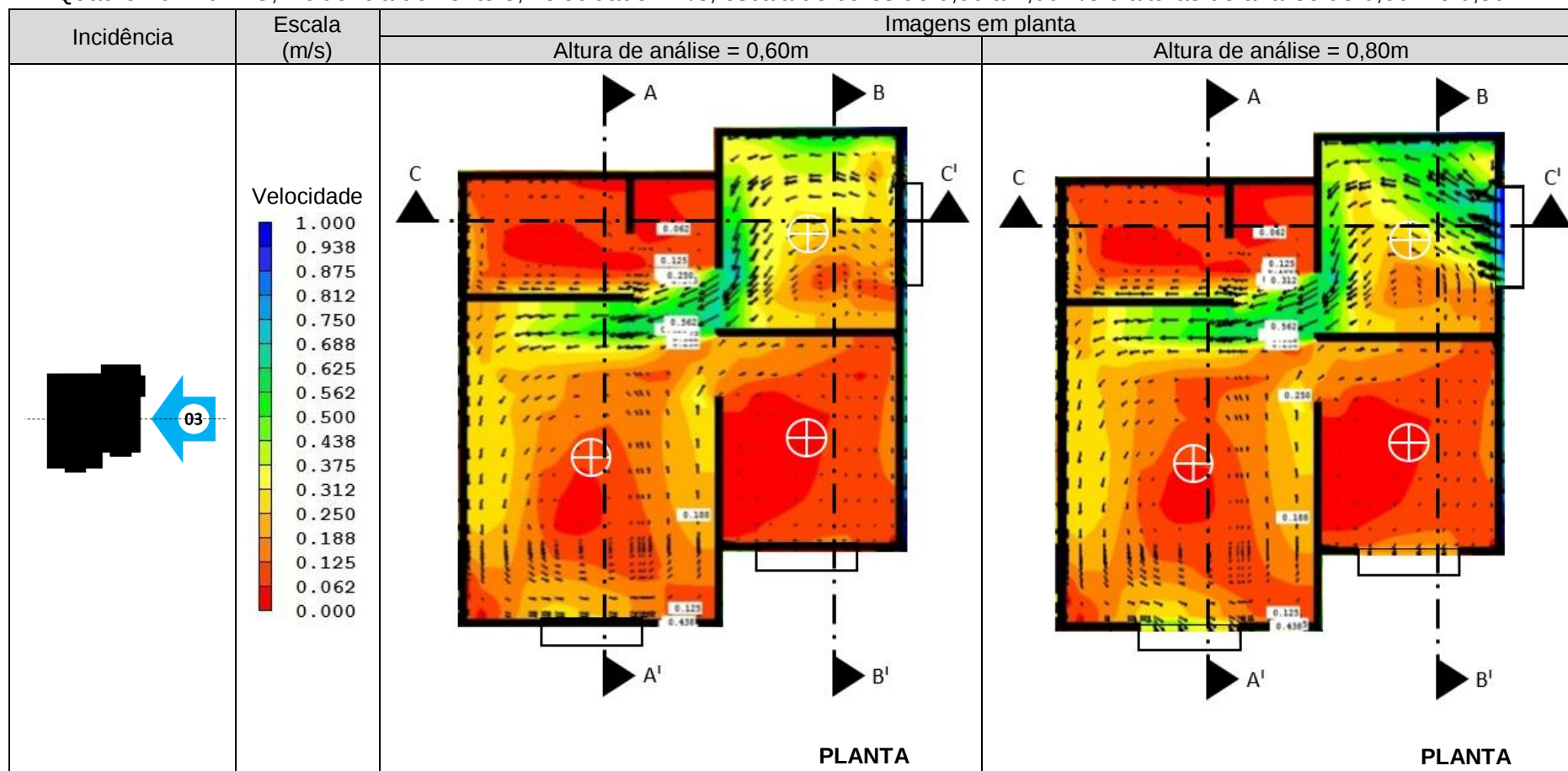
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 103 - Cortes, JAPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



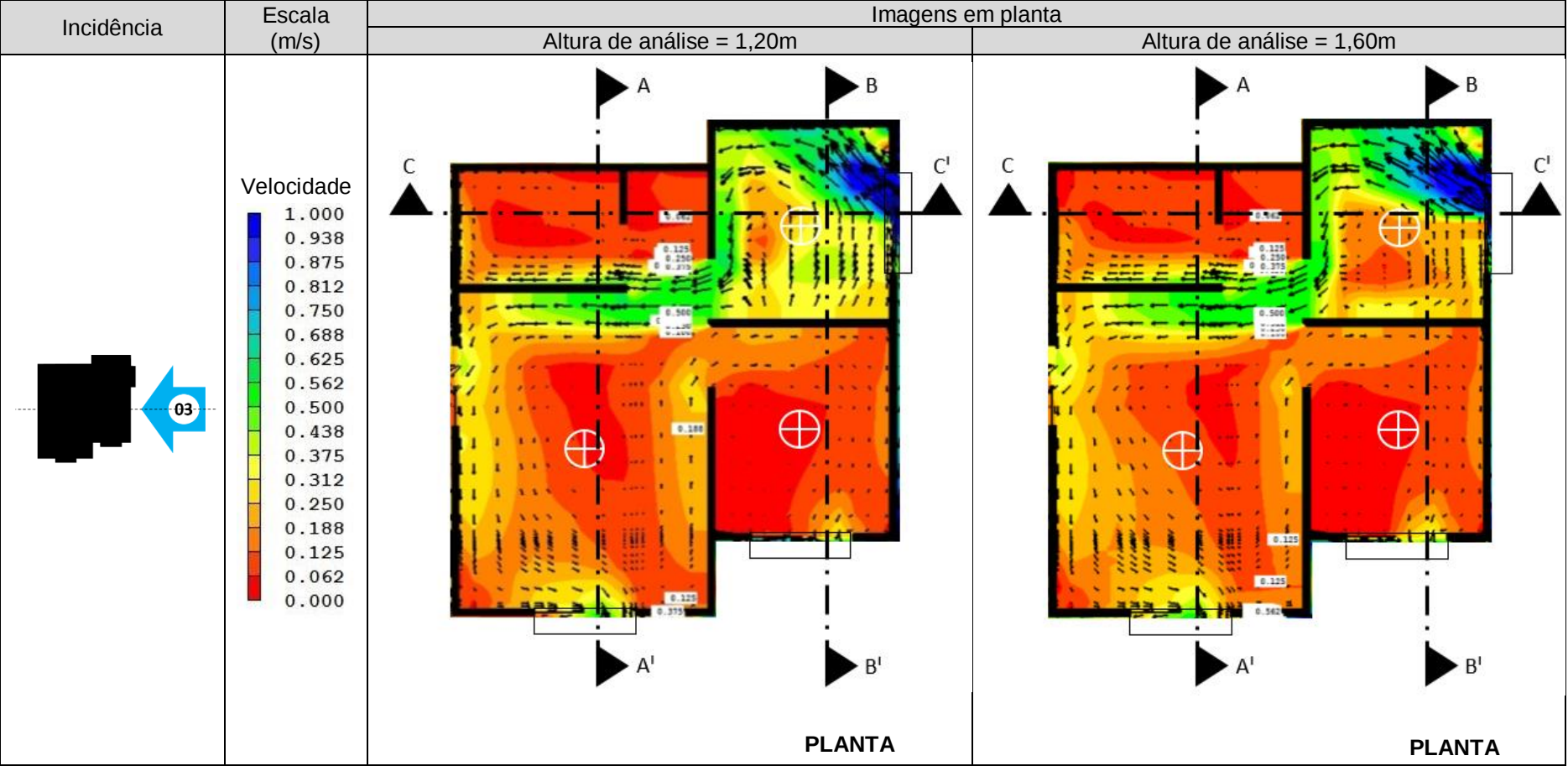
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 104 - JAPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



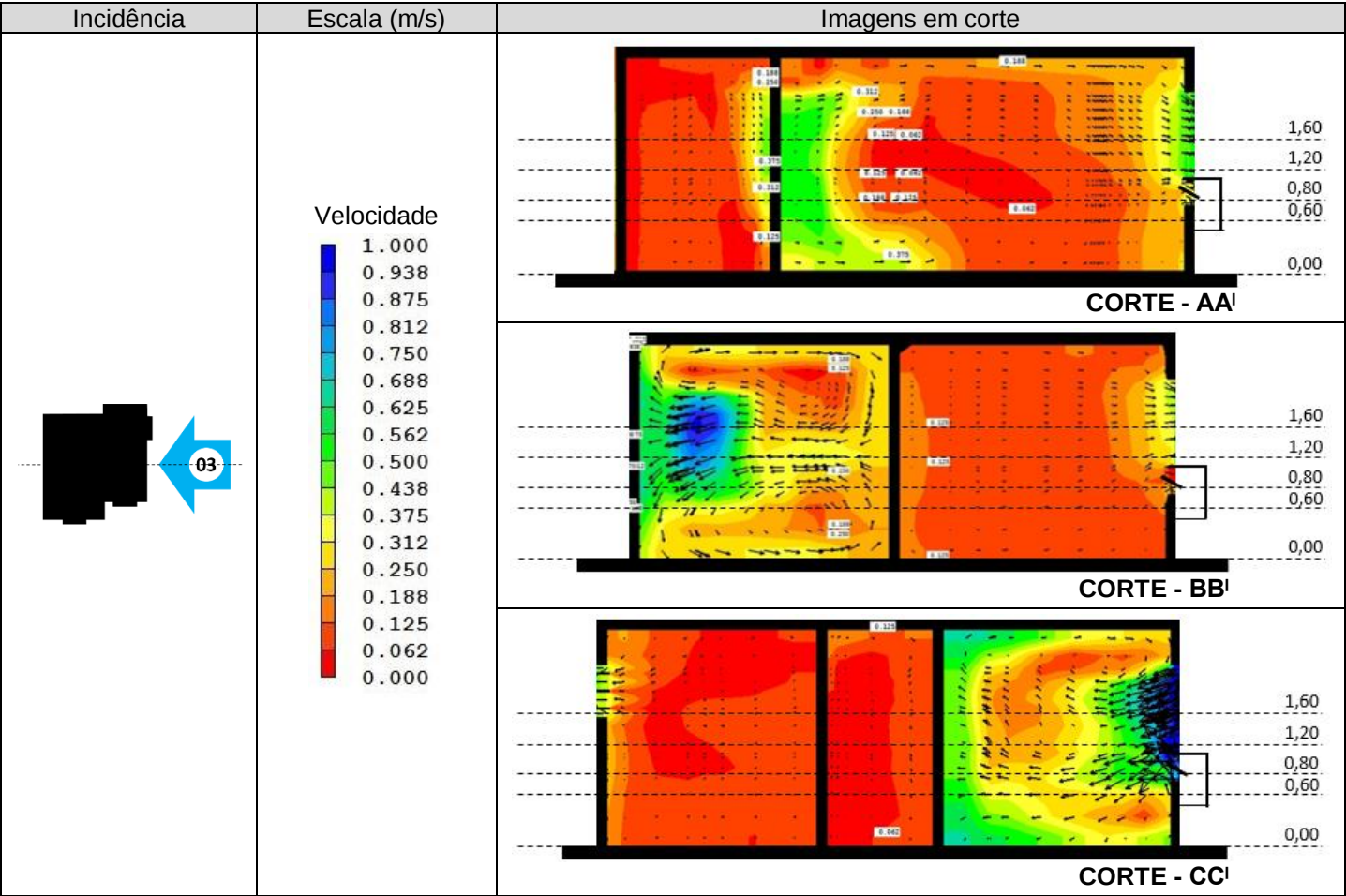
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 105 - JAPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



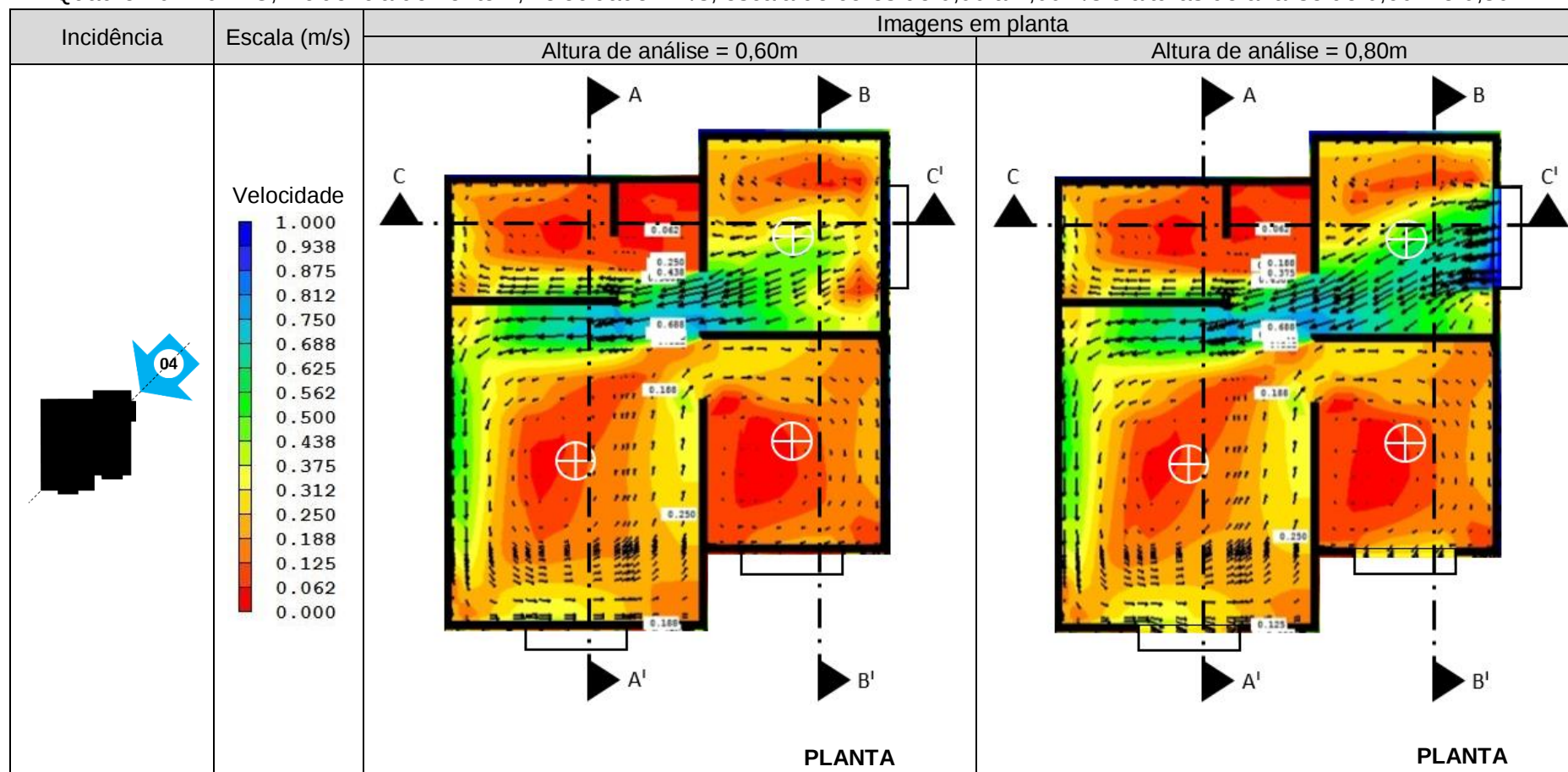
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 106 - Cortes, JAPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



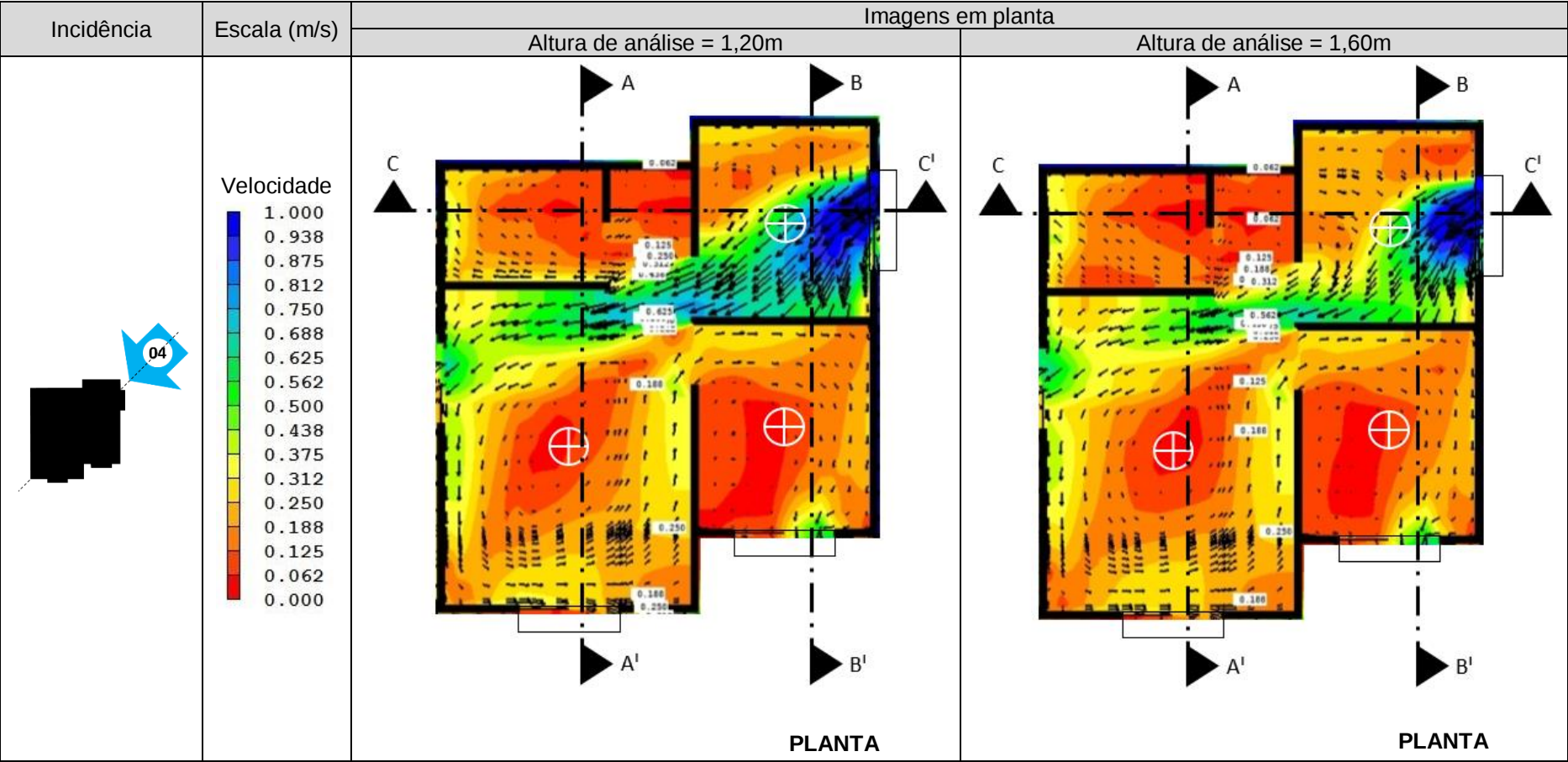
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 107 - JAPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



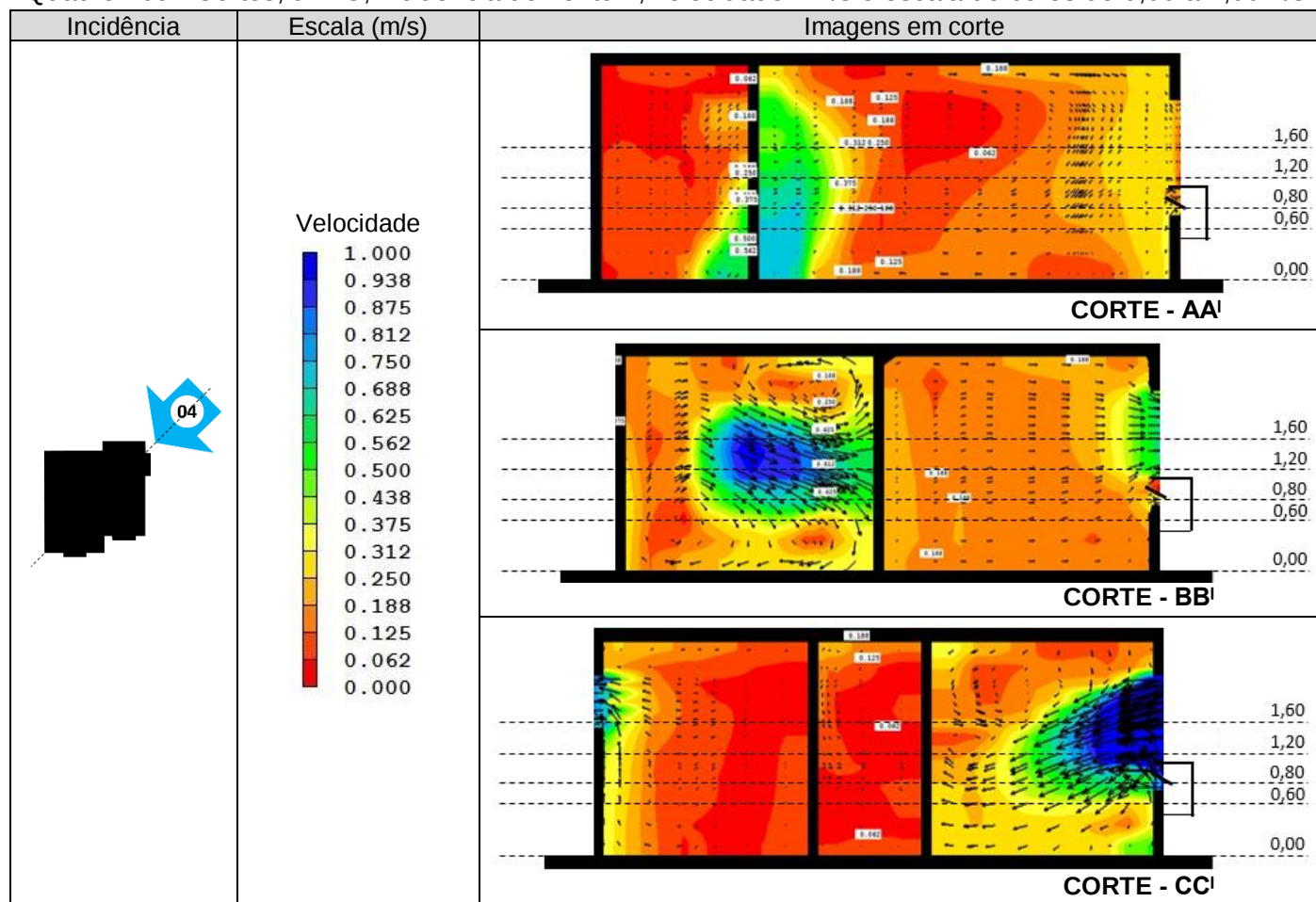
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 108 - JAPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

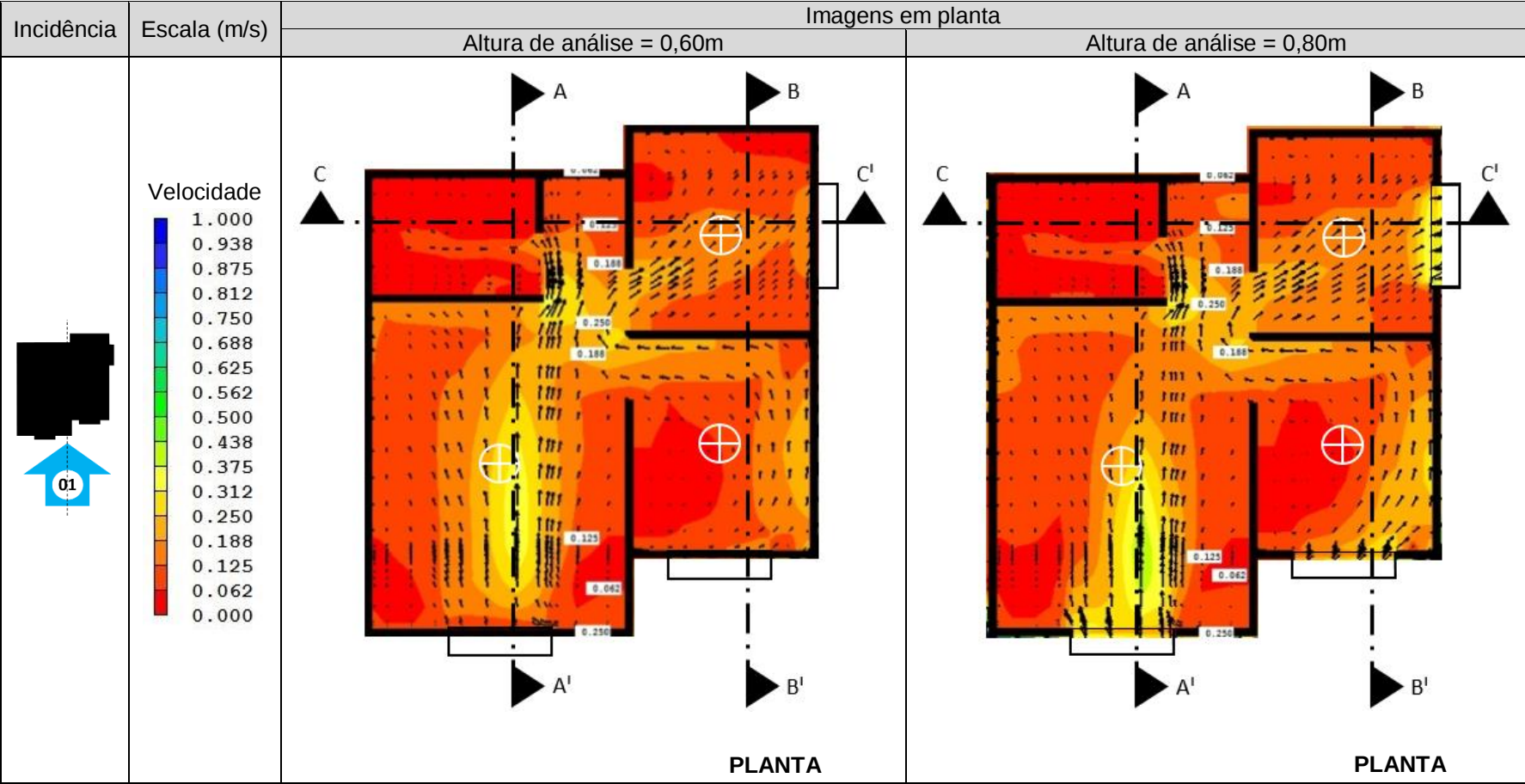
Quadro 109 - Cortes, JAPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

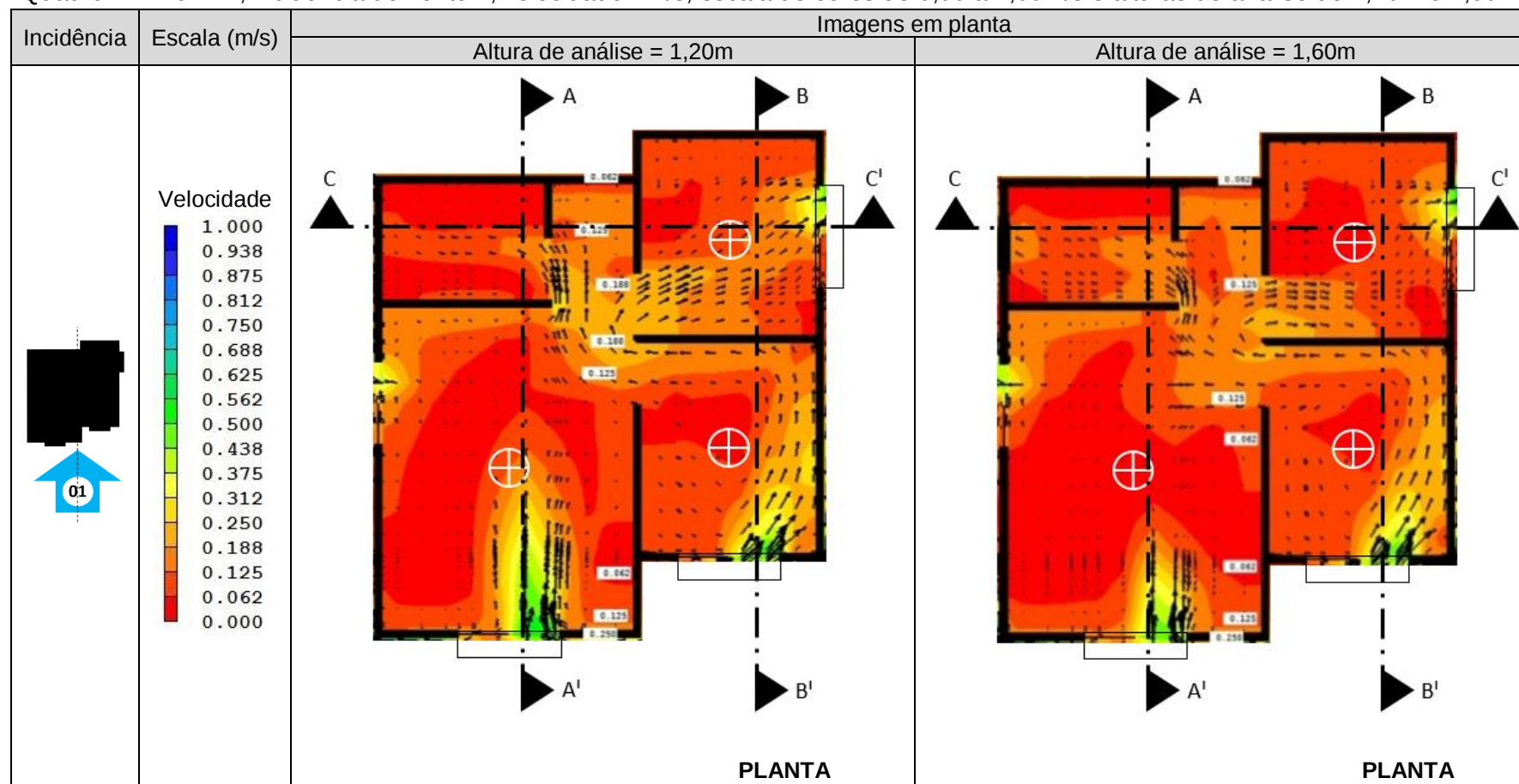
iii. Janelas abertas e fechamento do peitoril ventilado pivotante voltado para baixo com ângulo de 30° - JAPB

Quadro 110 - JAPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



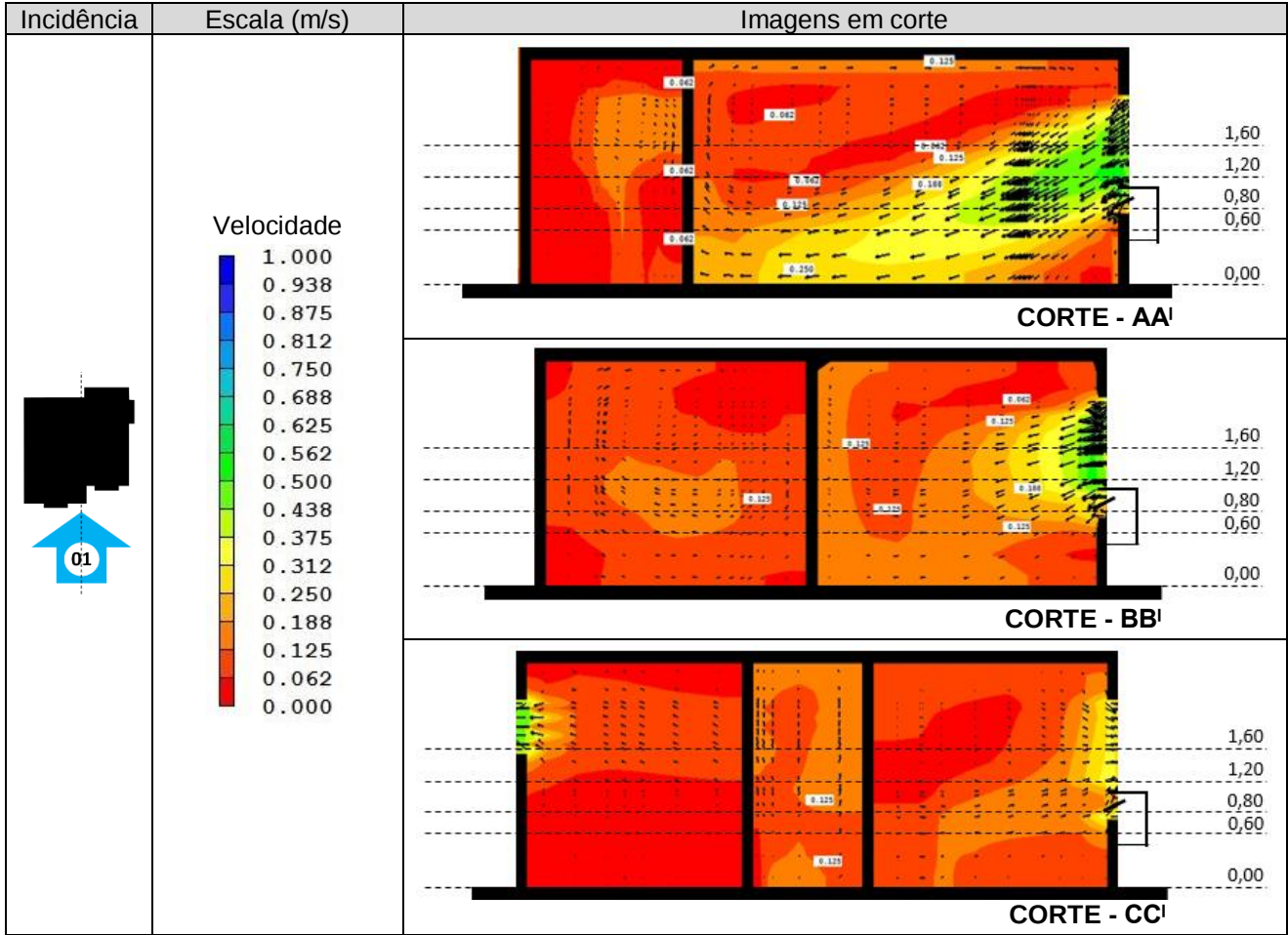
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 111 - JAPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



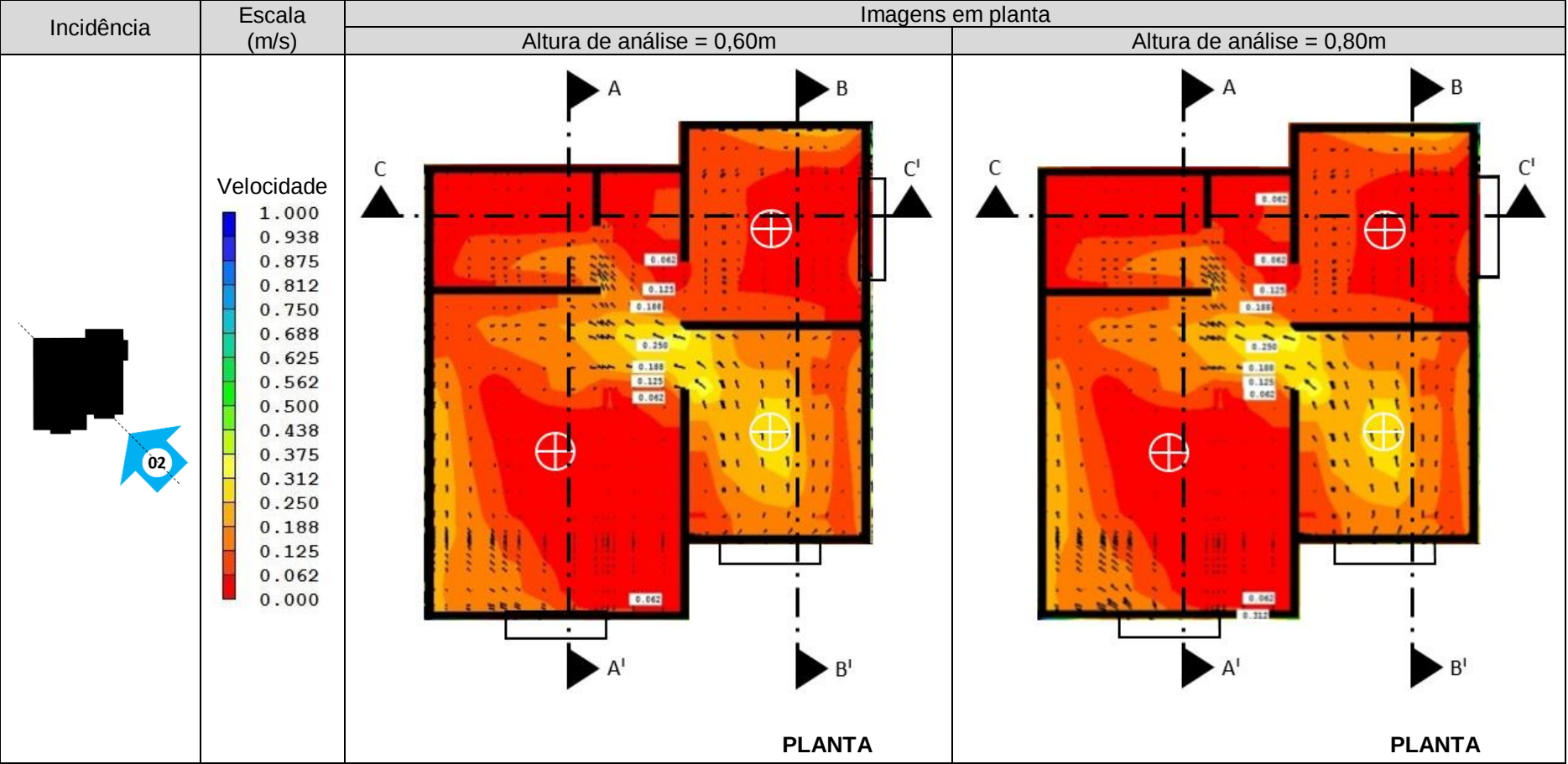
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 112 - Cortes, JAPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



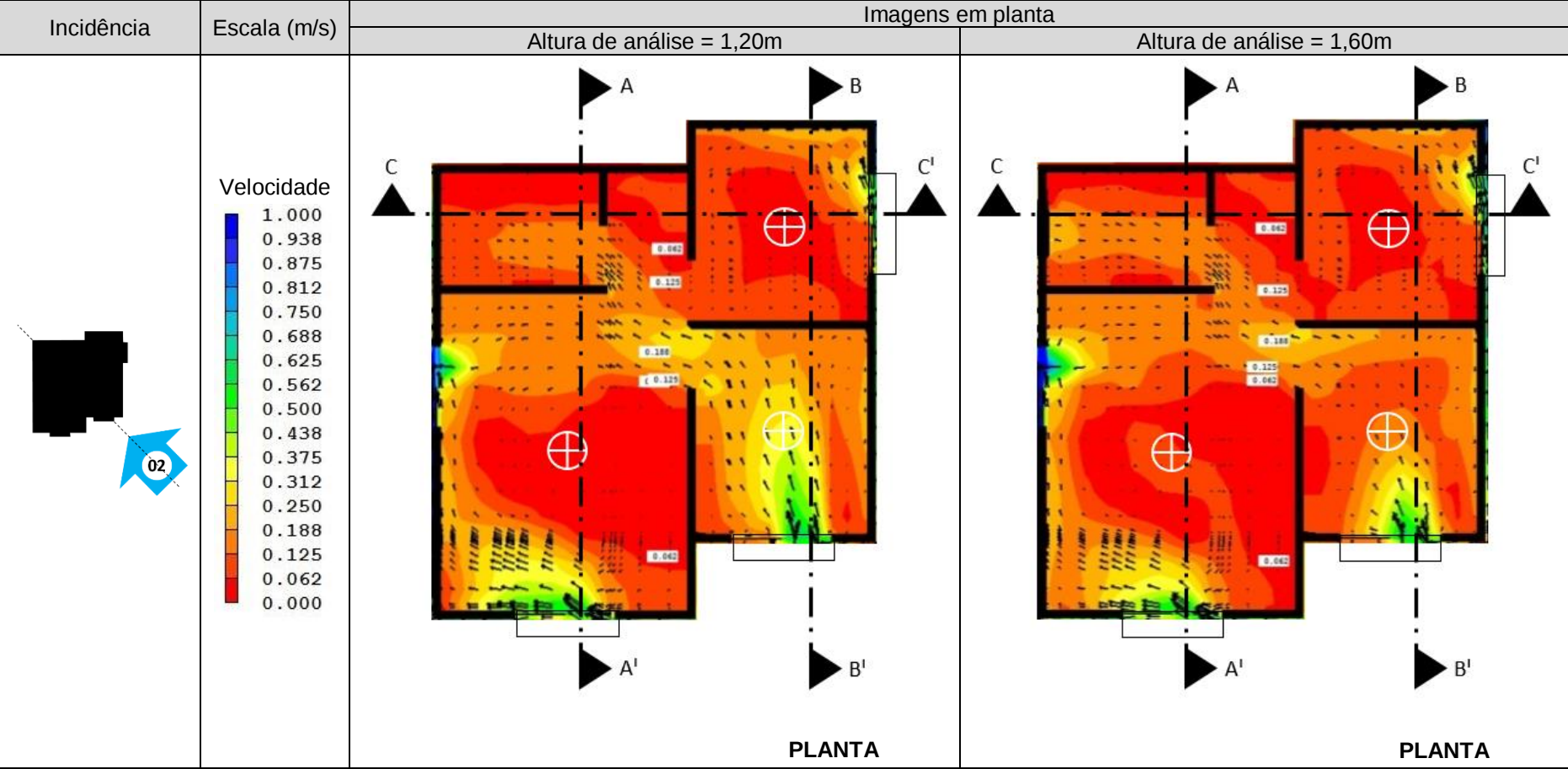
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 113 - JAPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



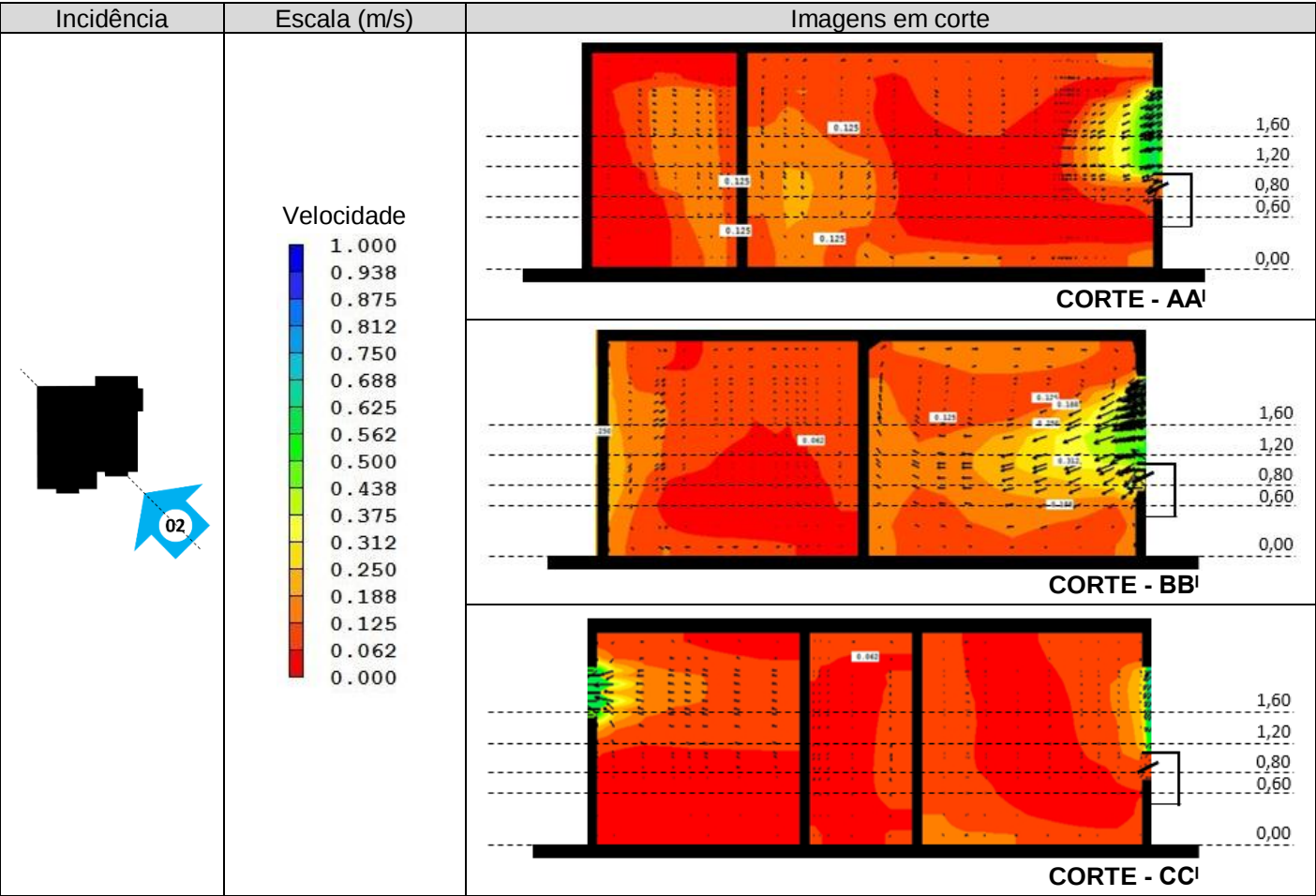
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 114 - JAPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



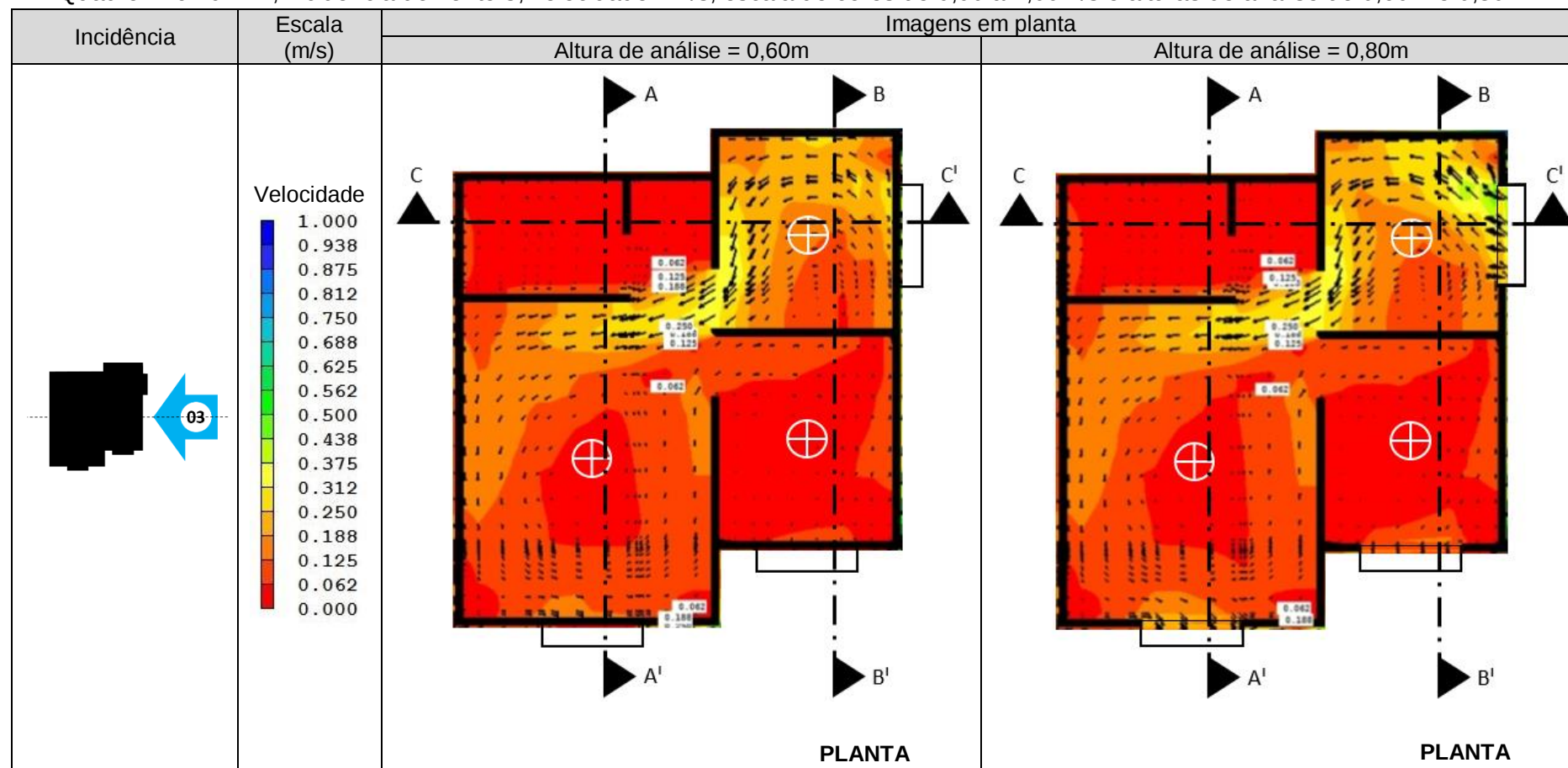
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 115 - Cortes, JAPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



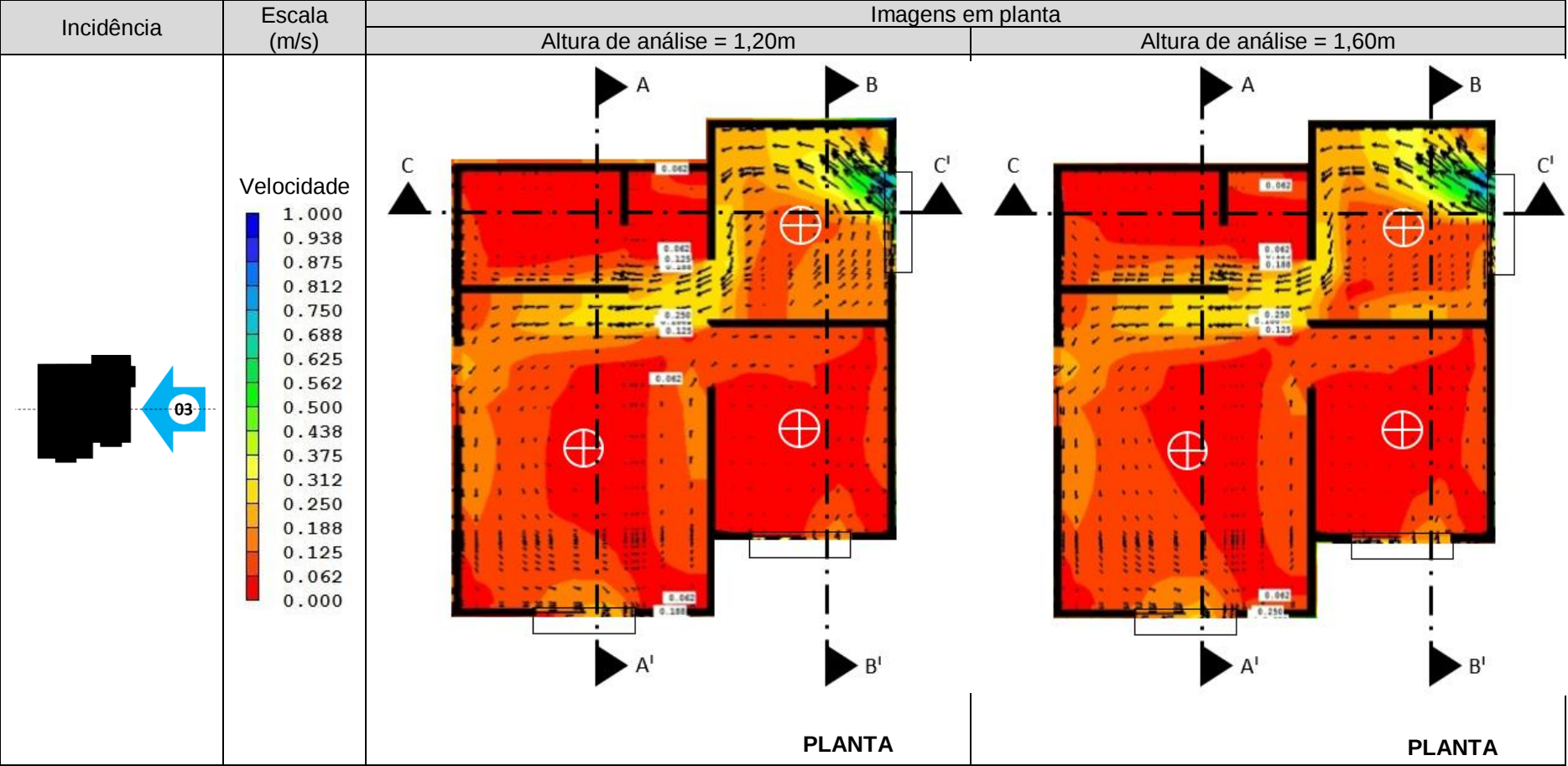
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 116 - JAPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



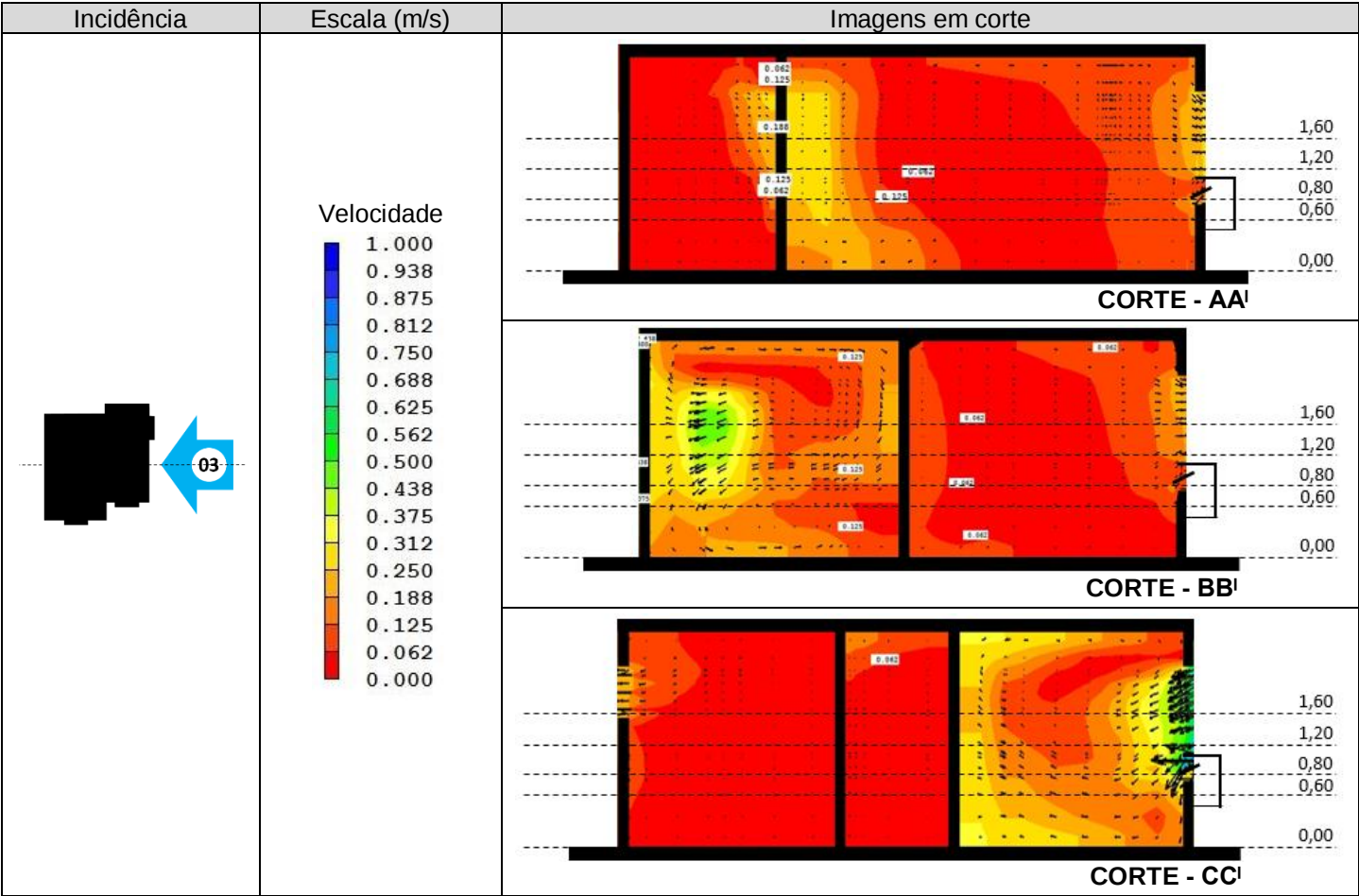
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 117 - JAPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



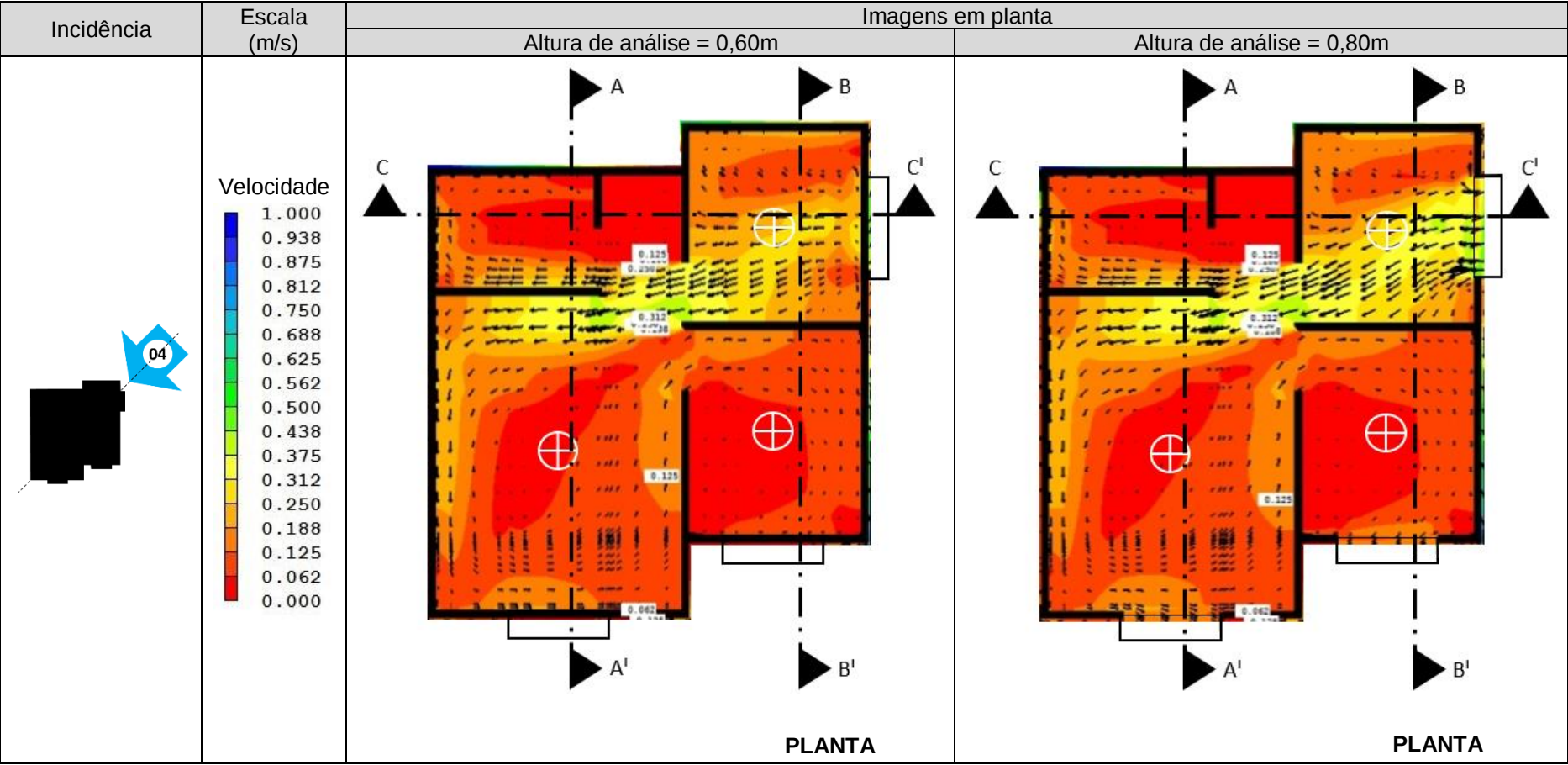
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 118 - Cortes, JAPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



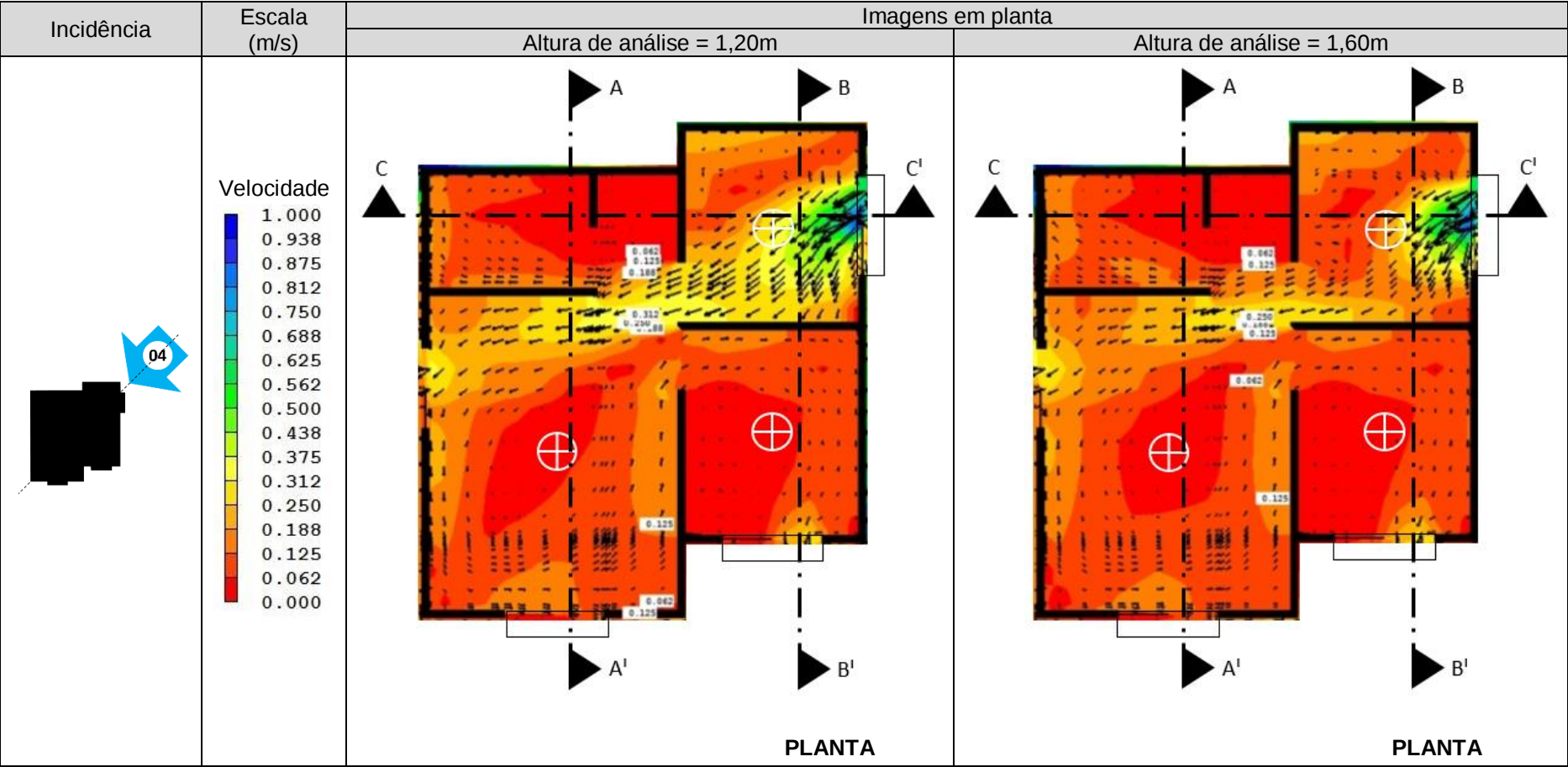
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 119 - JAPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



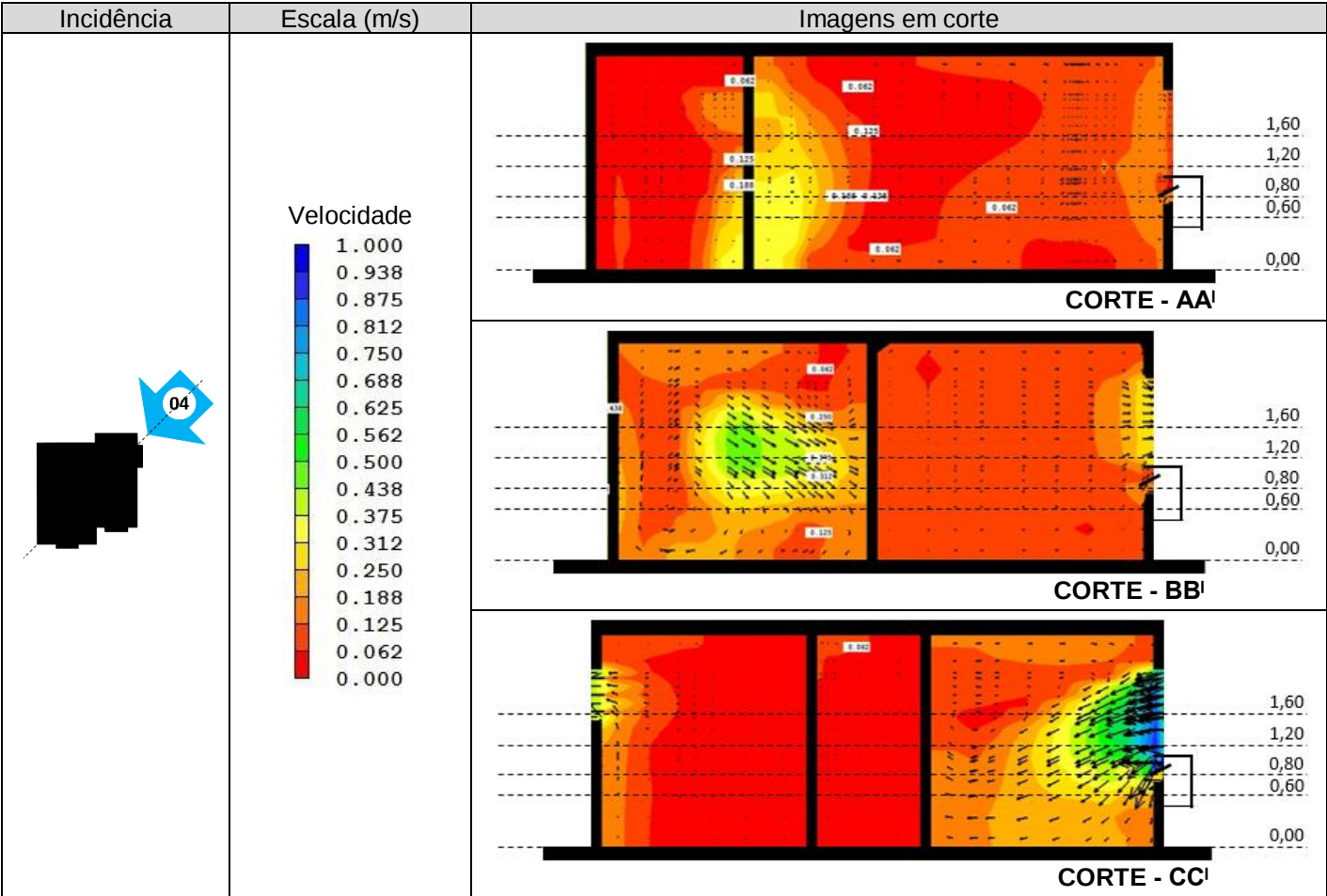
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 120 - JAPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



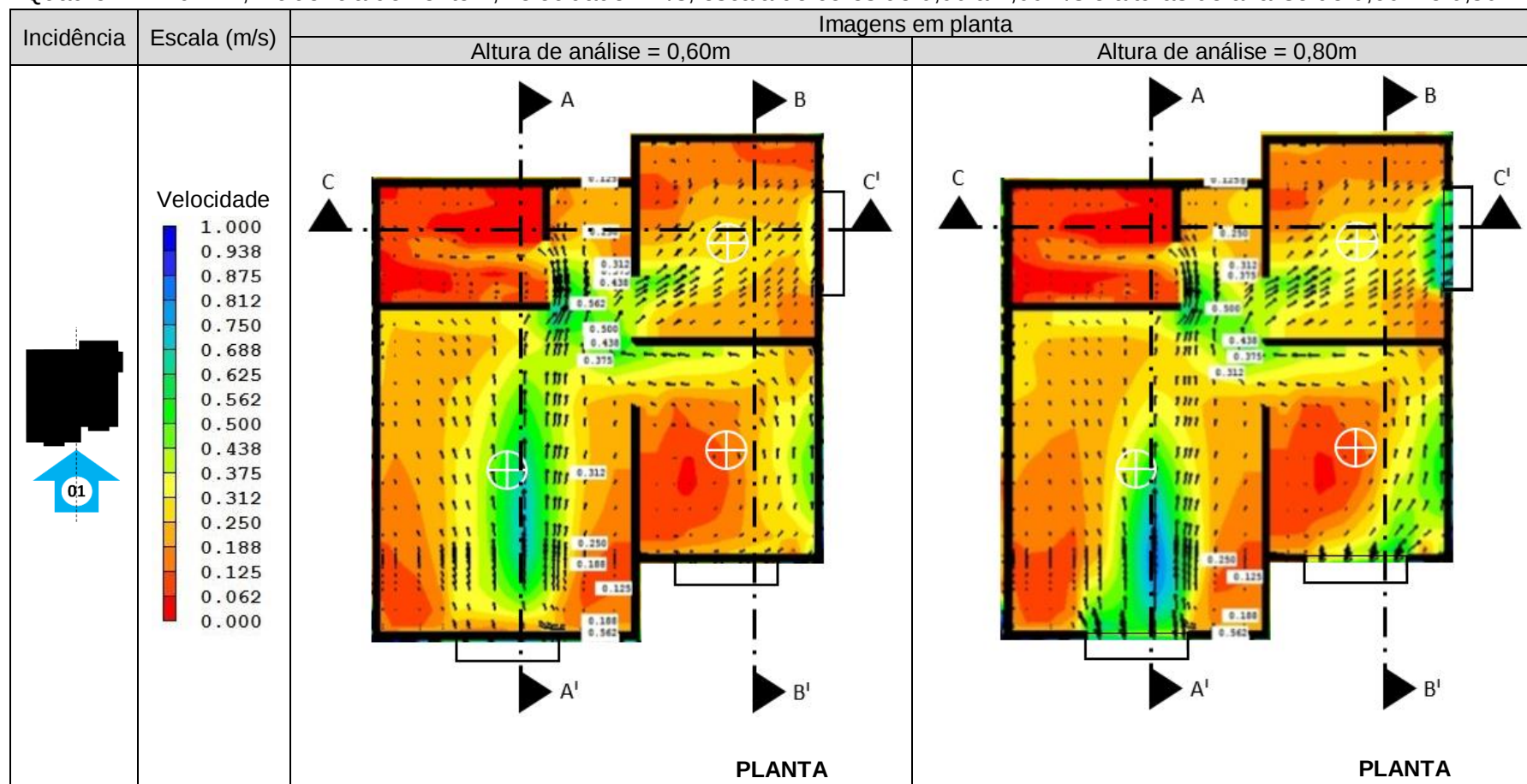
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 121 - Cortes, JAPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



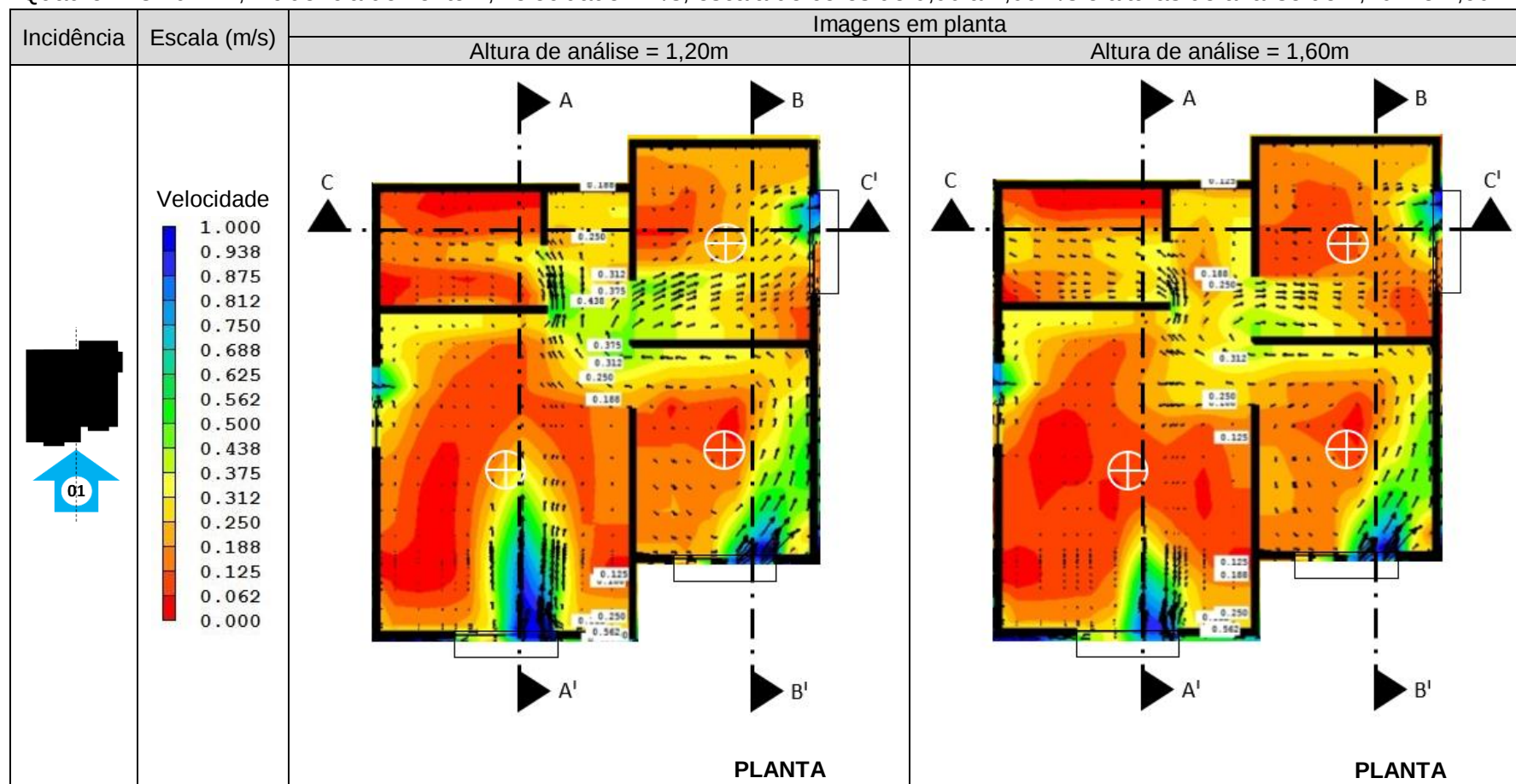
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 122 - JAPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



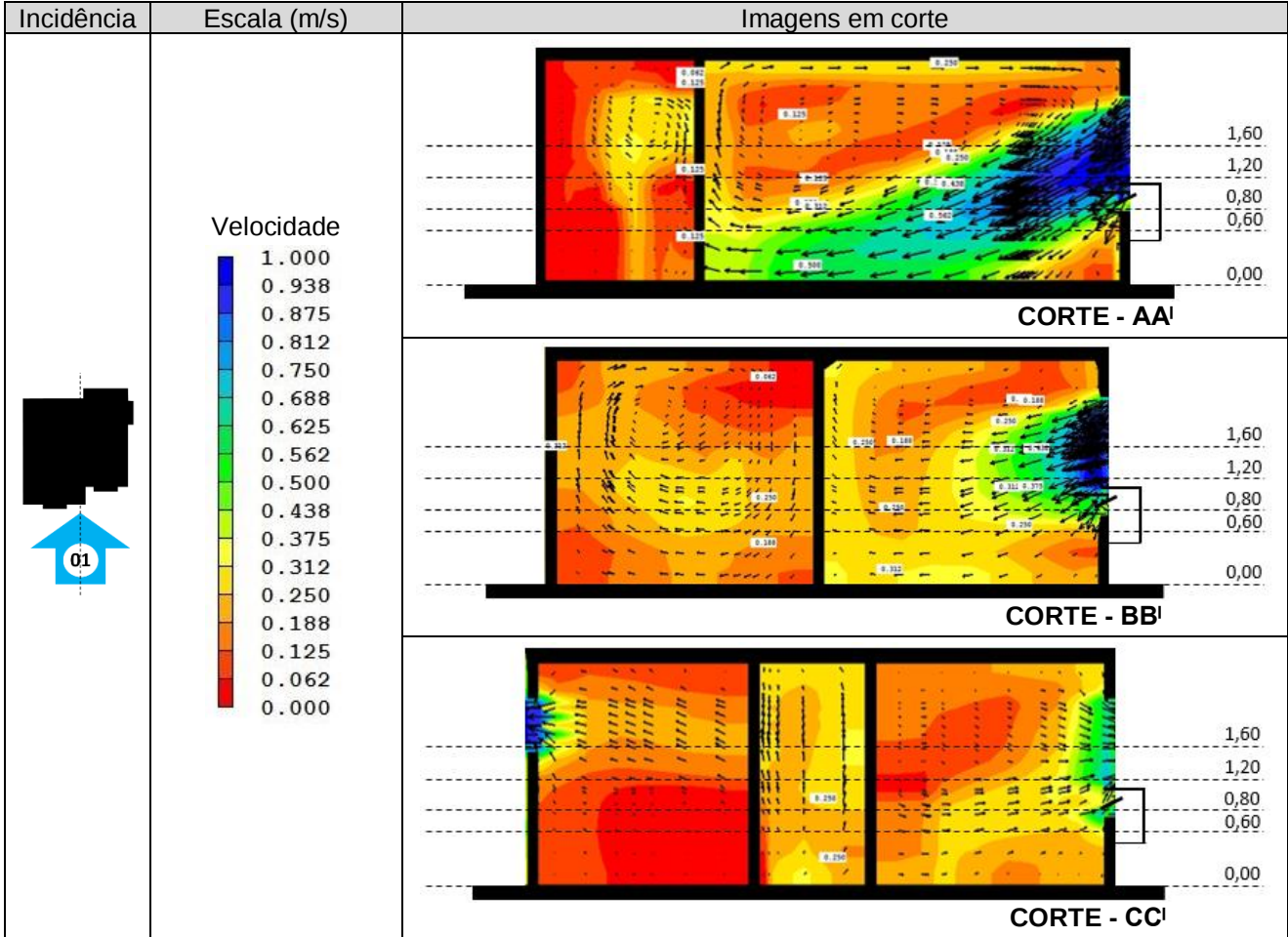
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 123 - JAPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



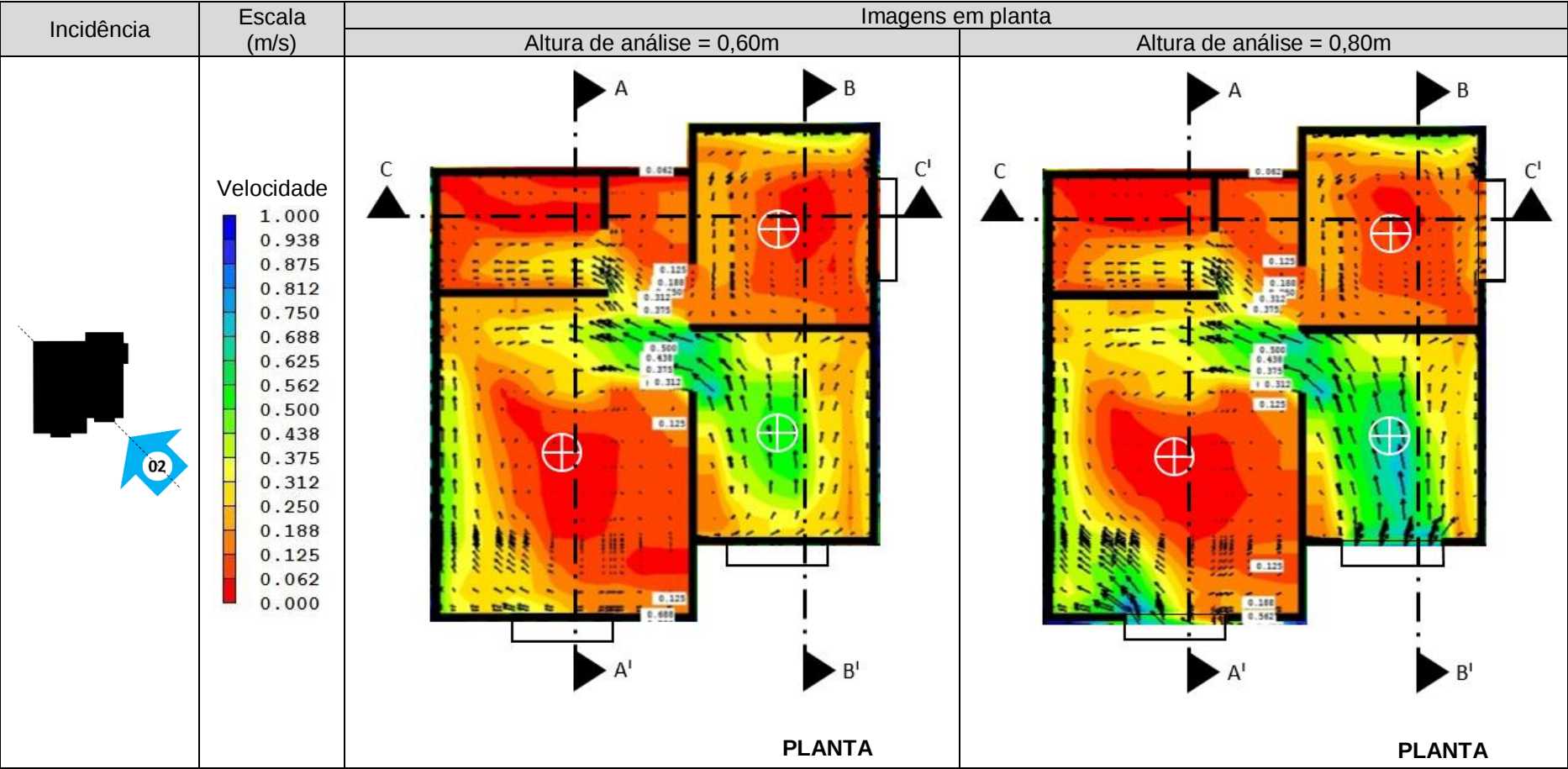
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 124 - Cortes, JAPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



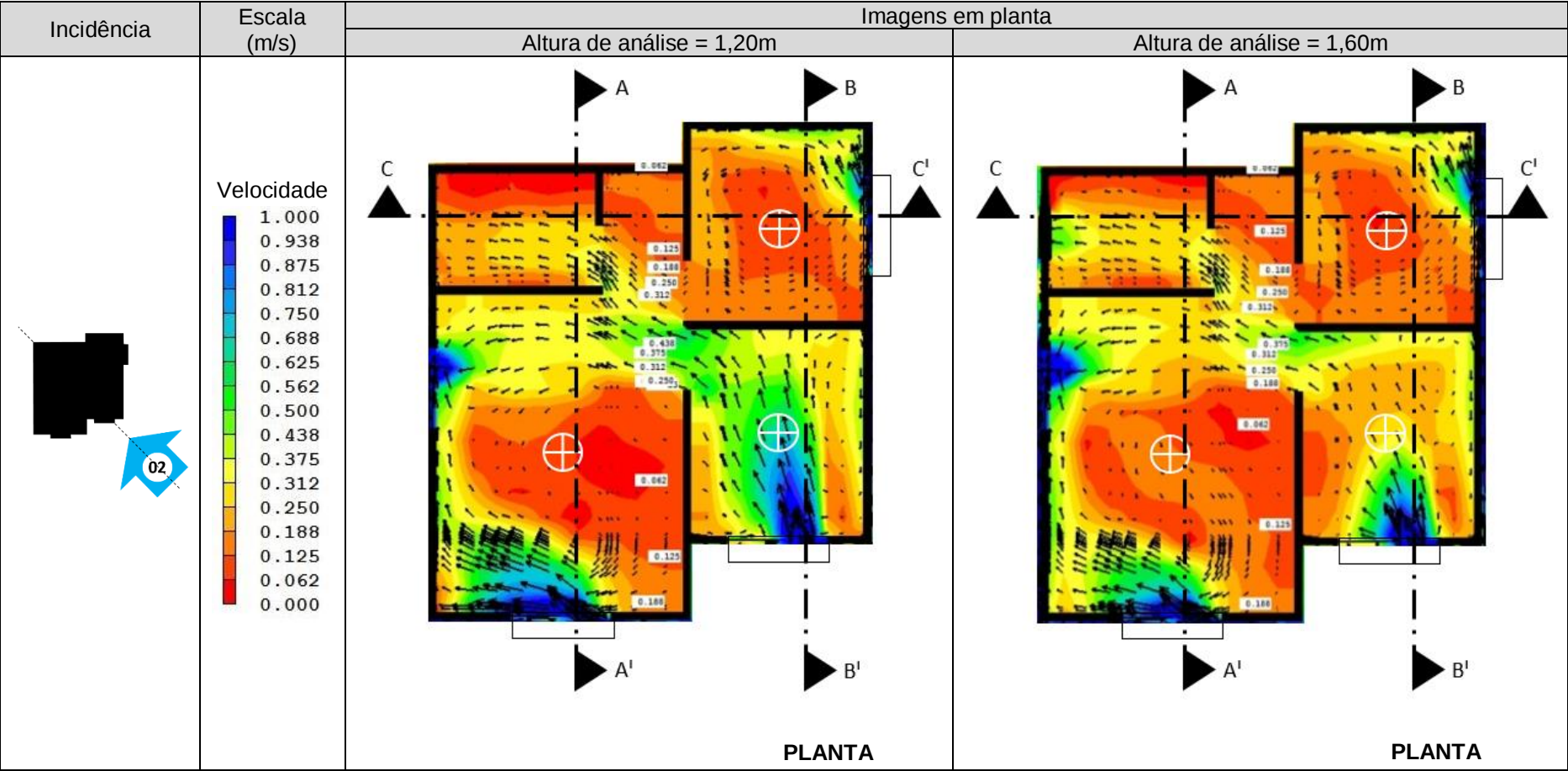
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 125 - JAPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



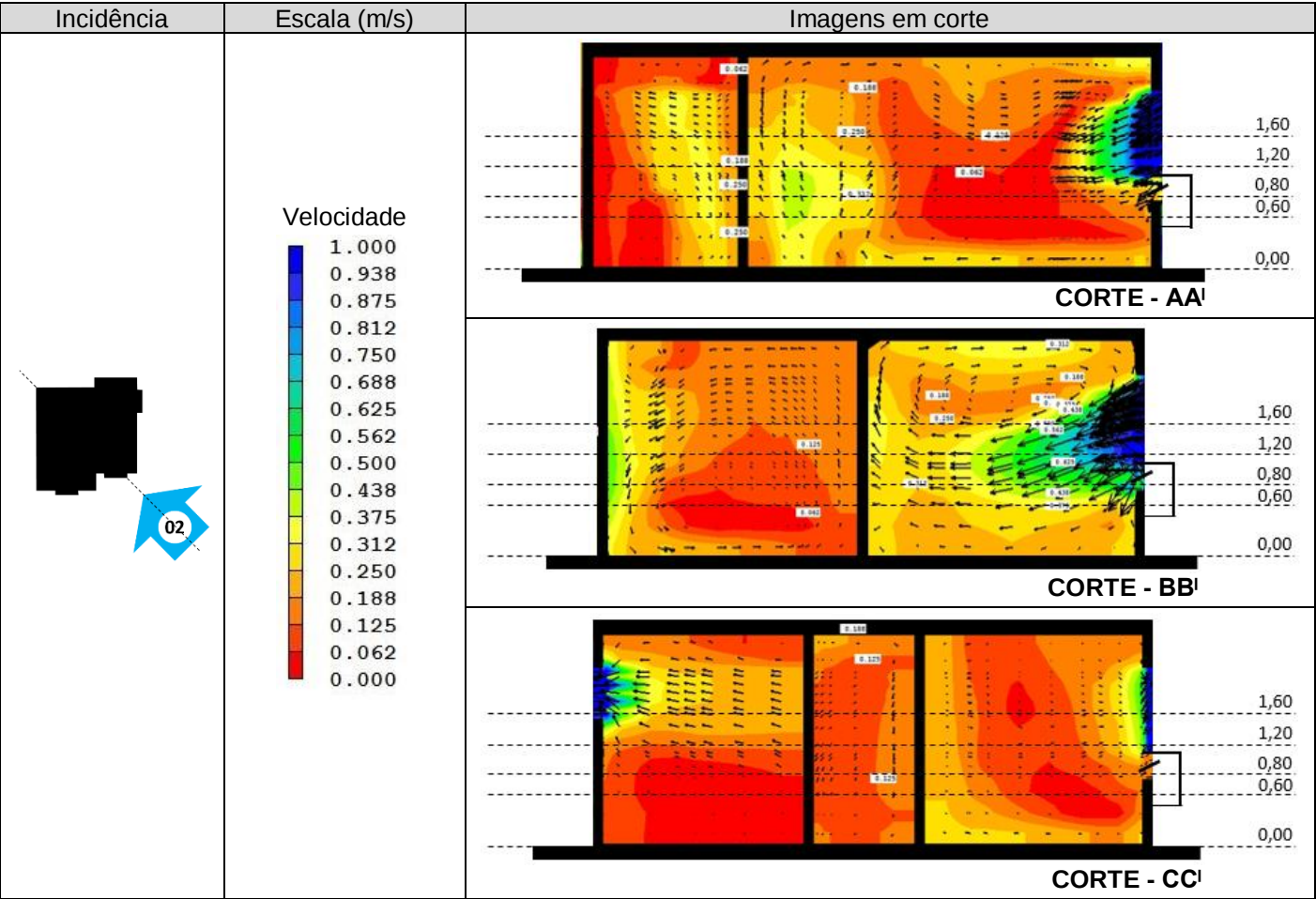
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 126 - JAPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



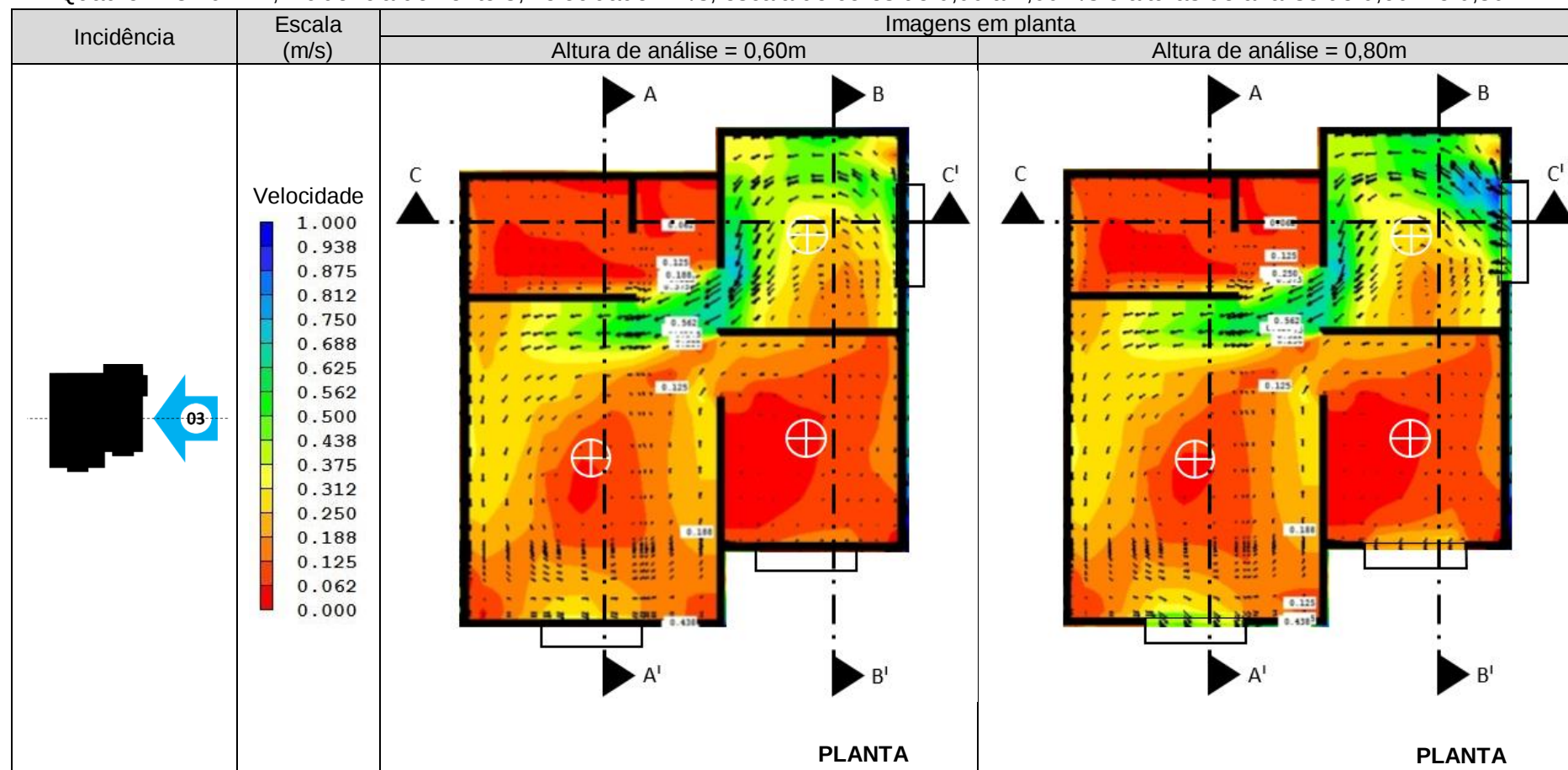
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 127 - Cortes, JAPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



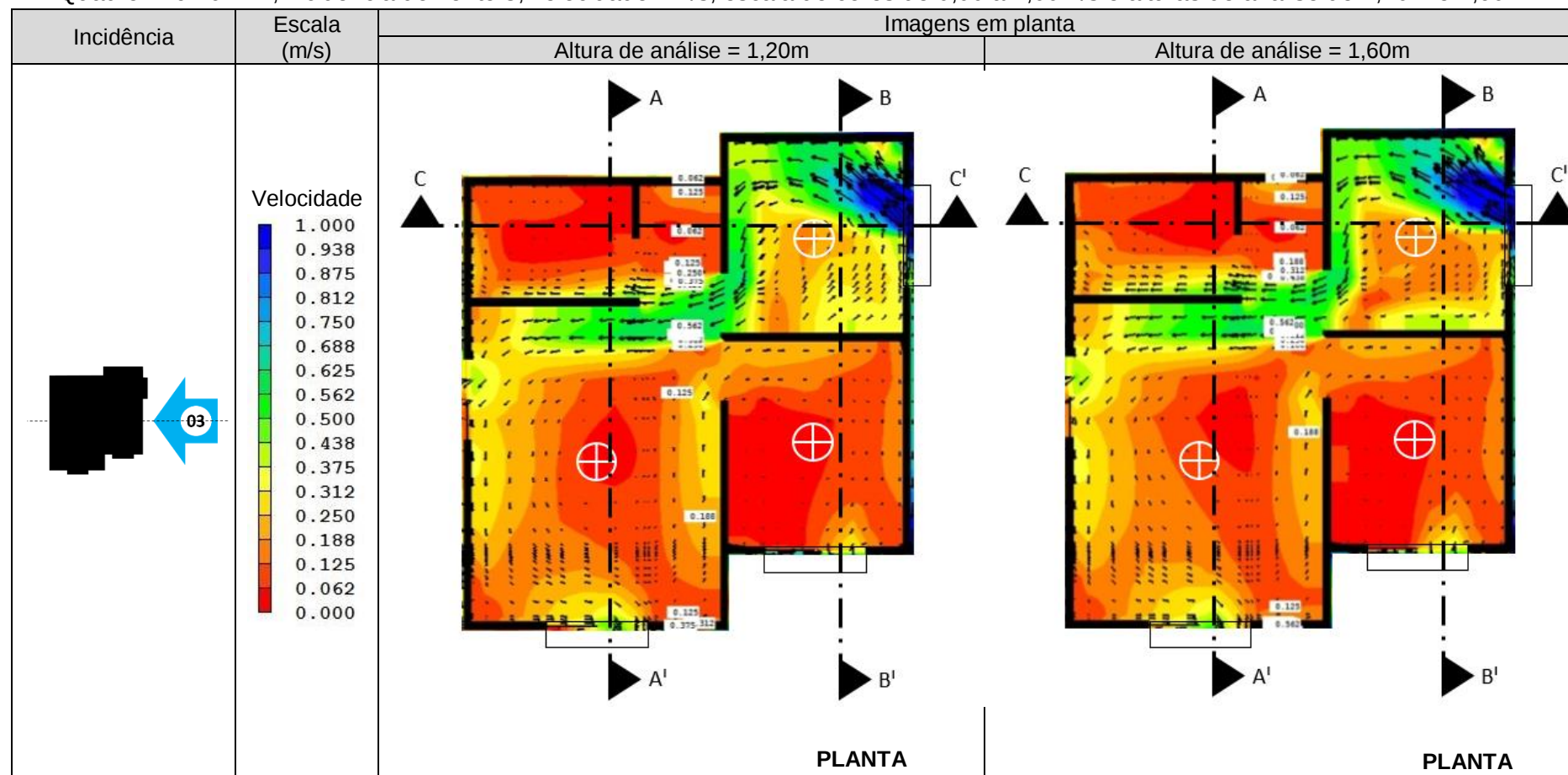
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 128 - JAPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



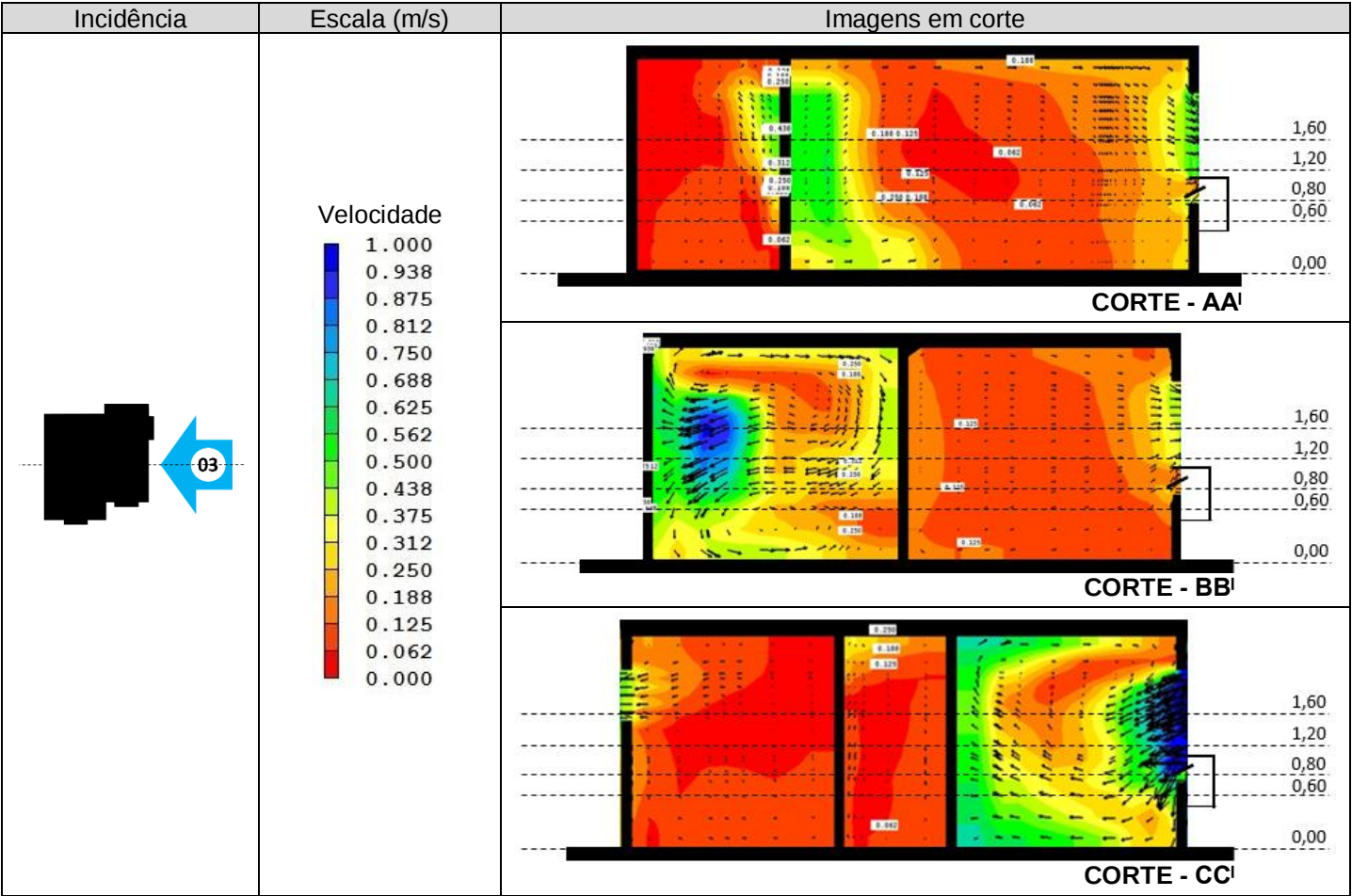
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 129 - JAPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



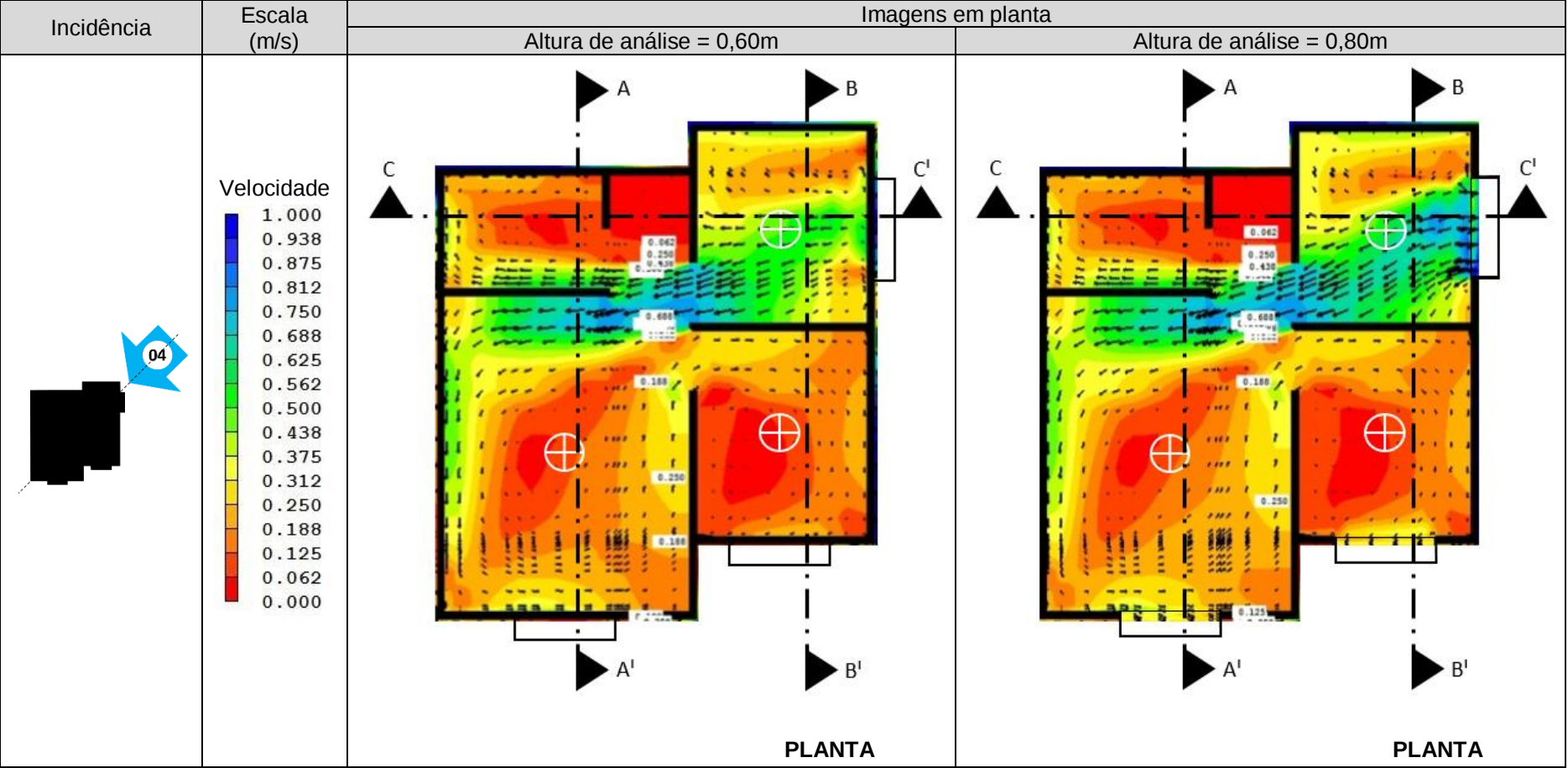
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 130 - Cortes, JAPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



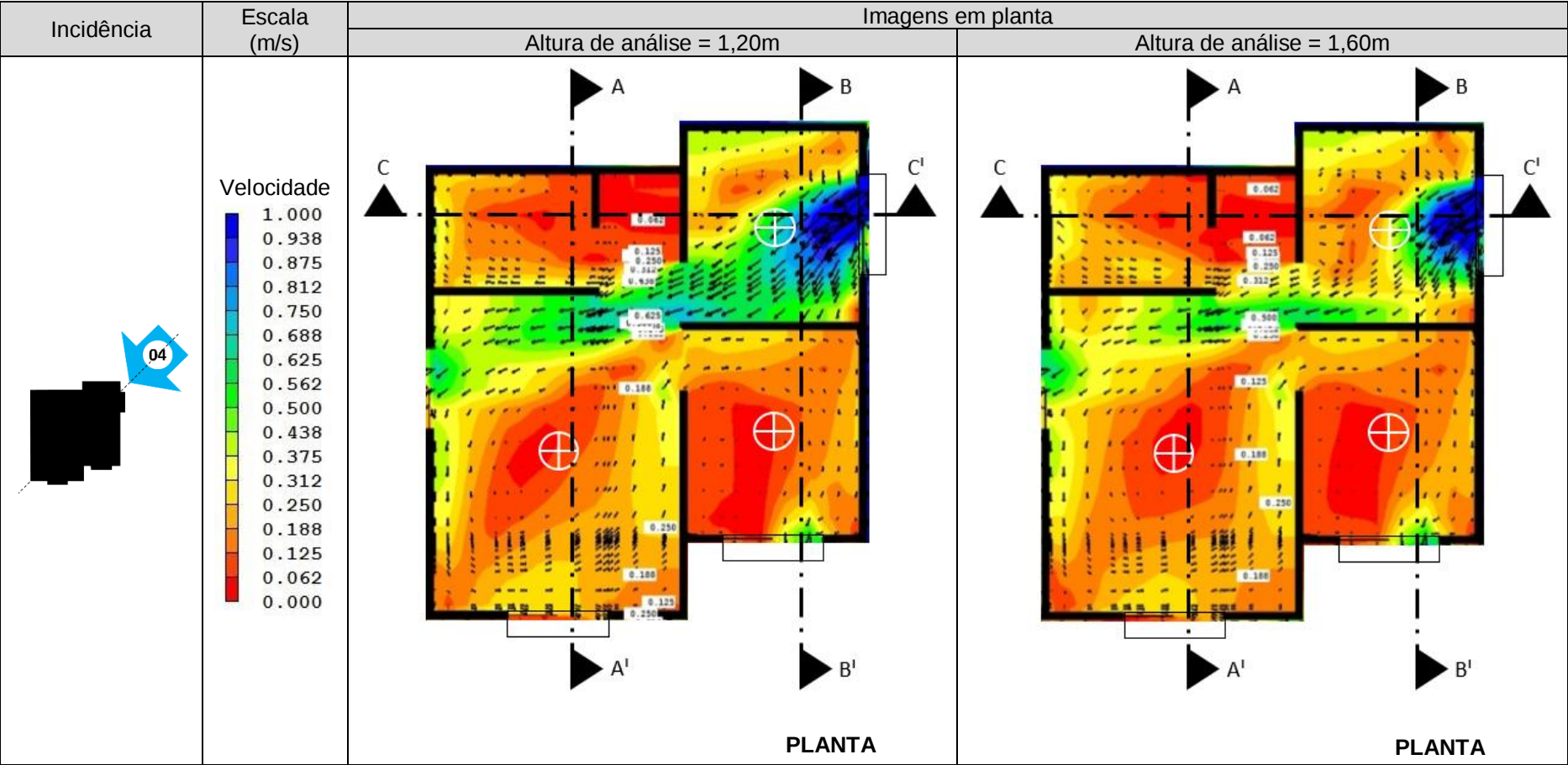
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 131 - JAPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



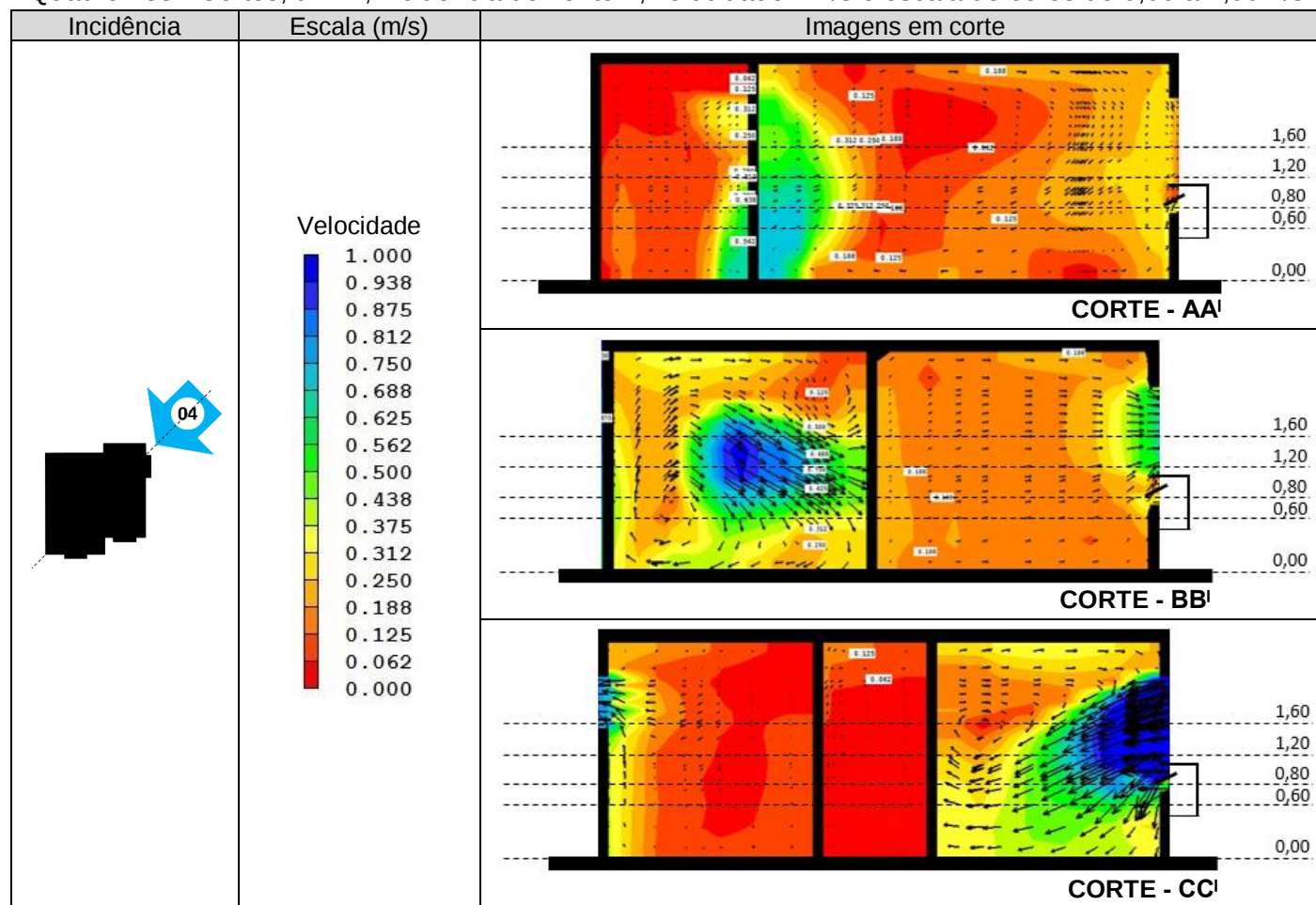
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 132 - JAPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

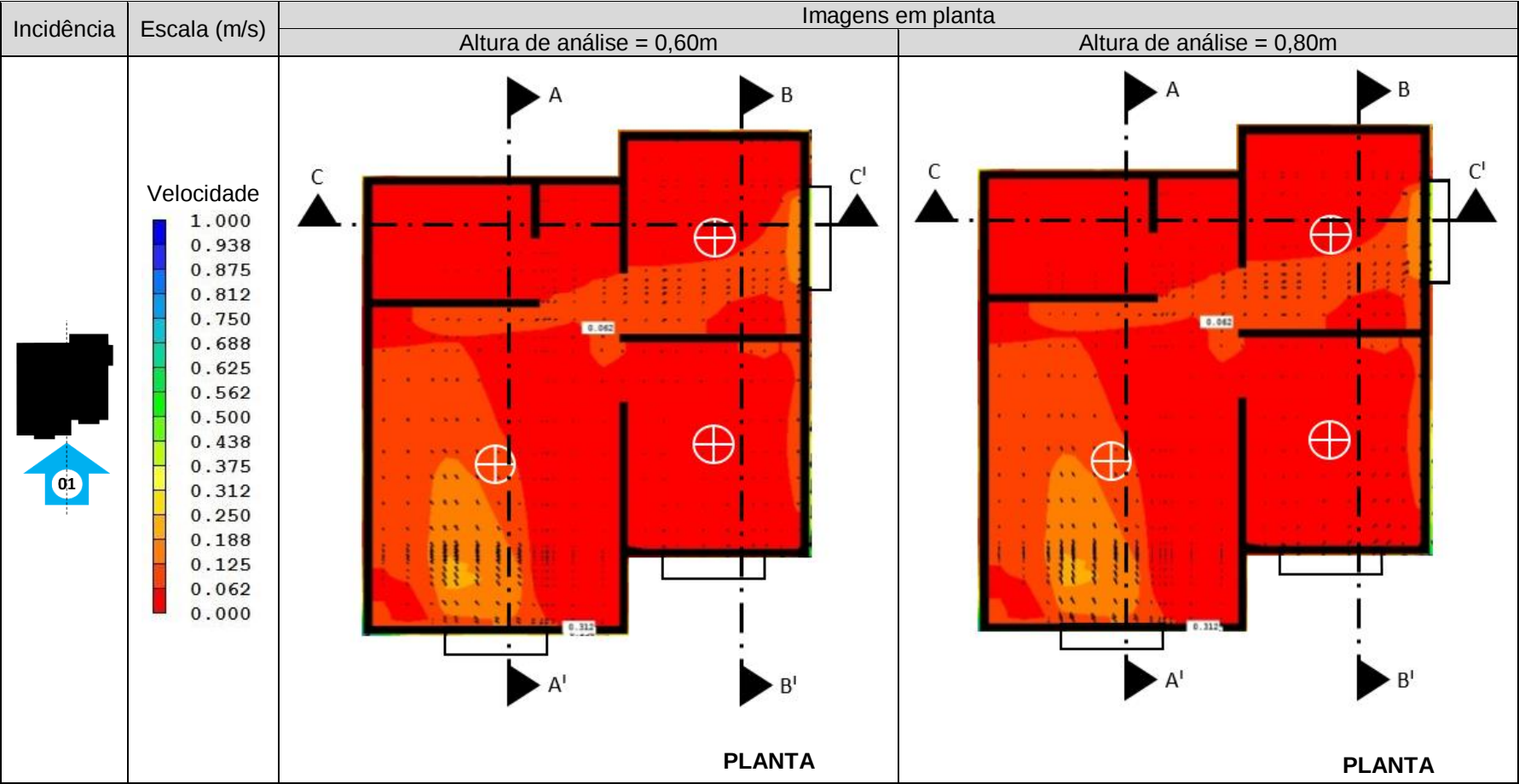
Quadro 133 - Cortes, JAPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

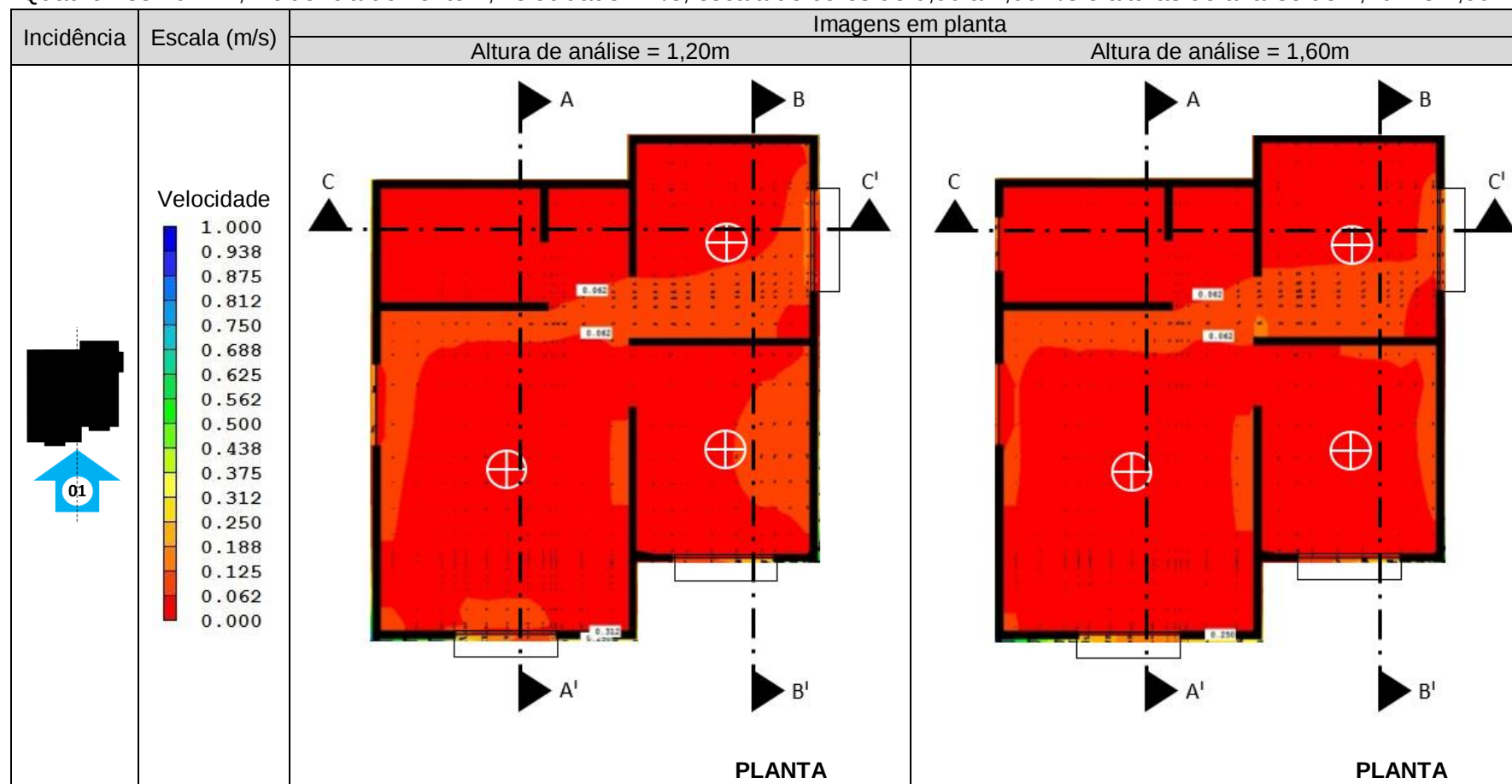
iv. Janelas fechadas e fechamento horizontal do peitoril ventilado - JFPH

Quadro 134 - JFPH, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



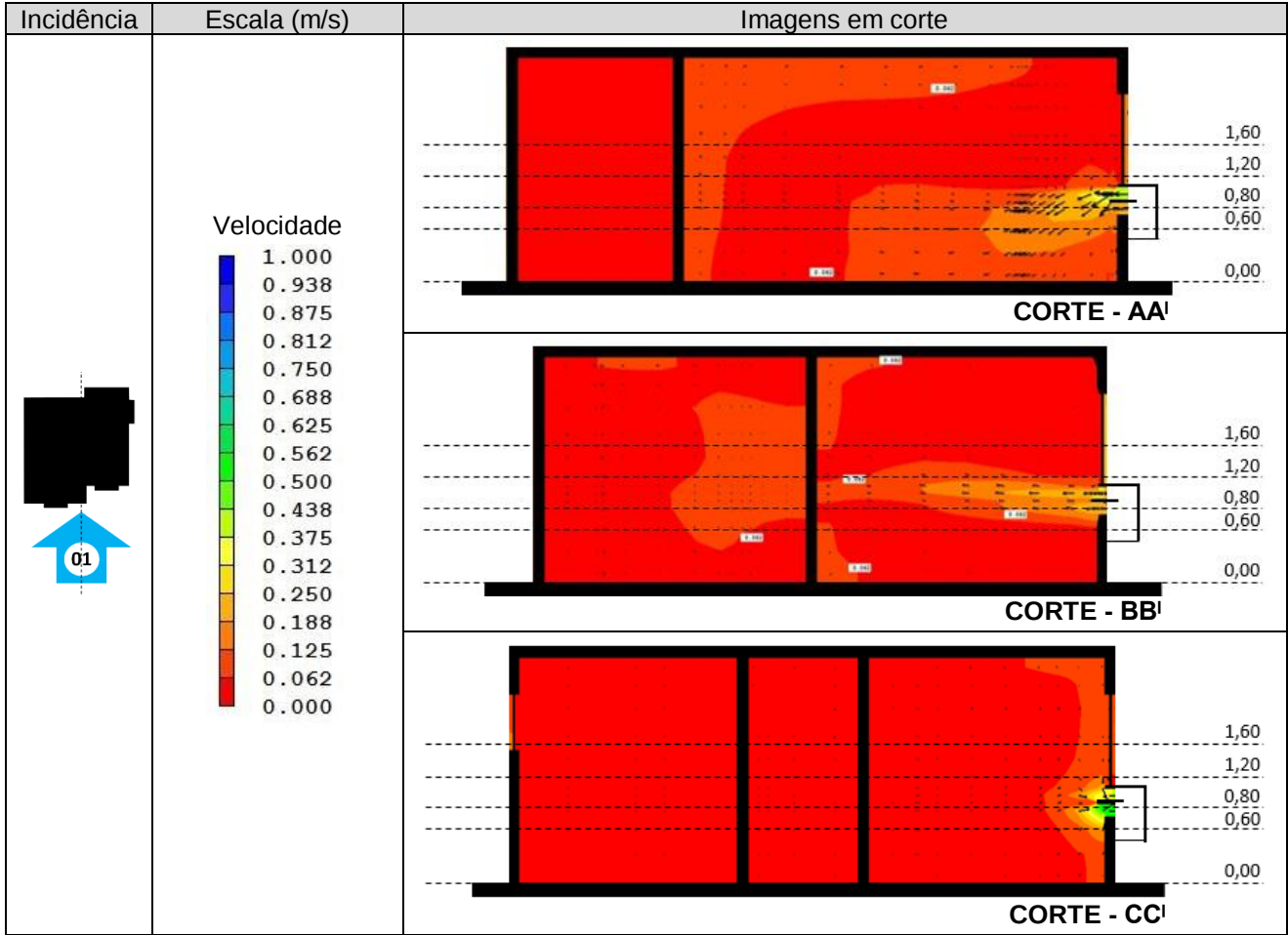
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 135 - JFPH, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



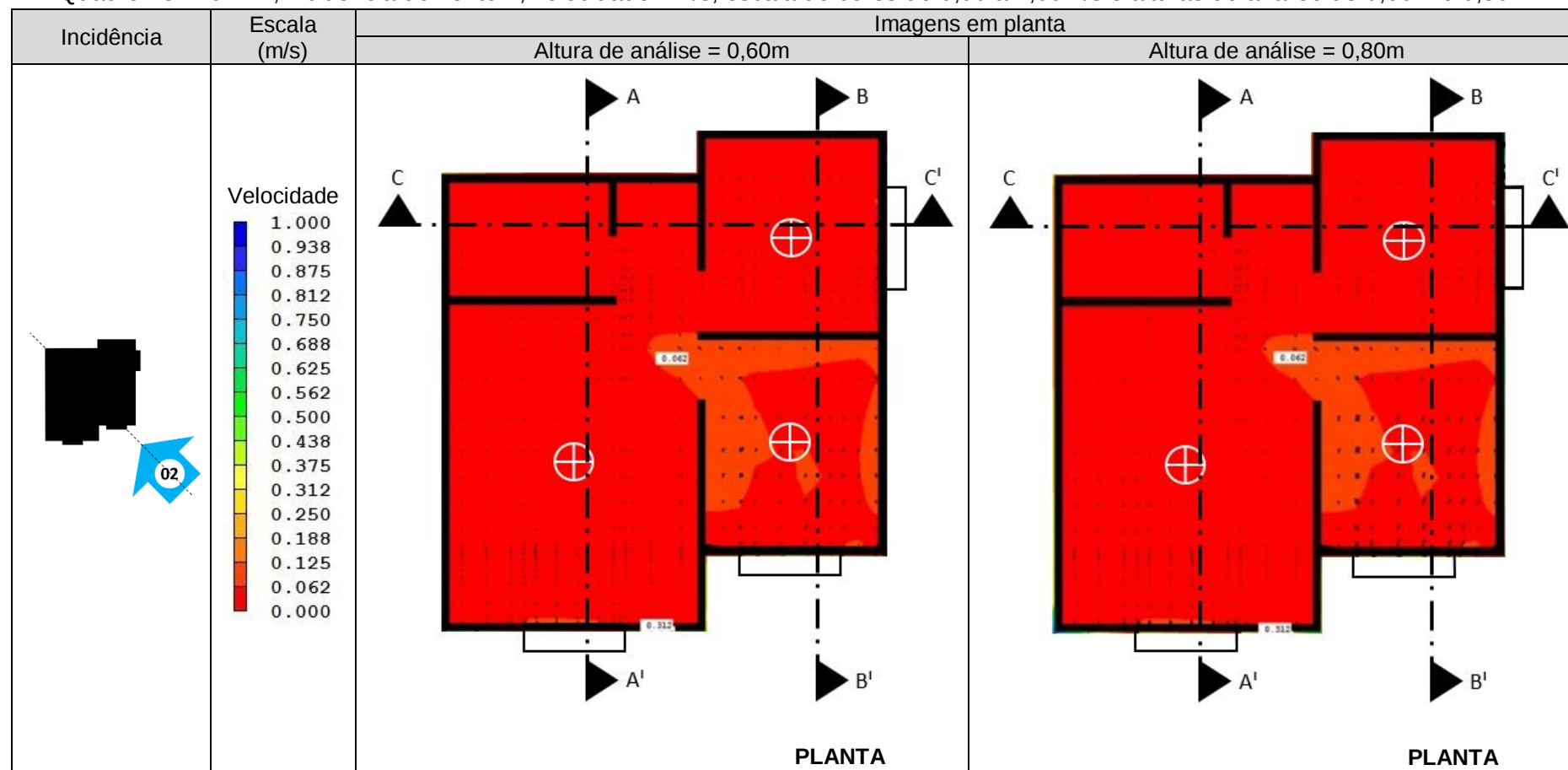
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 136 - Cortes, JFPH, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



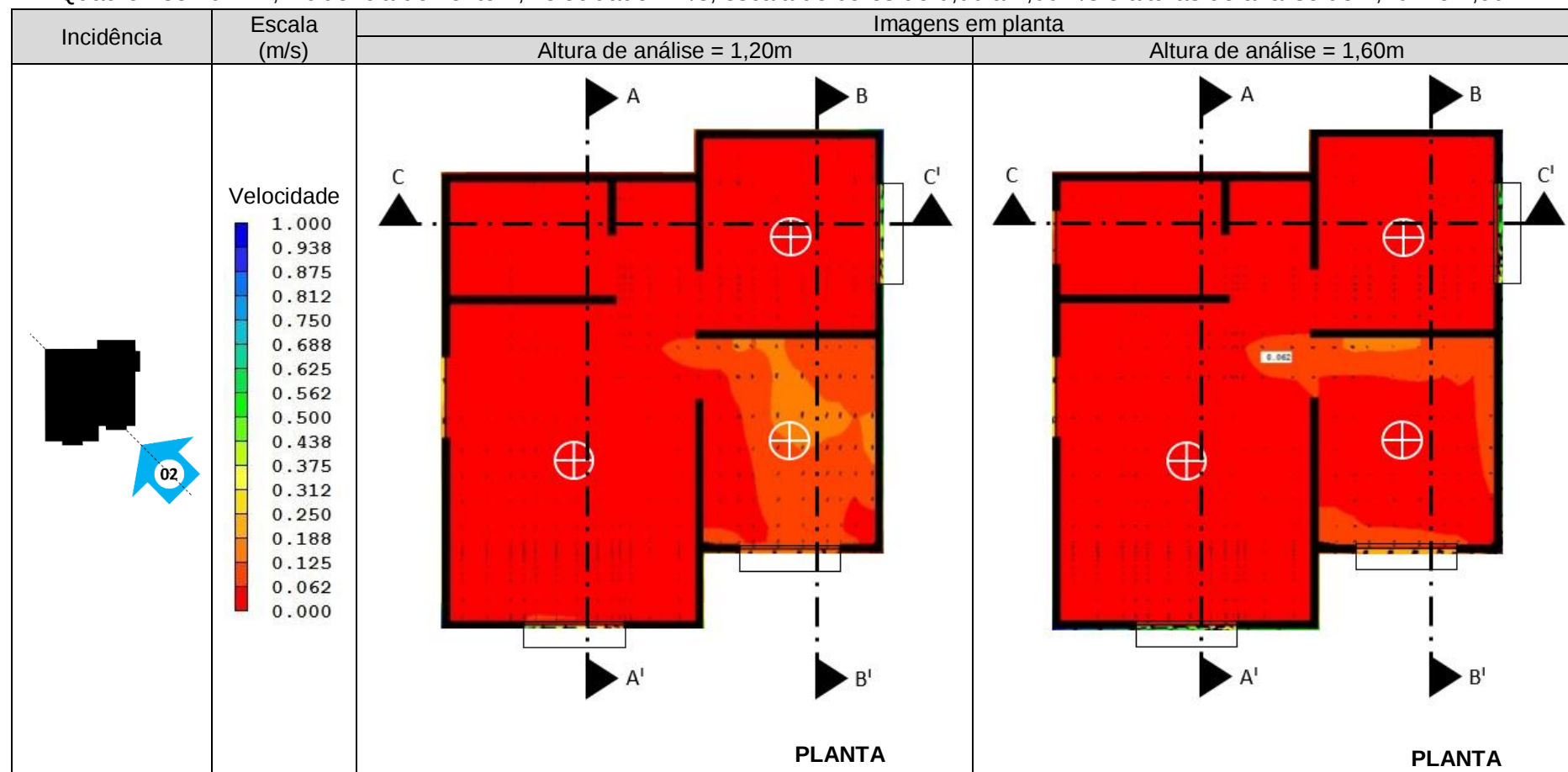
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 137 - JFPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



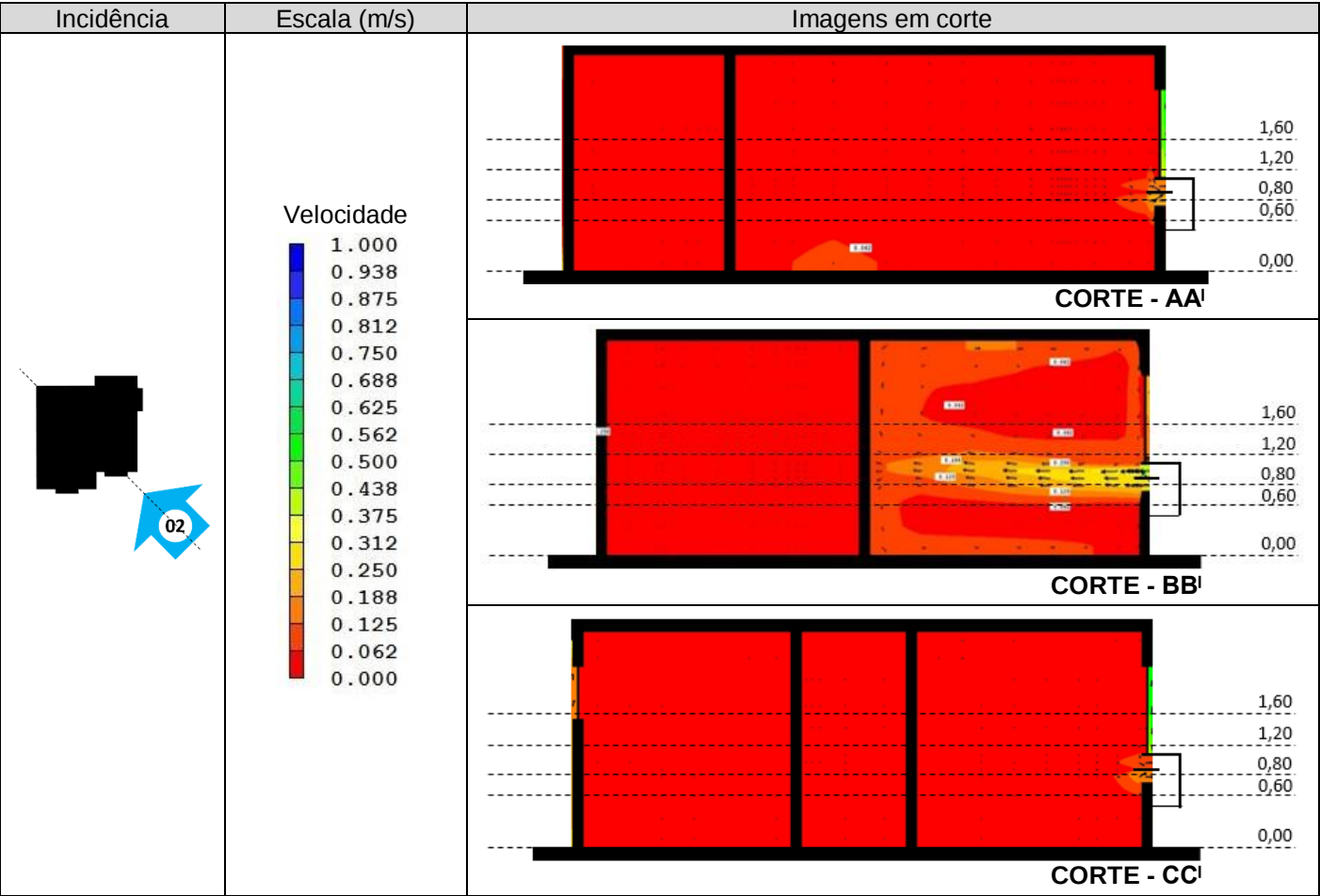
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 138 - JFPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



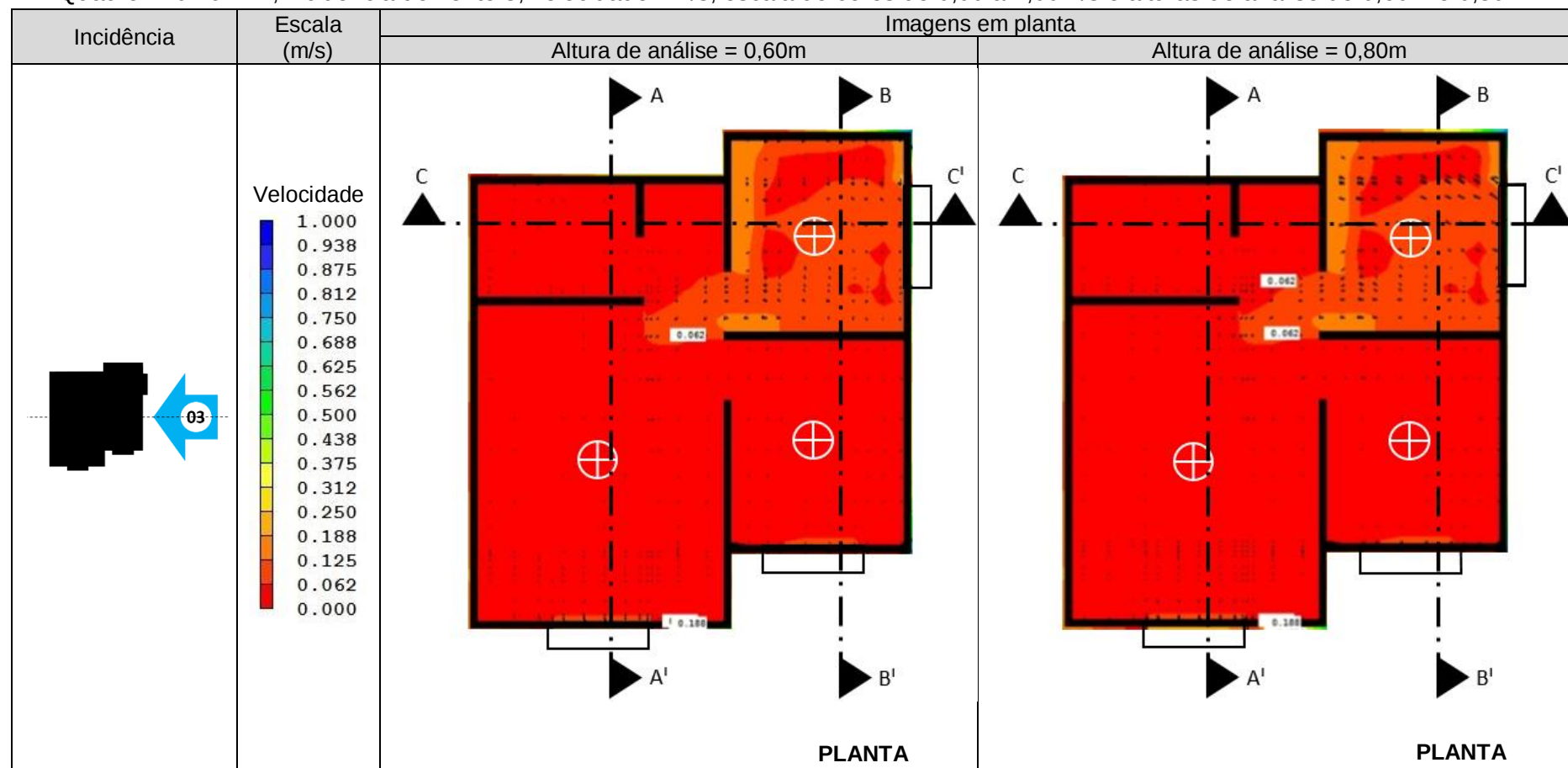
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 139 - Cortes, JFPH, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



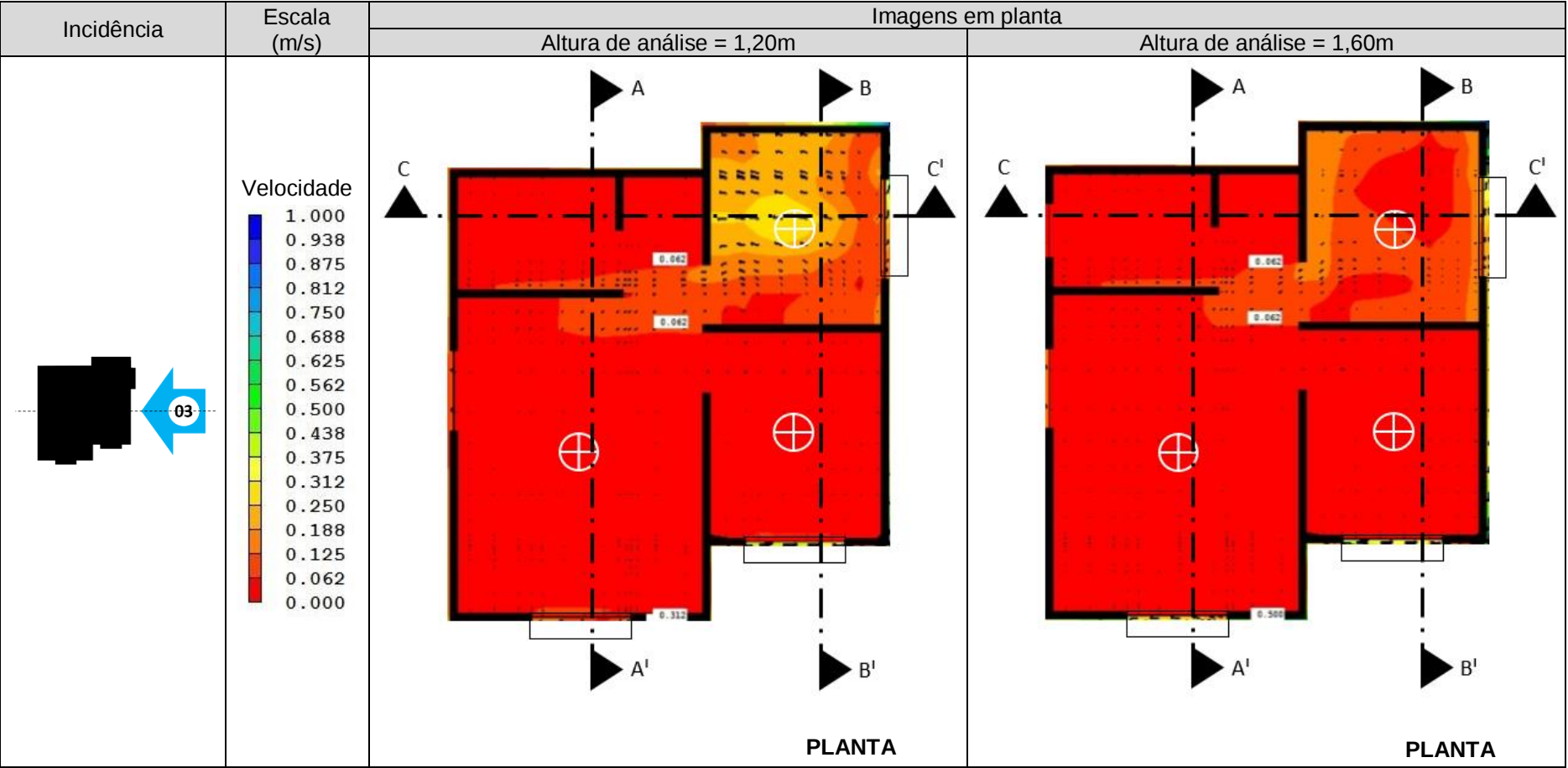
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 140 - JFPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



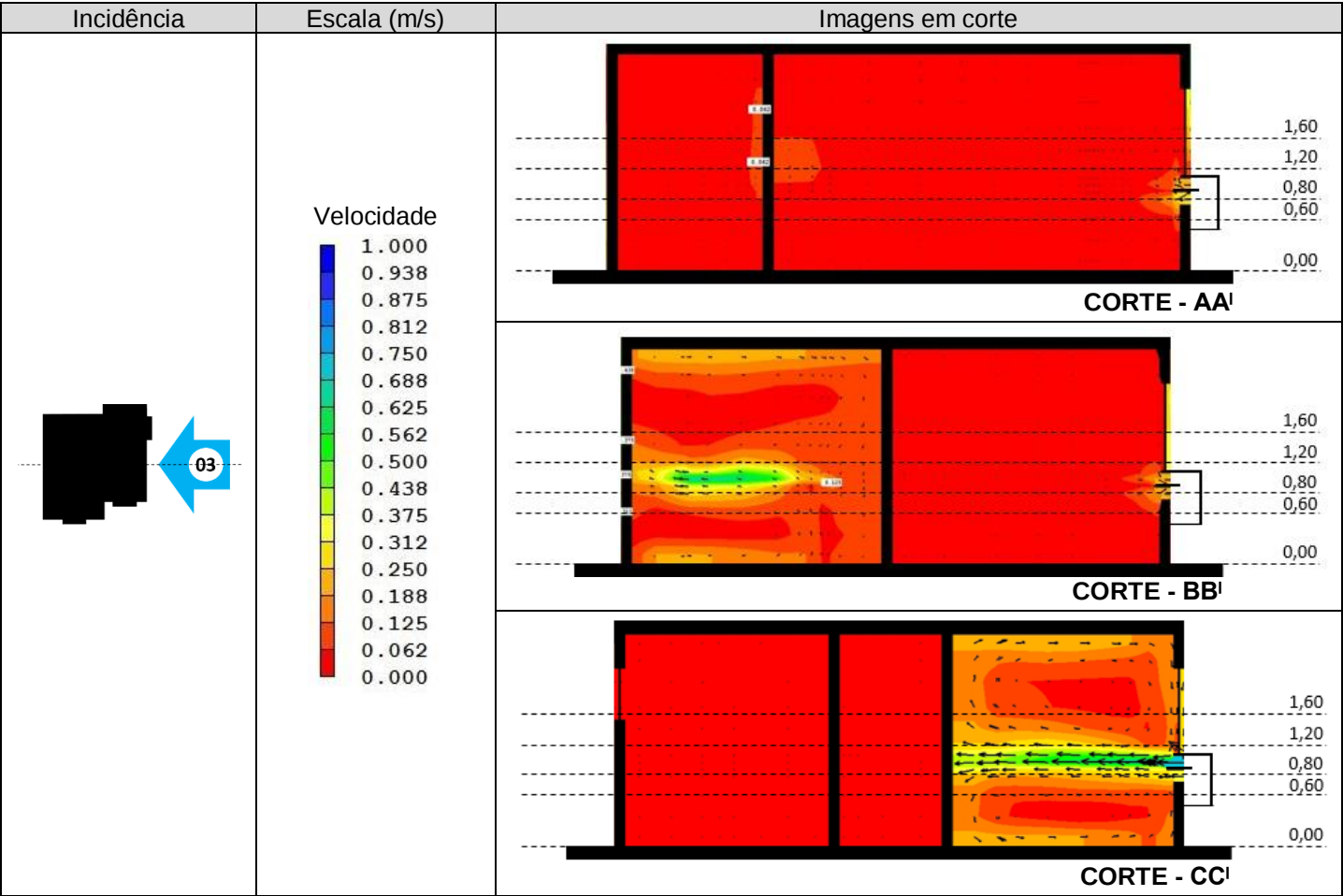
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 141 - JFPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



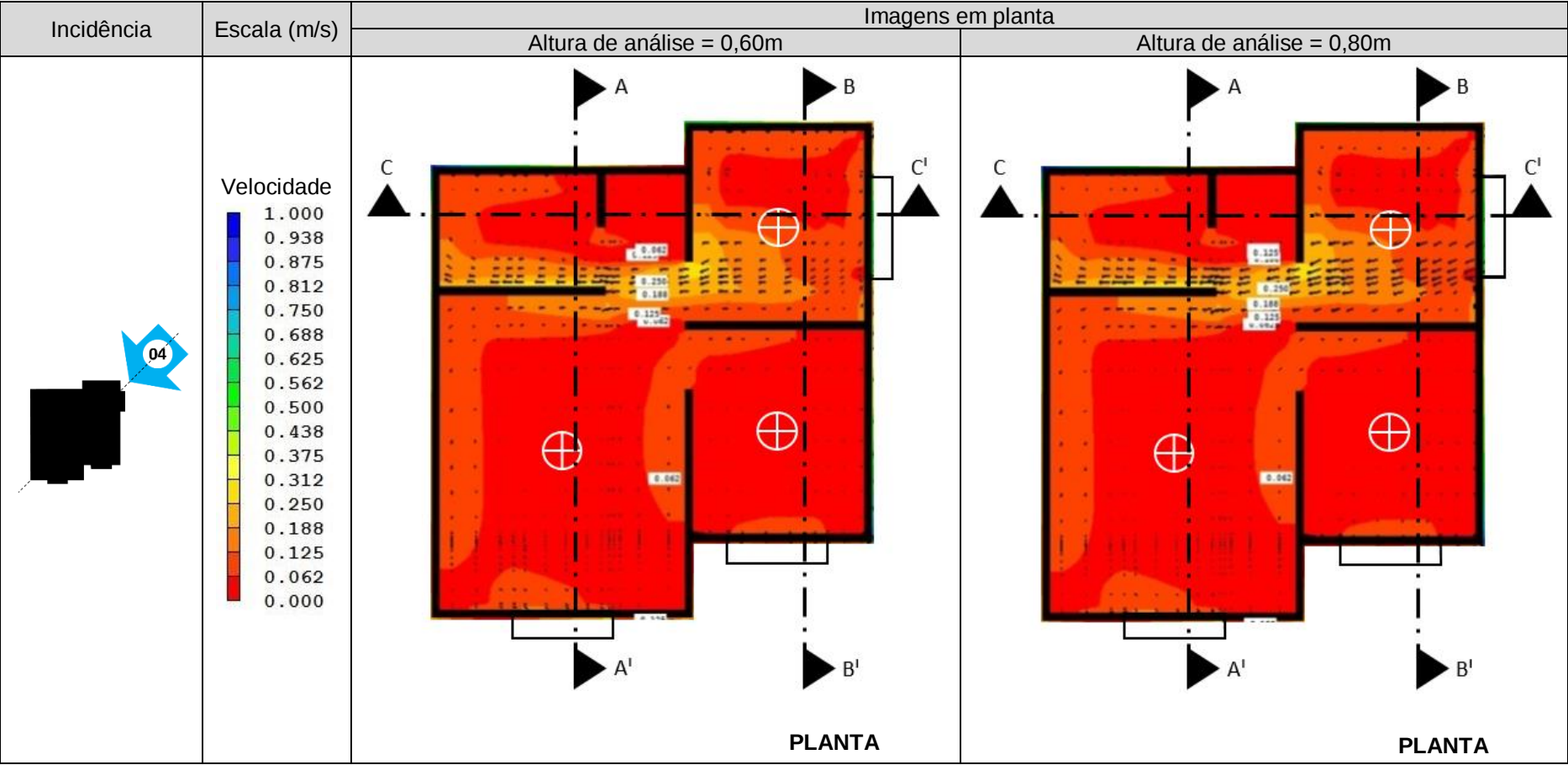
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 142 - Cortes, JFPH, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



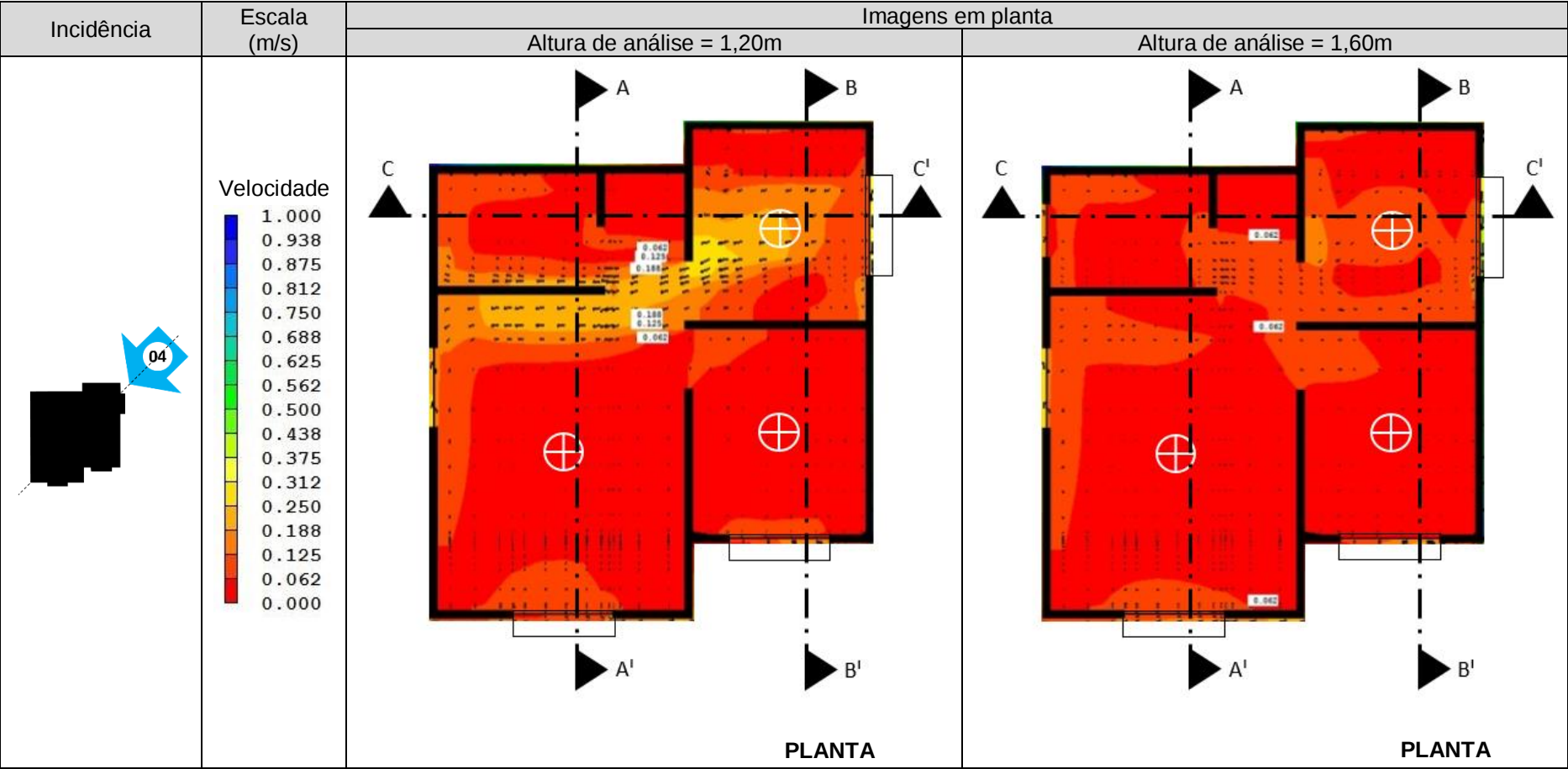
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 143 - JFPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



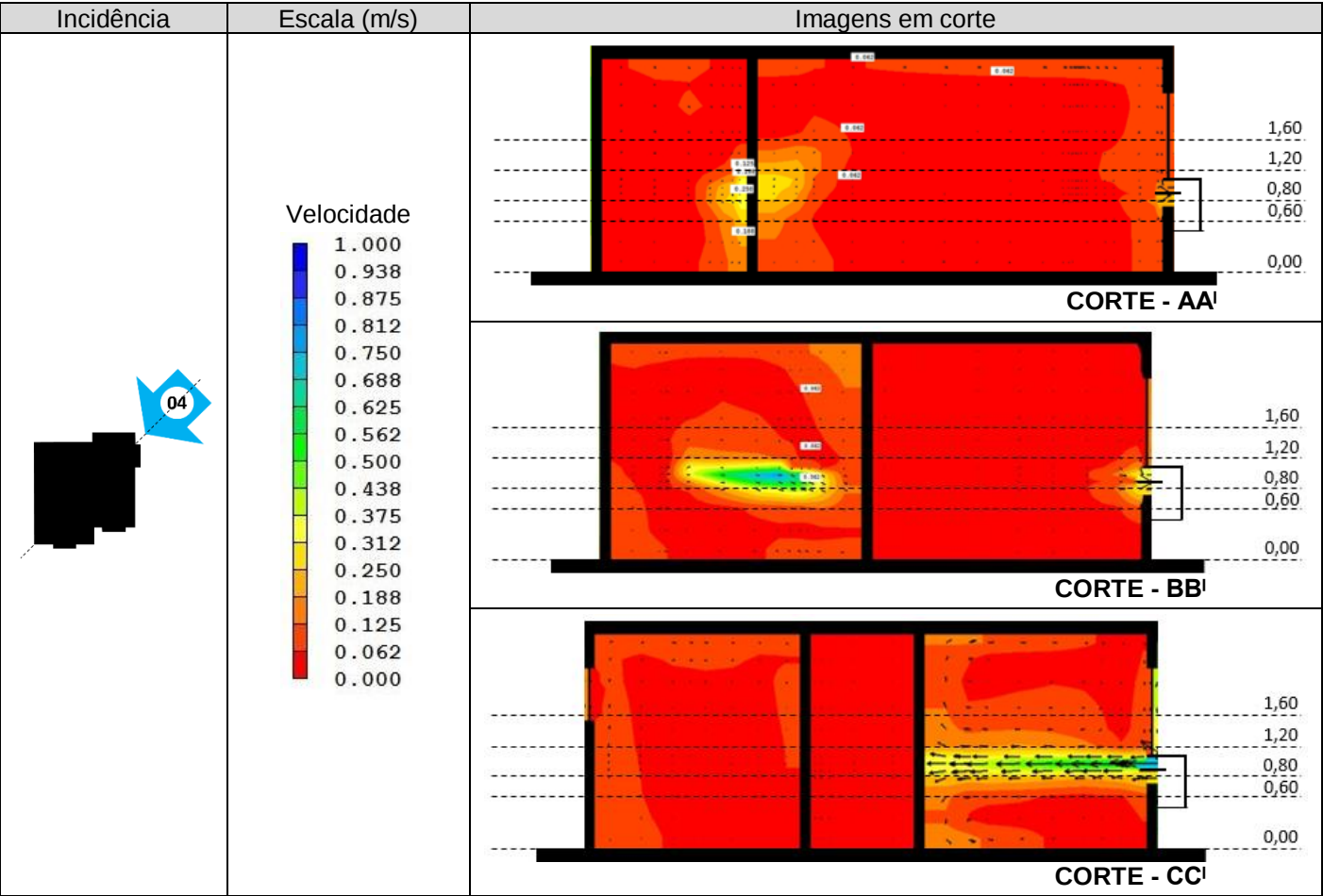
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 144 - JFPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



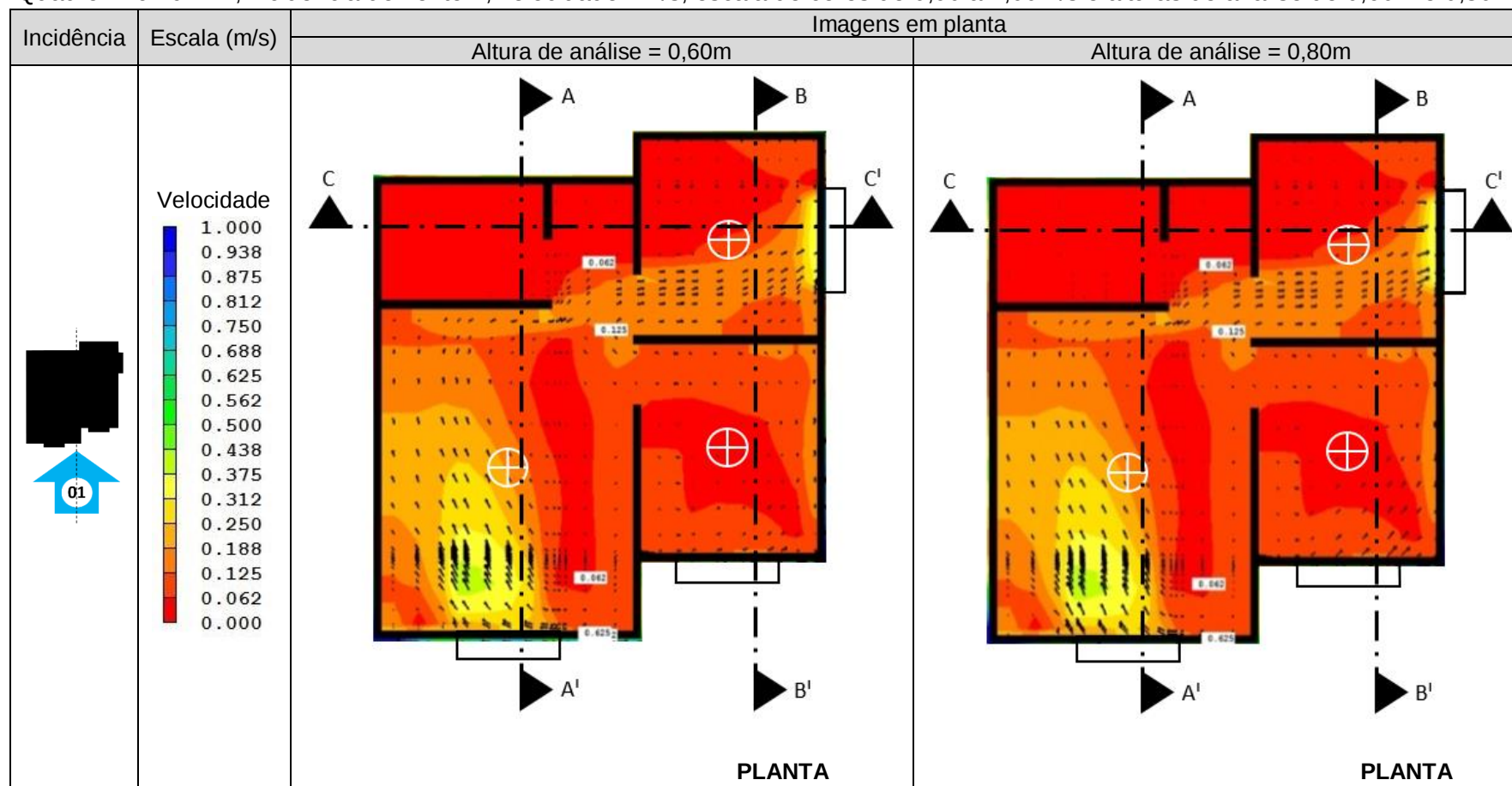
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 145 - Cortes, JFPH, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



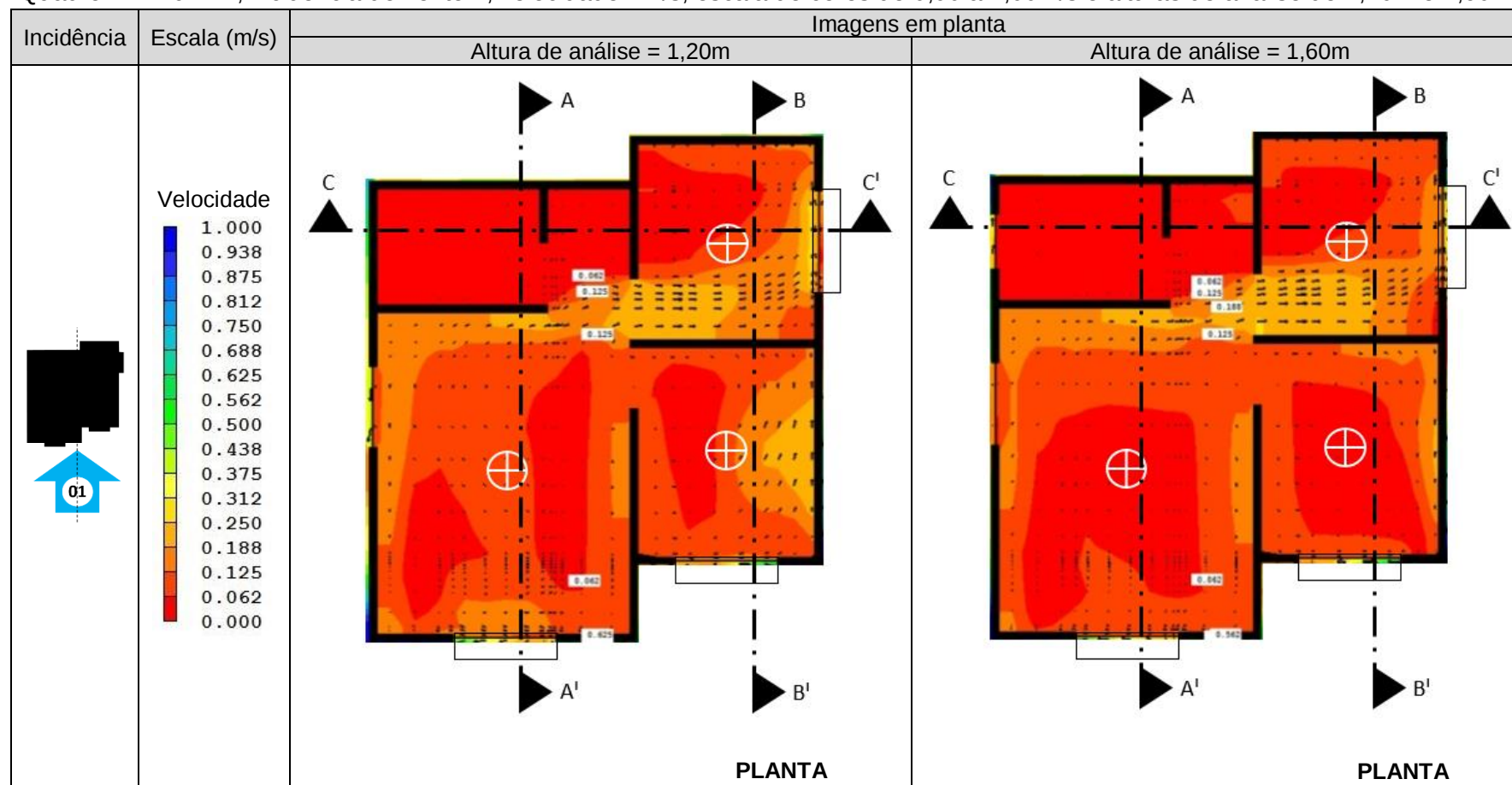
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 146 - JFPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



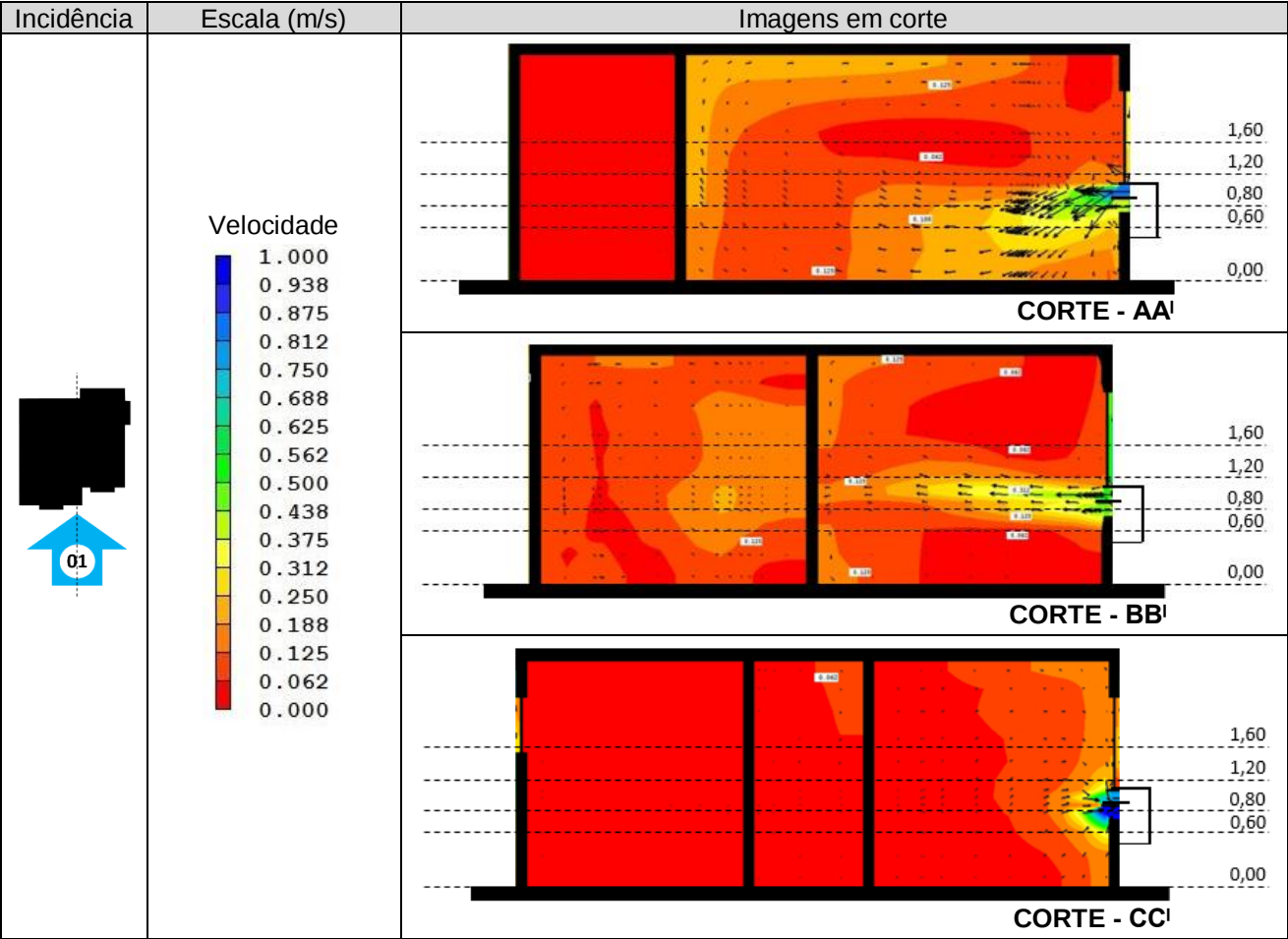
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 147 - JFPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



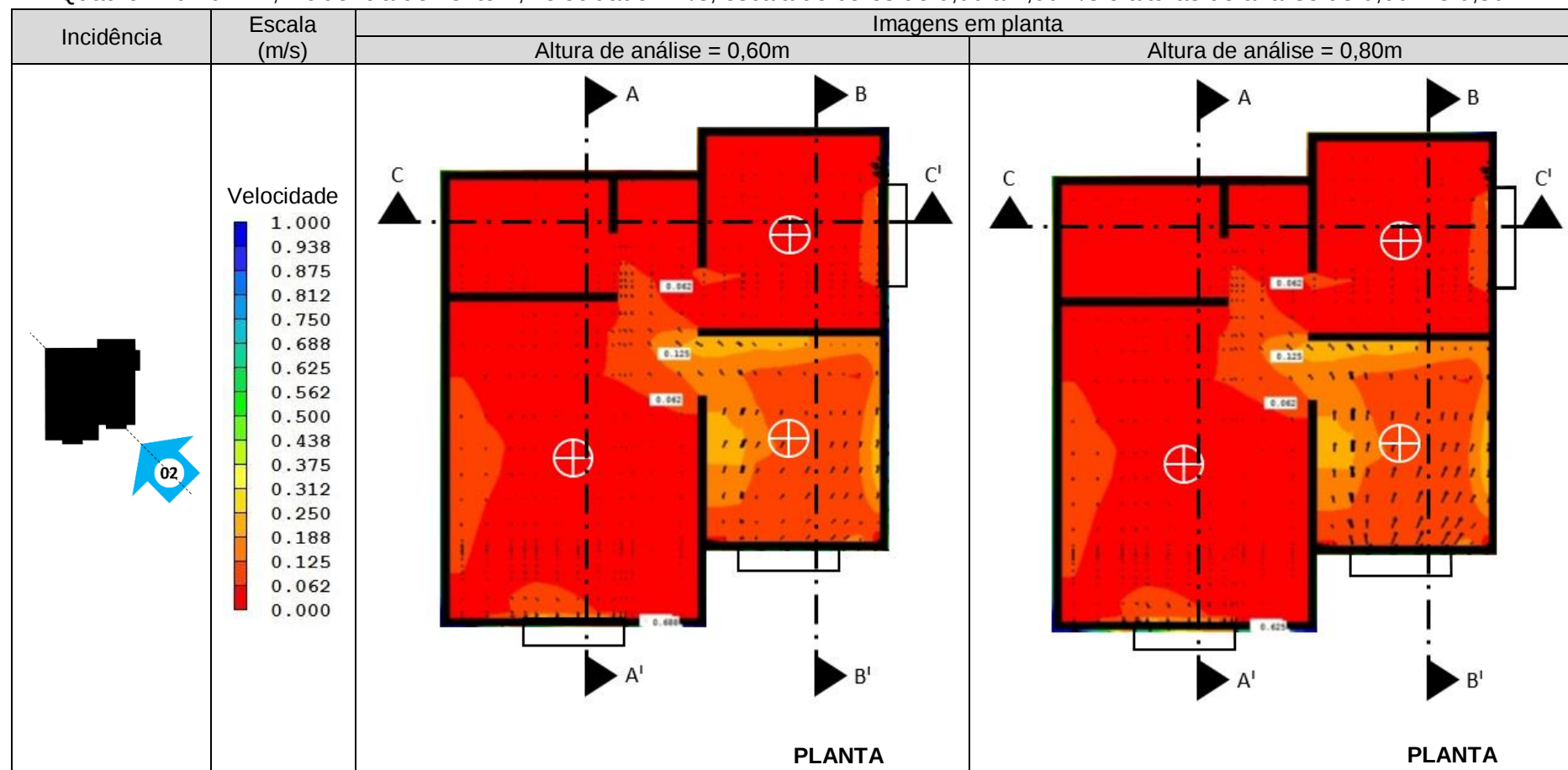
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 148 - Cortes, JFPH, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



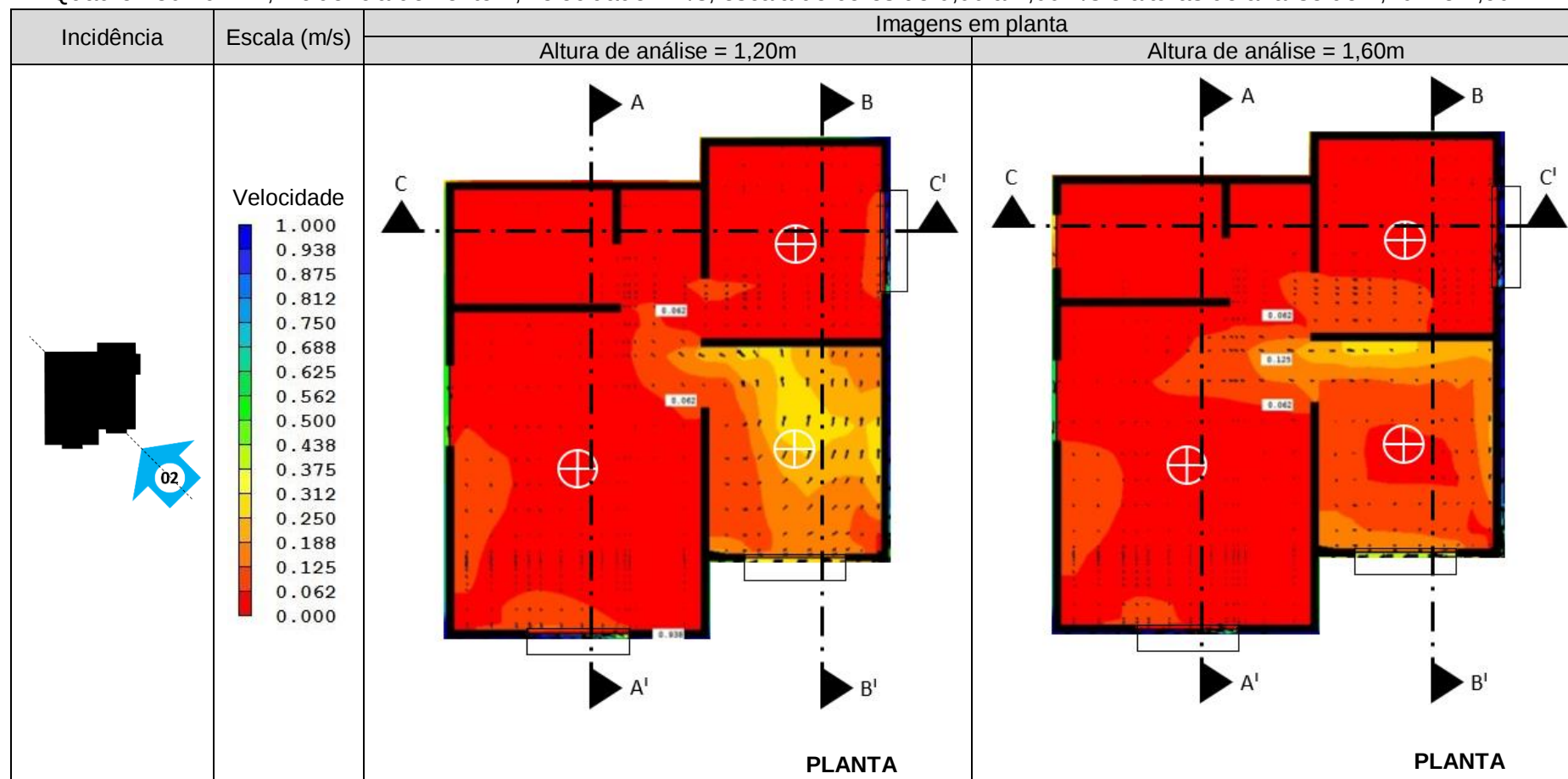
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 149 - JFPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



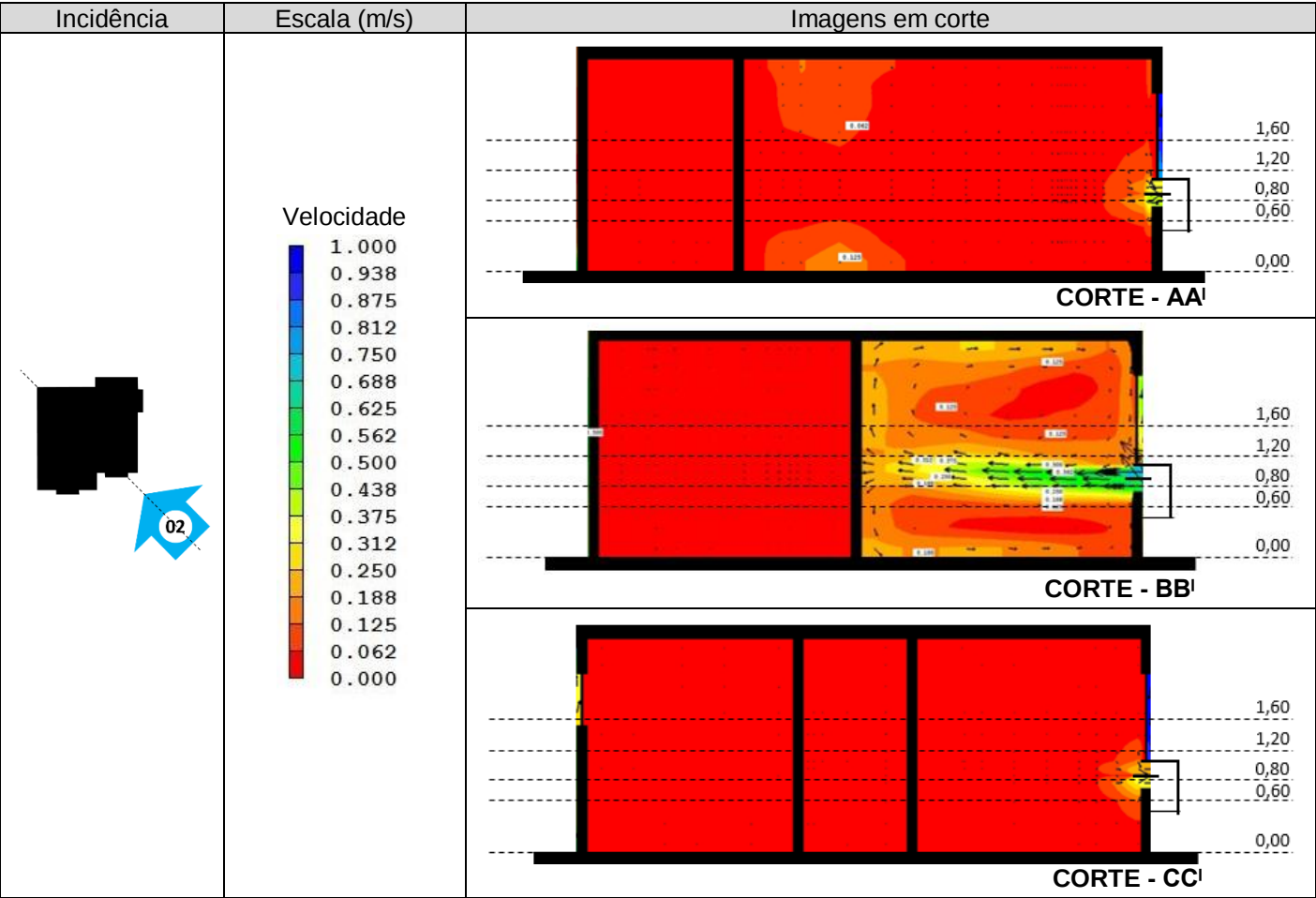
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 150 - JFPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



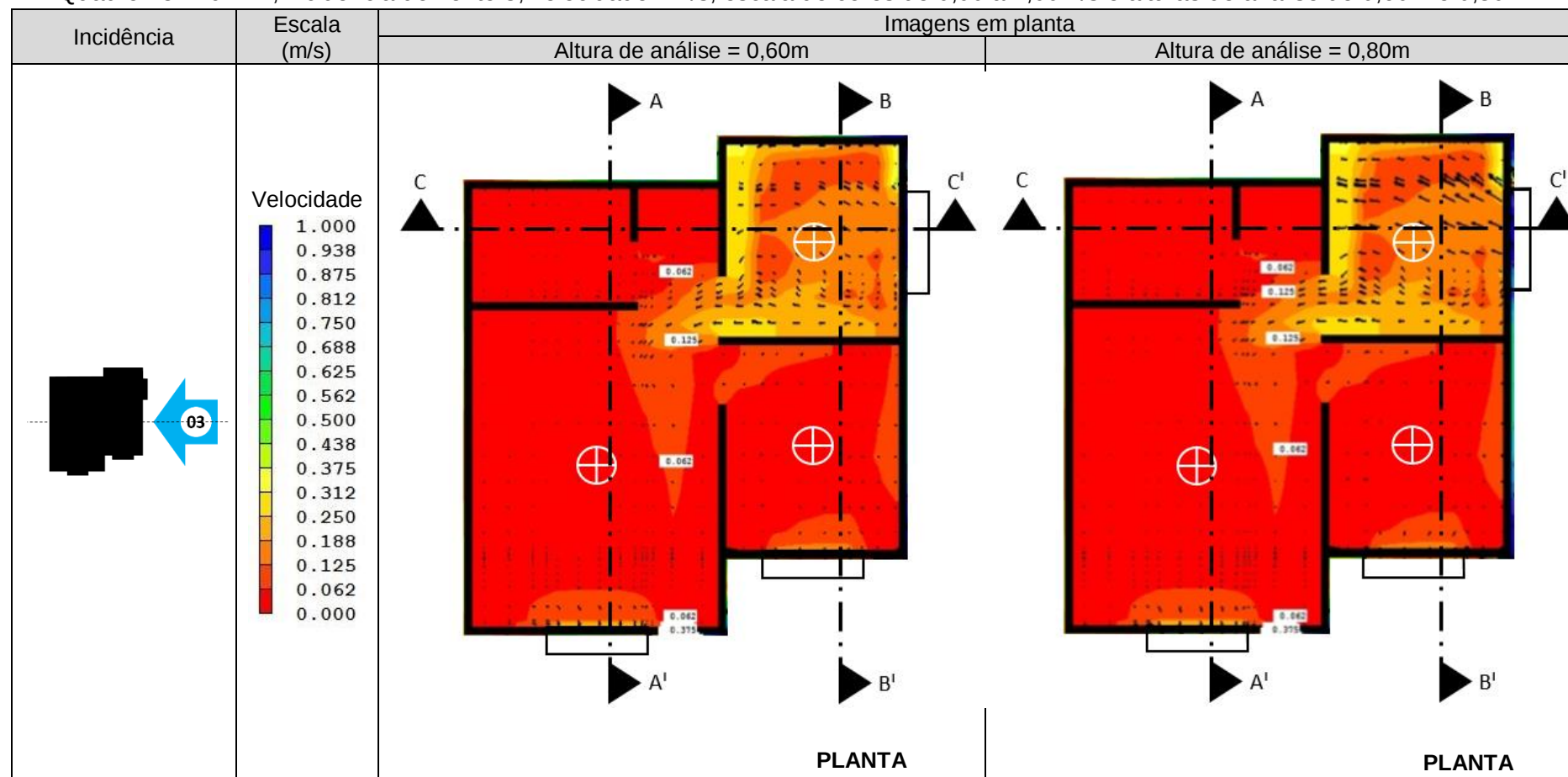
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 151 - Cortes, JFPH, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



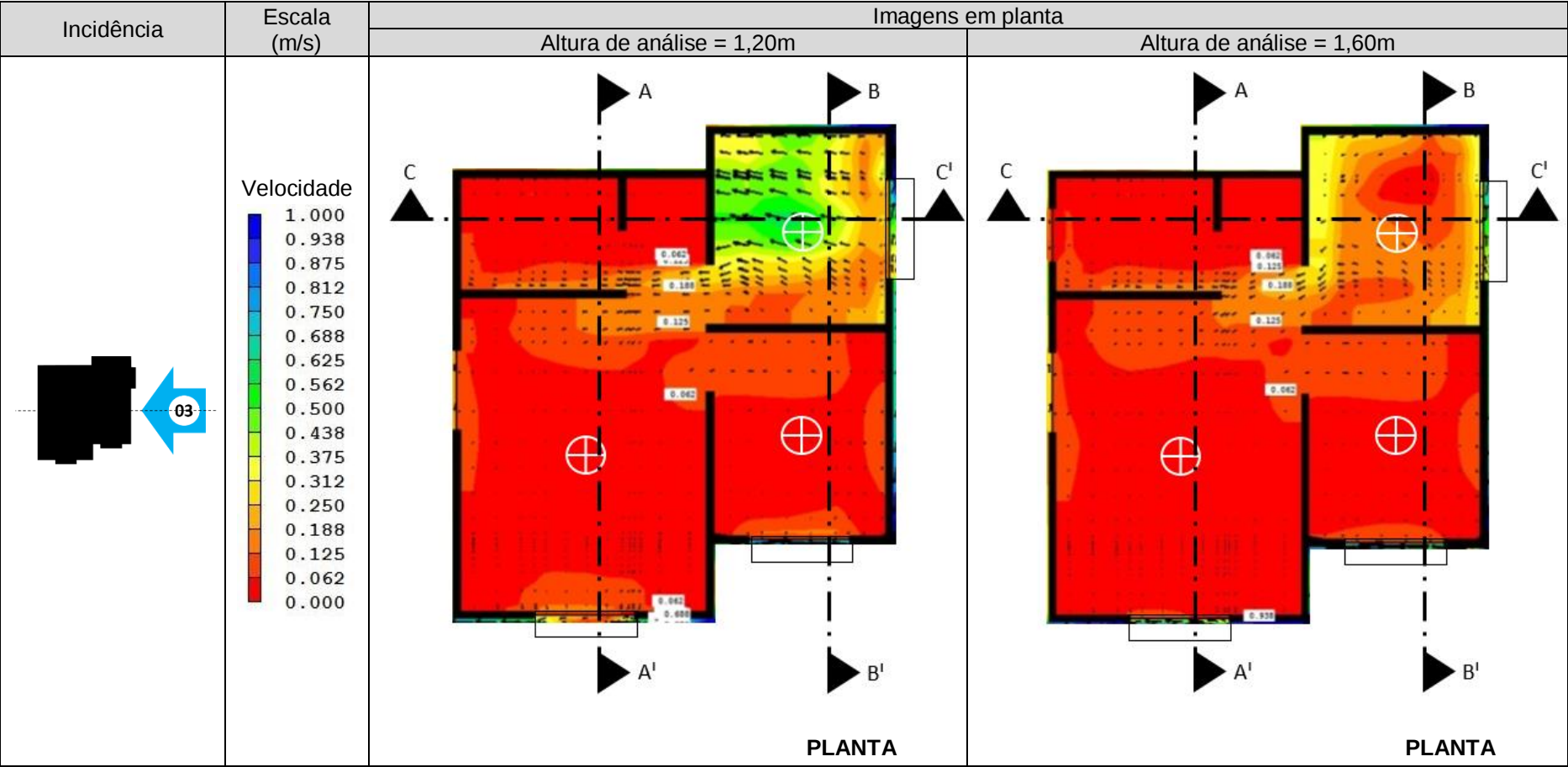
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 152 - JFPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



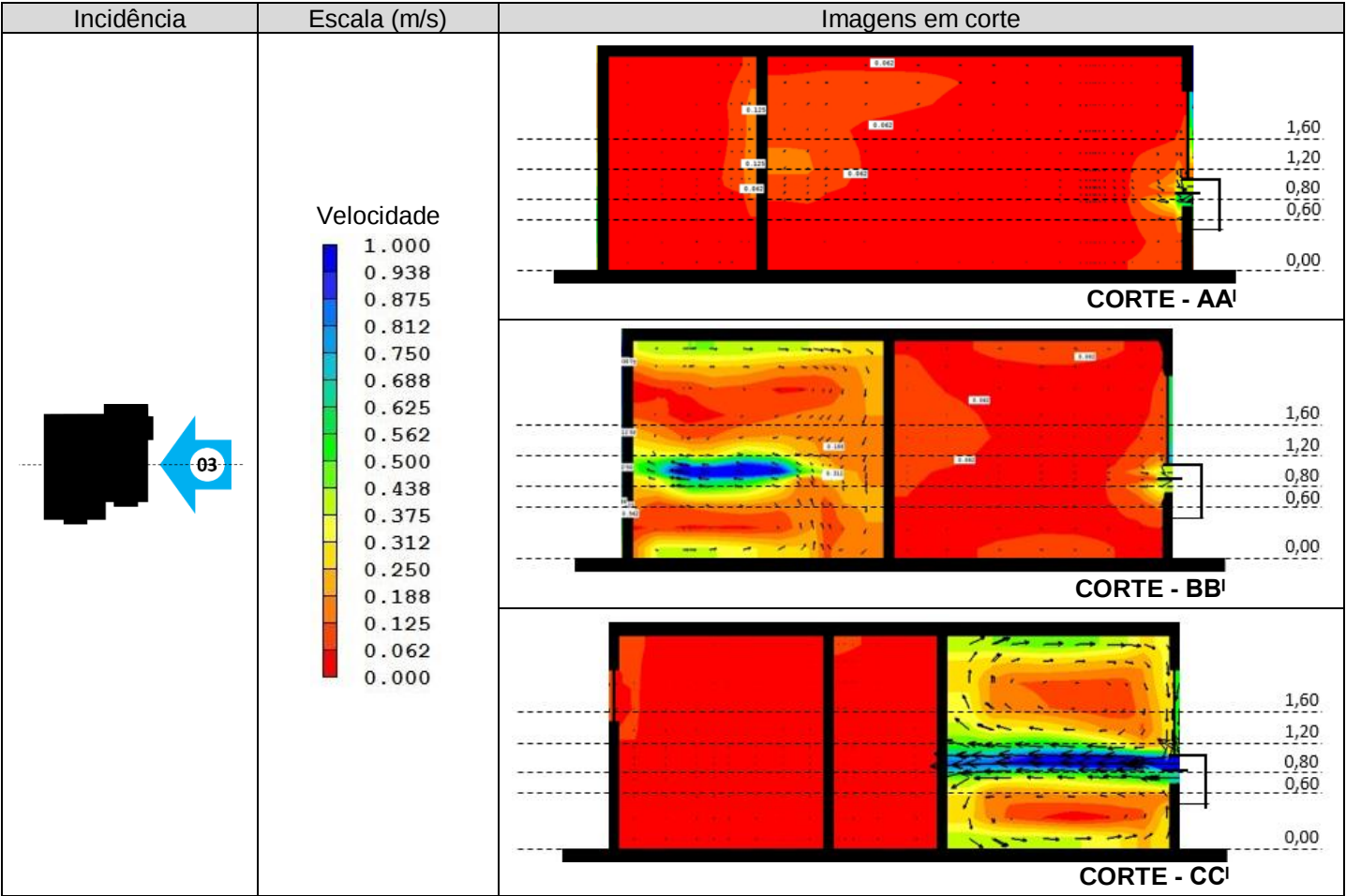
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 153 - JFPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 154 - Cortes, JFPH, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



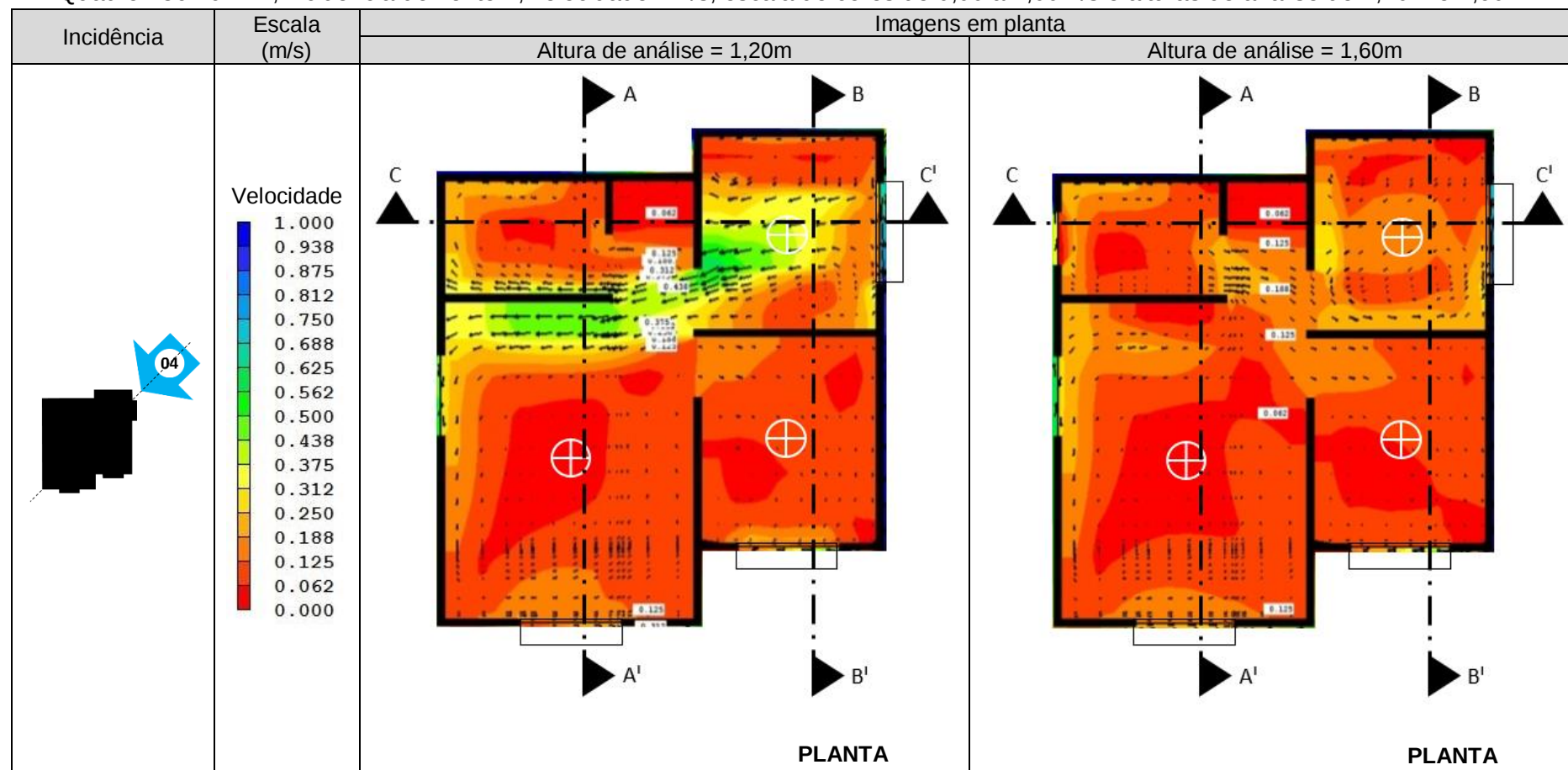
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 155 - JFPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



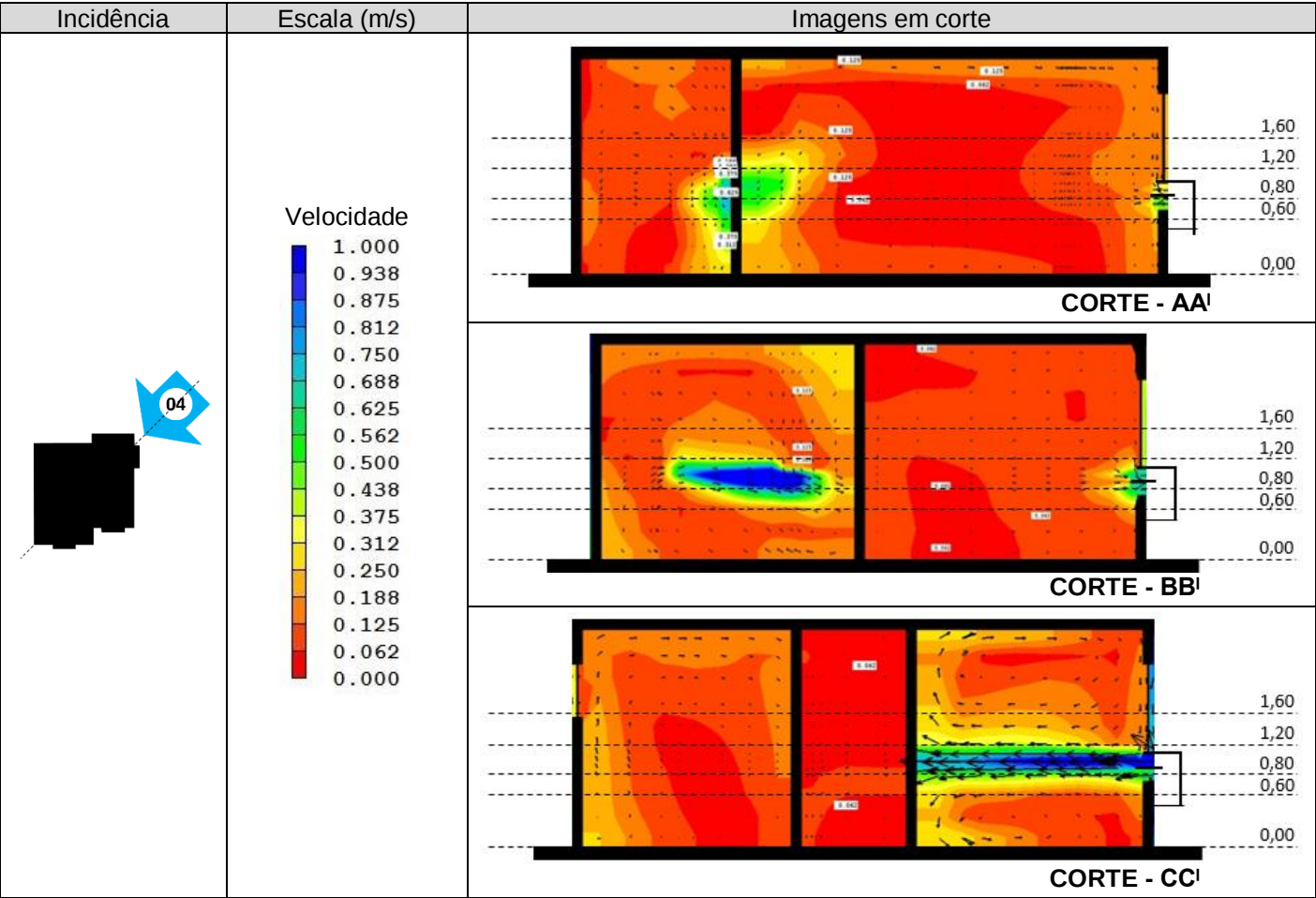
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 156 - JFPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

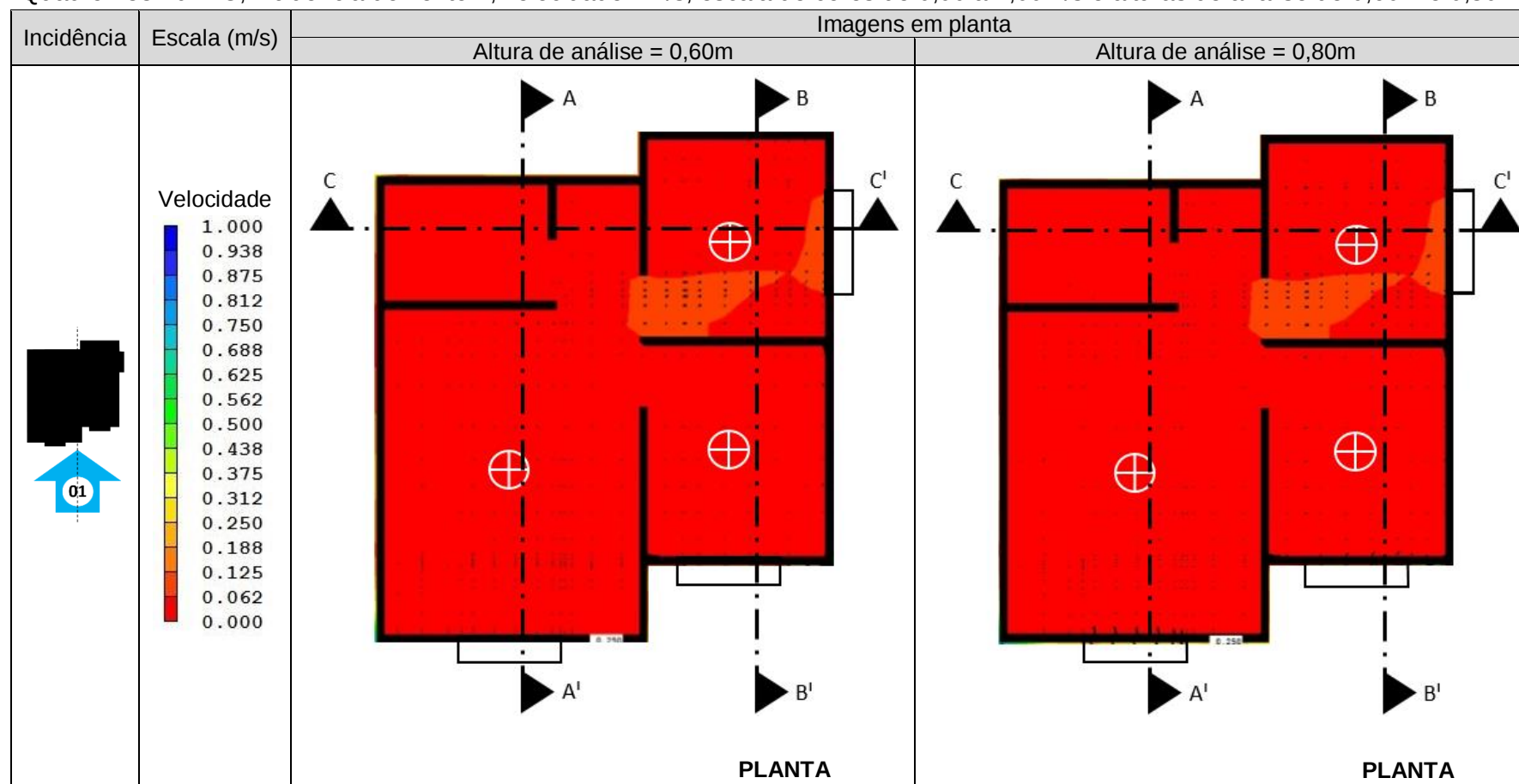
Quadro 157 - Cortes, JFPH, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

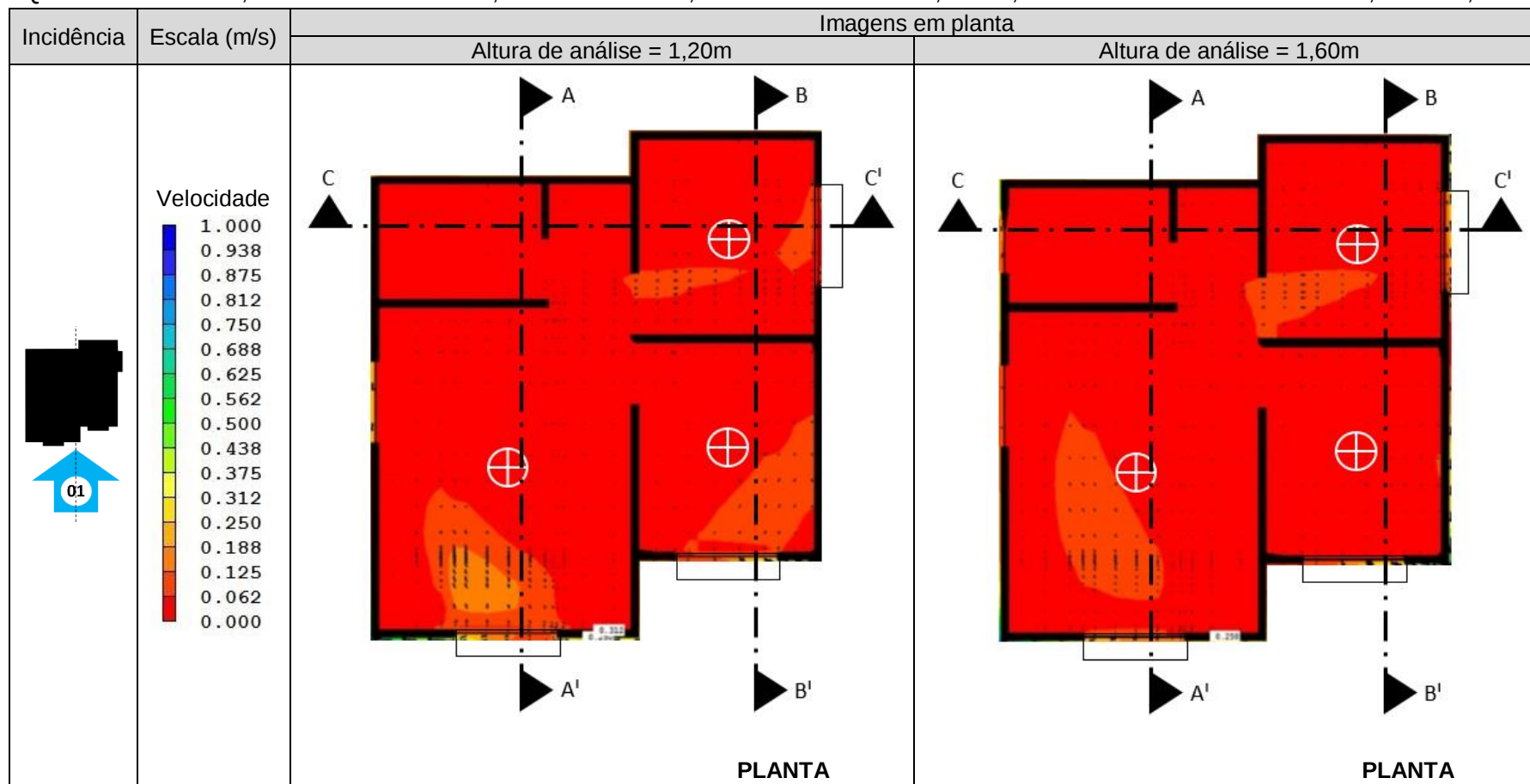
- v. Janelas fechadas e fechamento do peitoril ventilado pivotante voltado para cima com ângulo de 30° - JFPC

Quadro 158 - JFPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



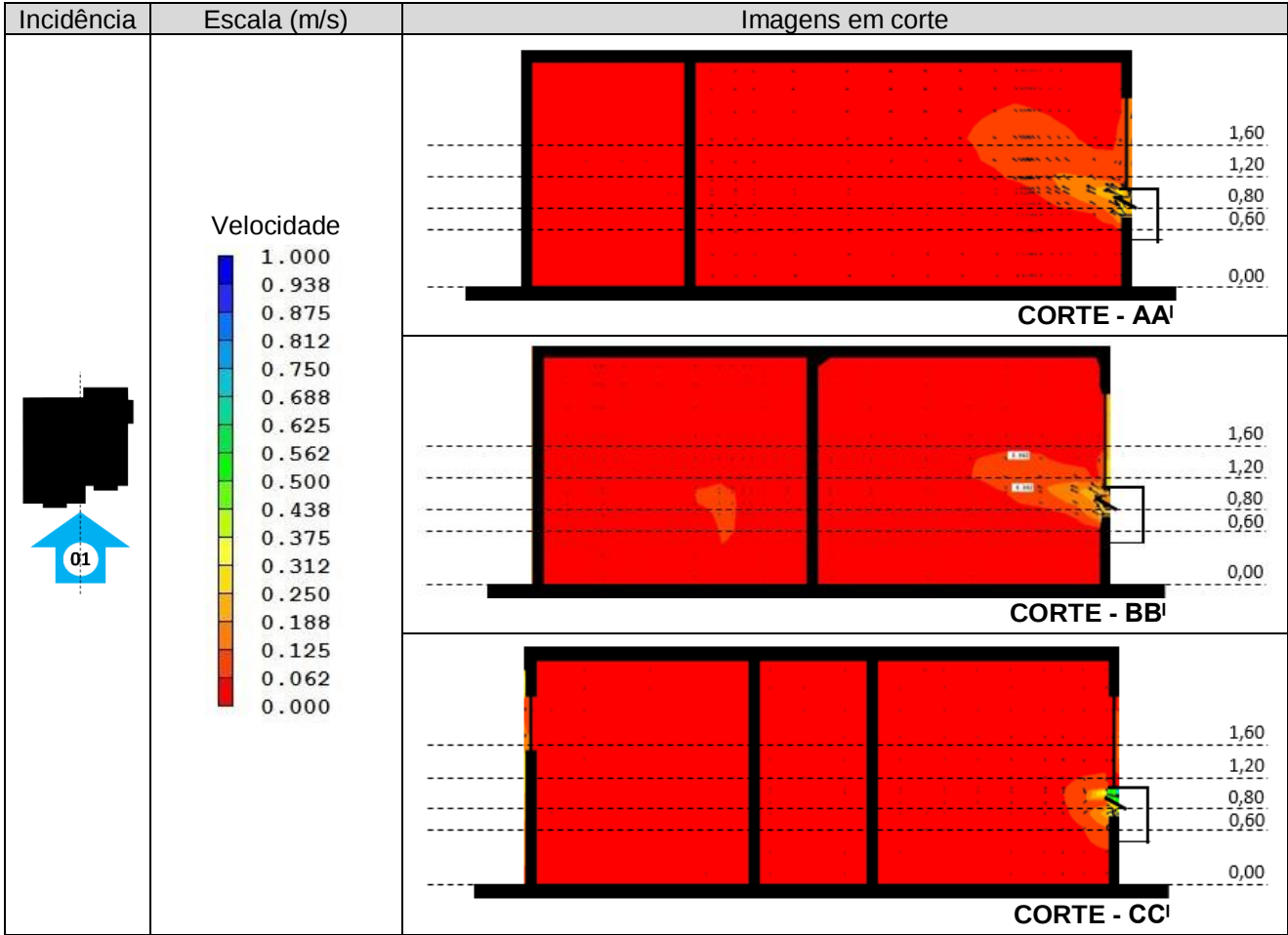
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 159 - JFPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



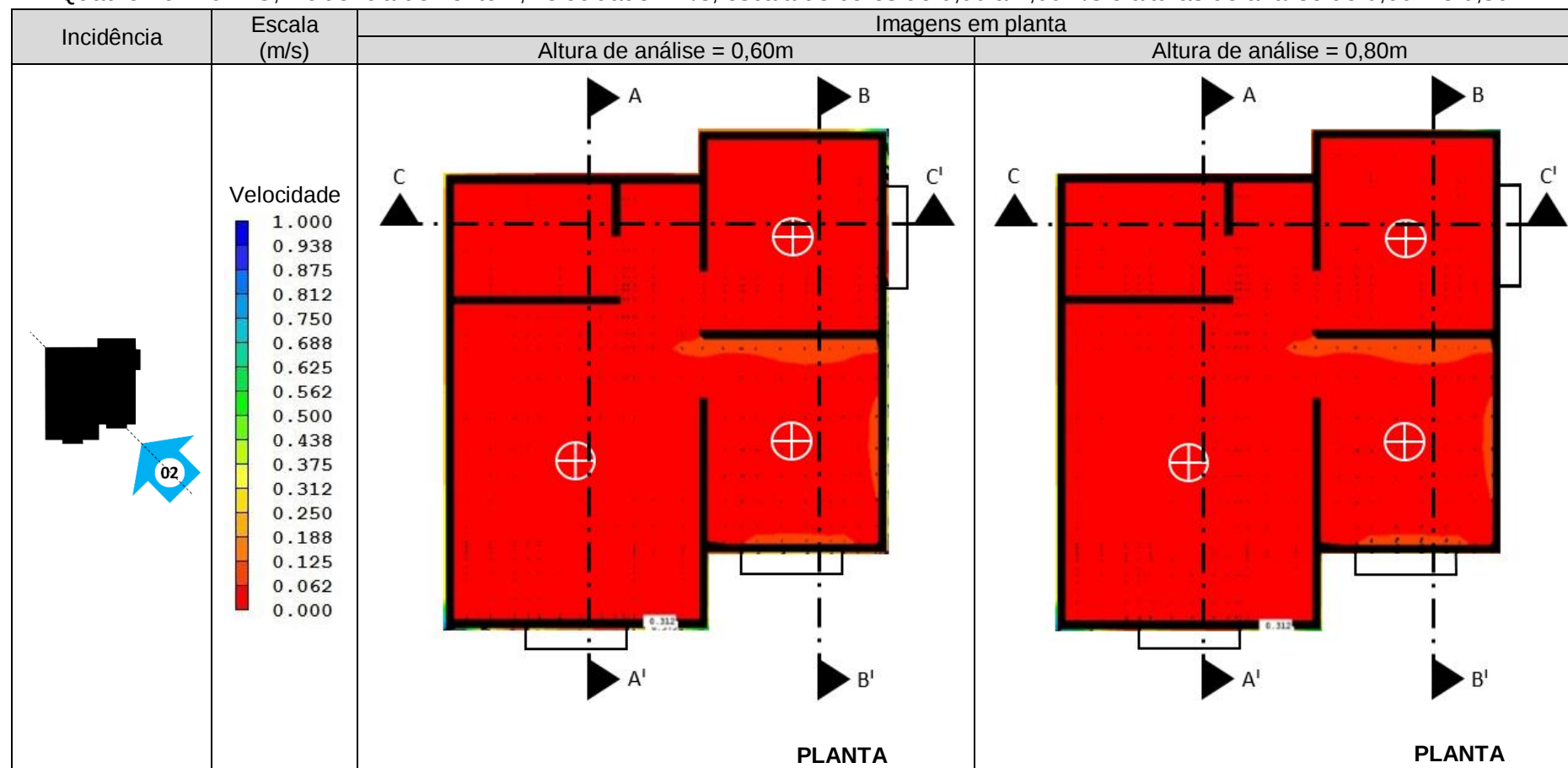
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 160 - Cortes, JFPC, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



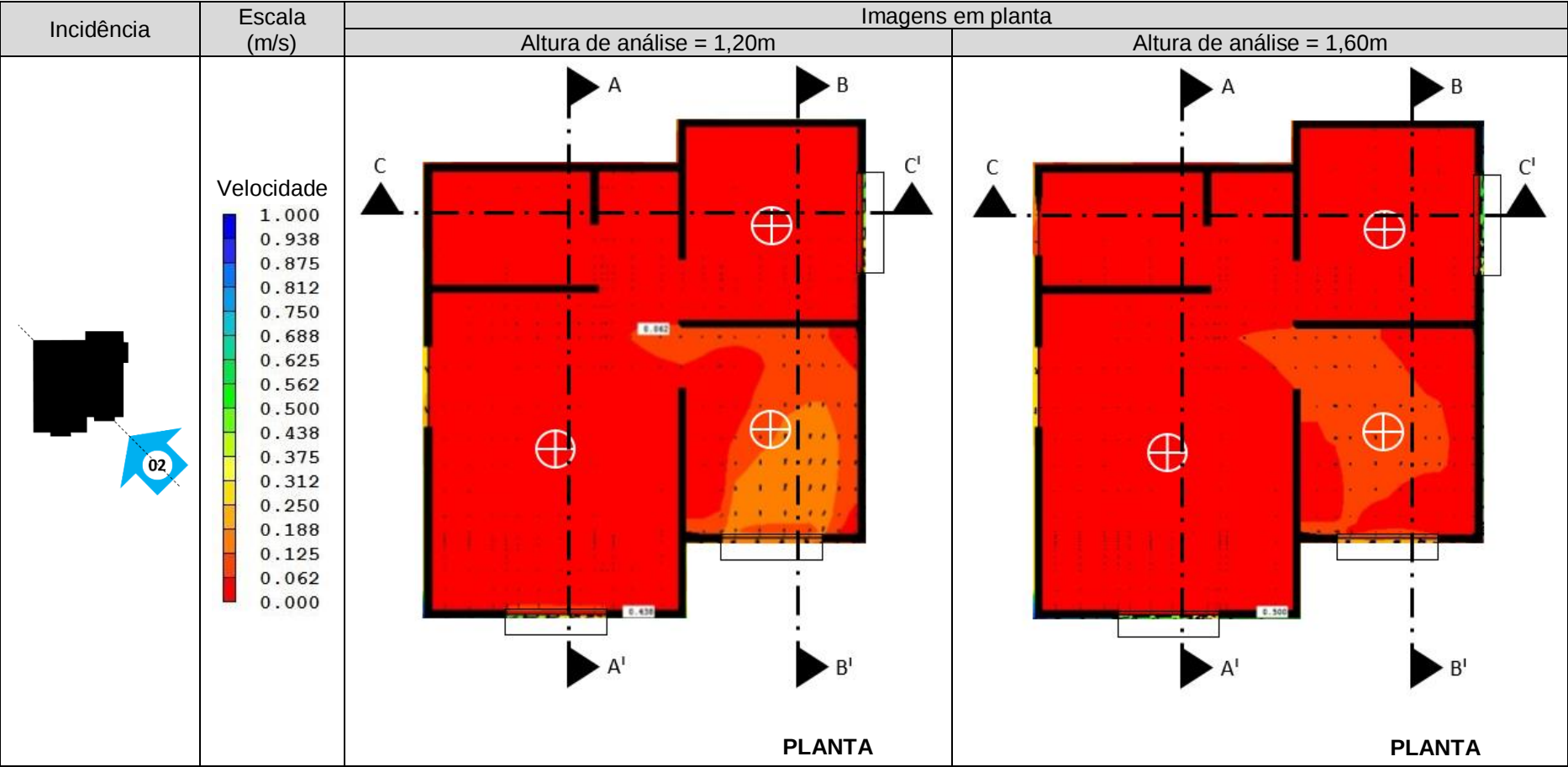
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 161 - JFPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



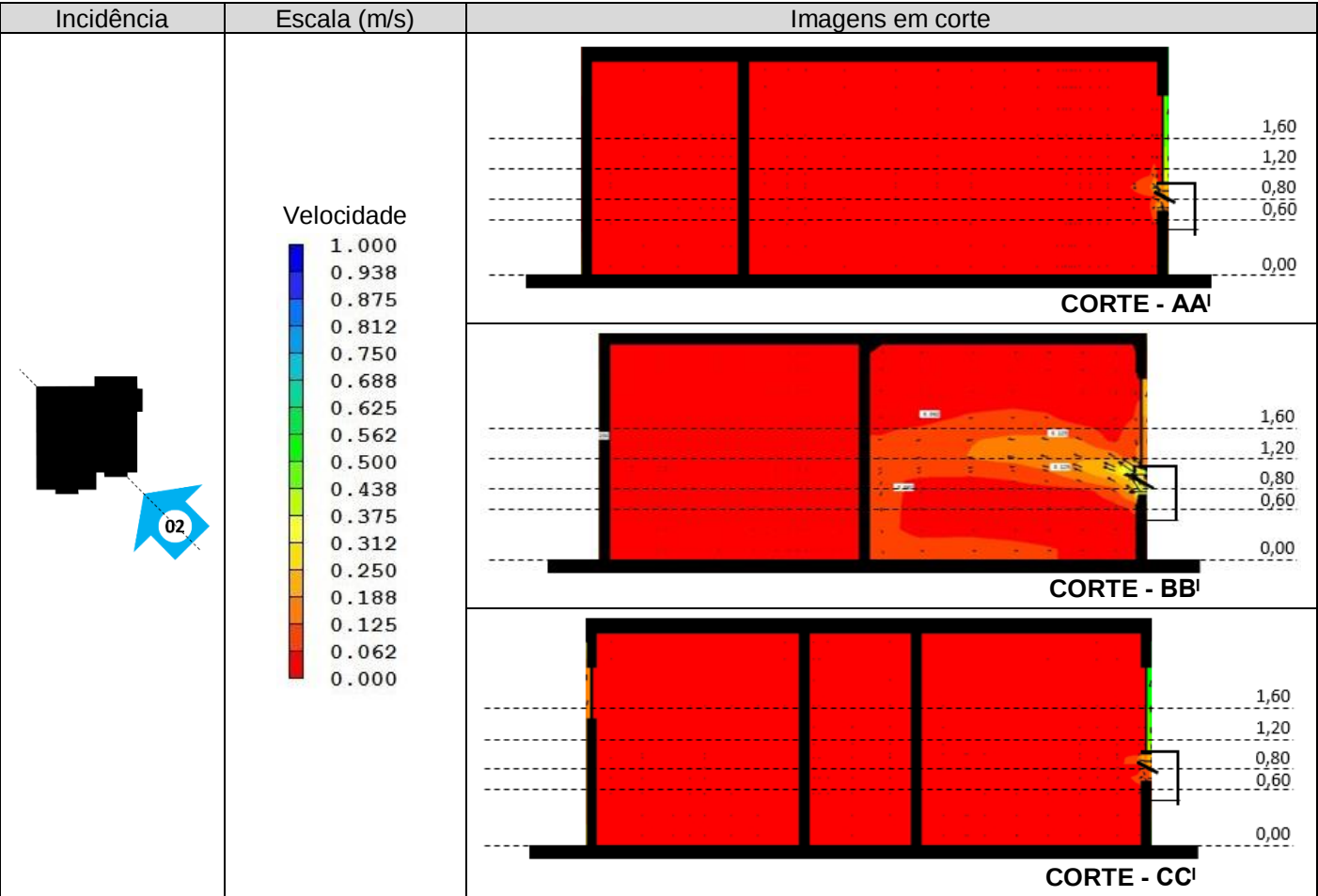
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 162 - JFPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



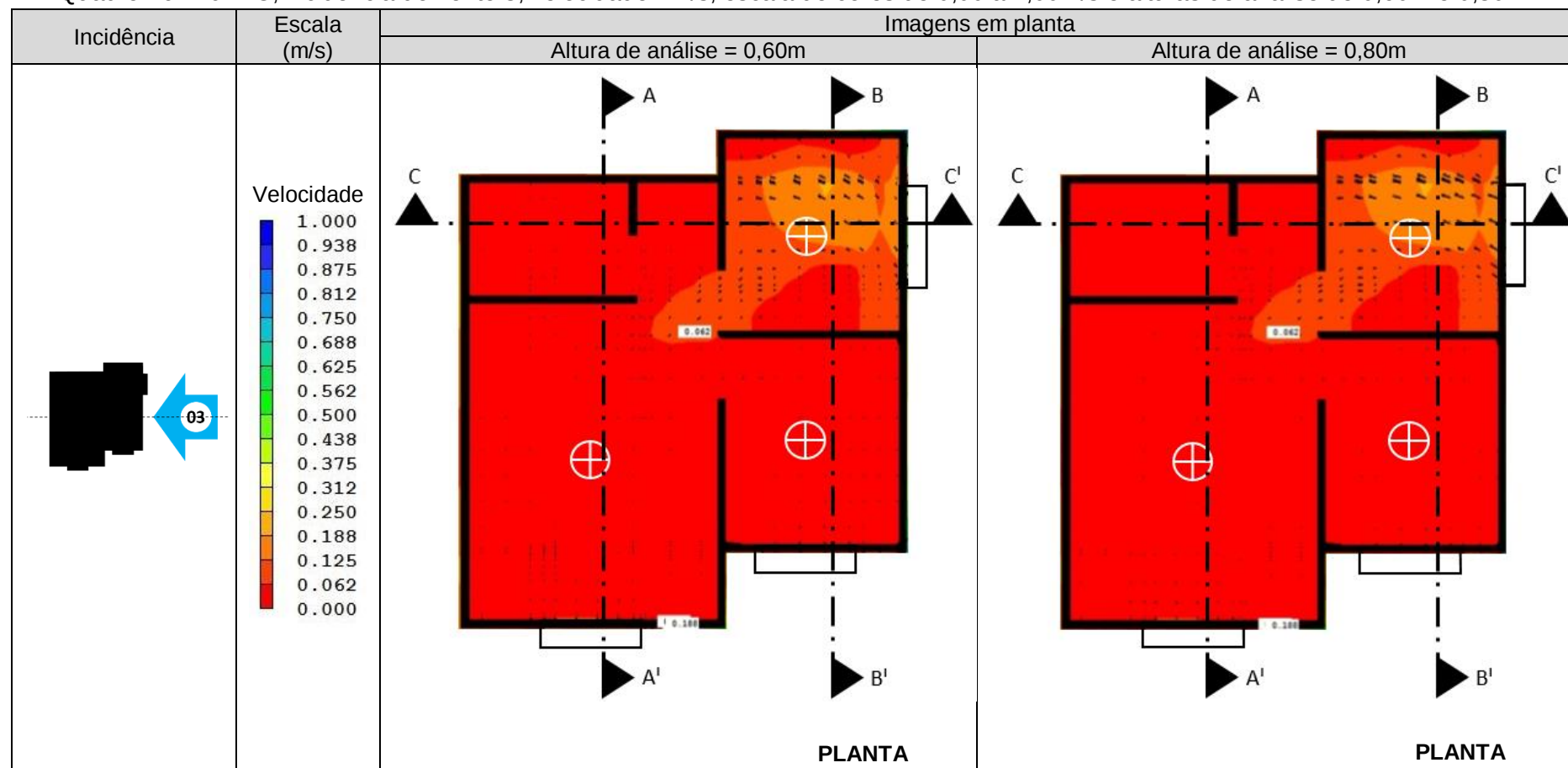
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 163 - Cortes, JFPC, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



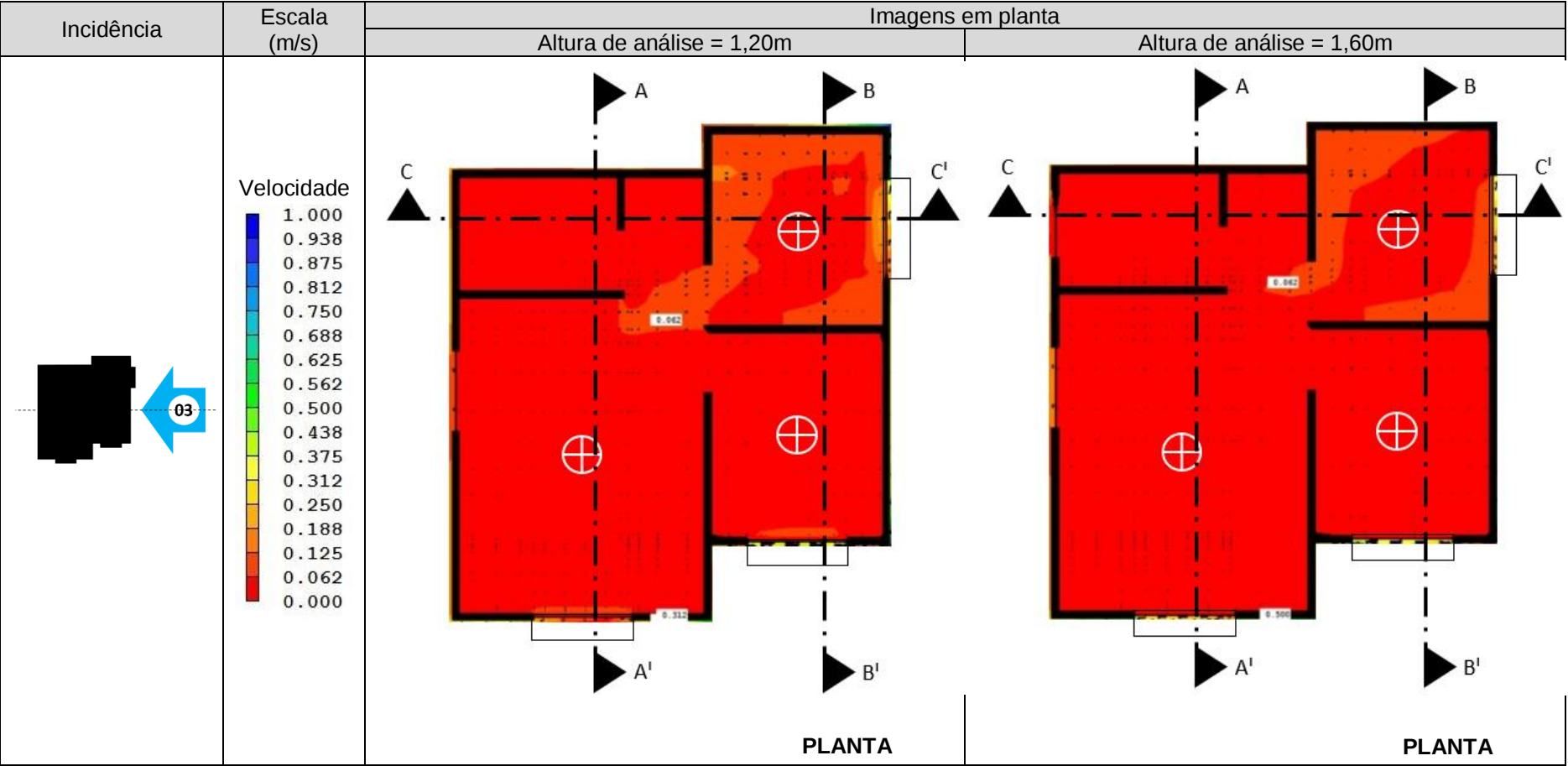
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 164 - JFPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



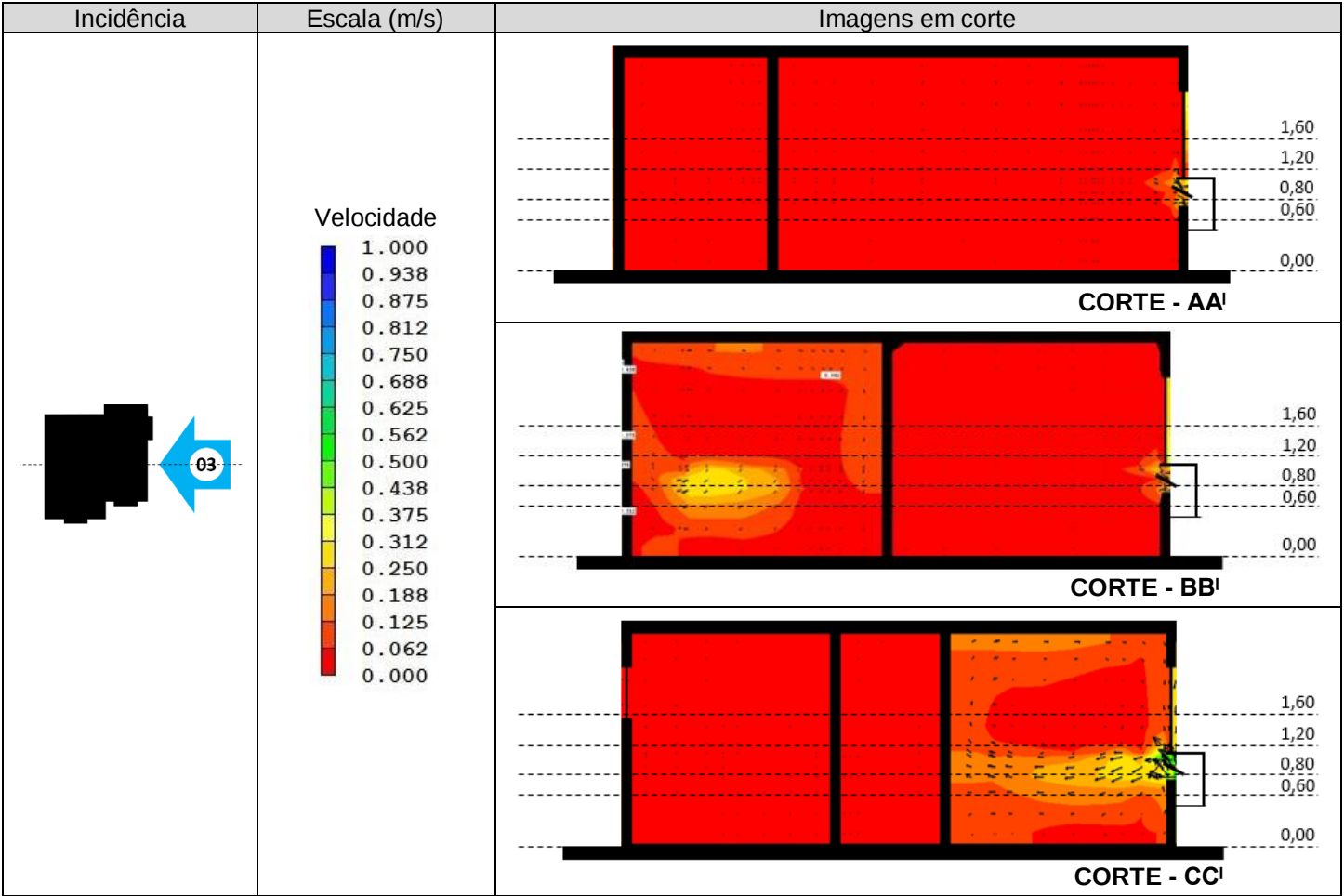
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 165 - JFPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 166 - Cortes, JFPC, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 167 - JFPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



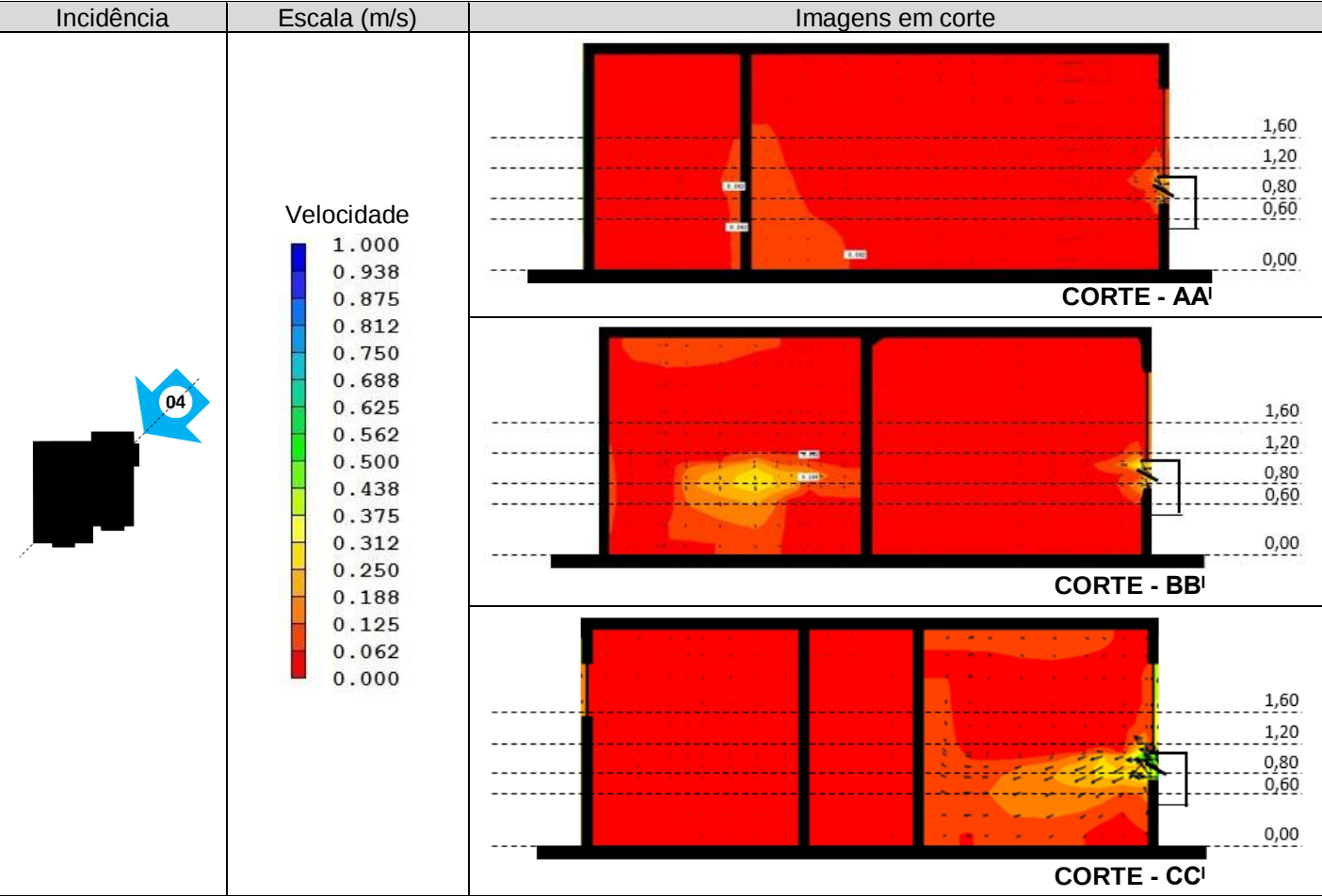
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 168 - JFPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



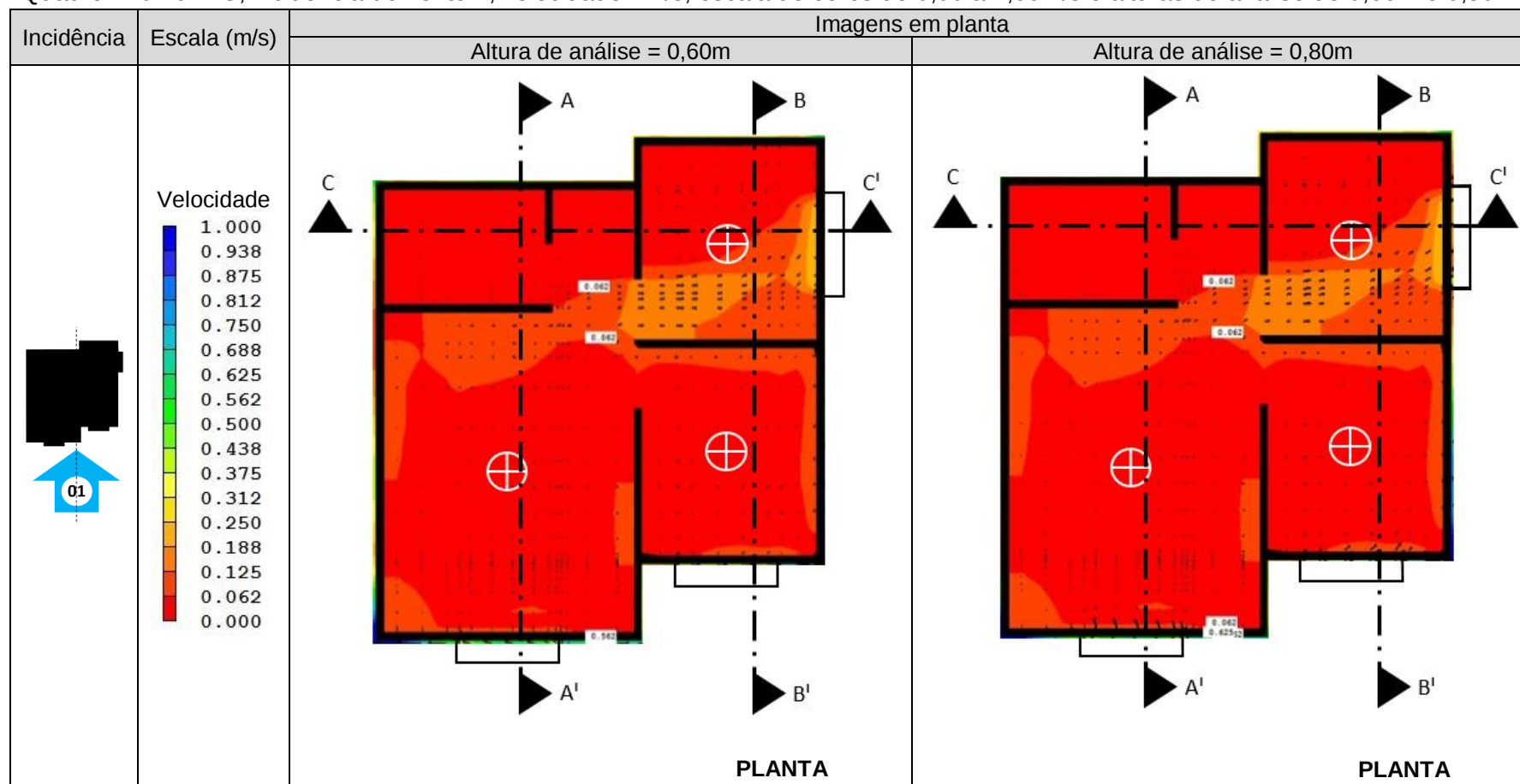
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 169 - Cortes, JFPC, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



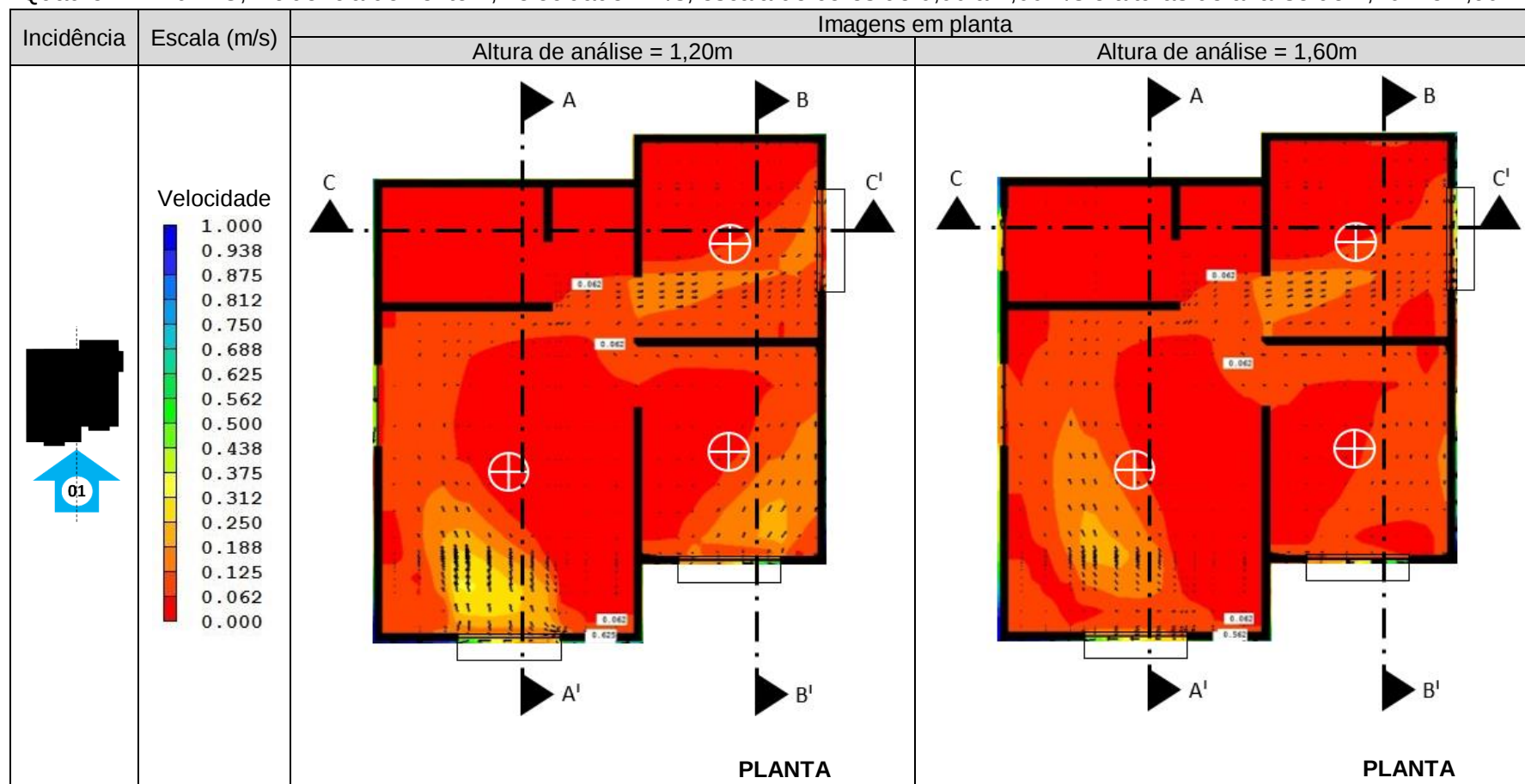
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 170 - JFPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



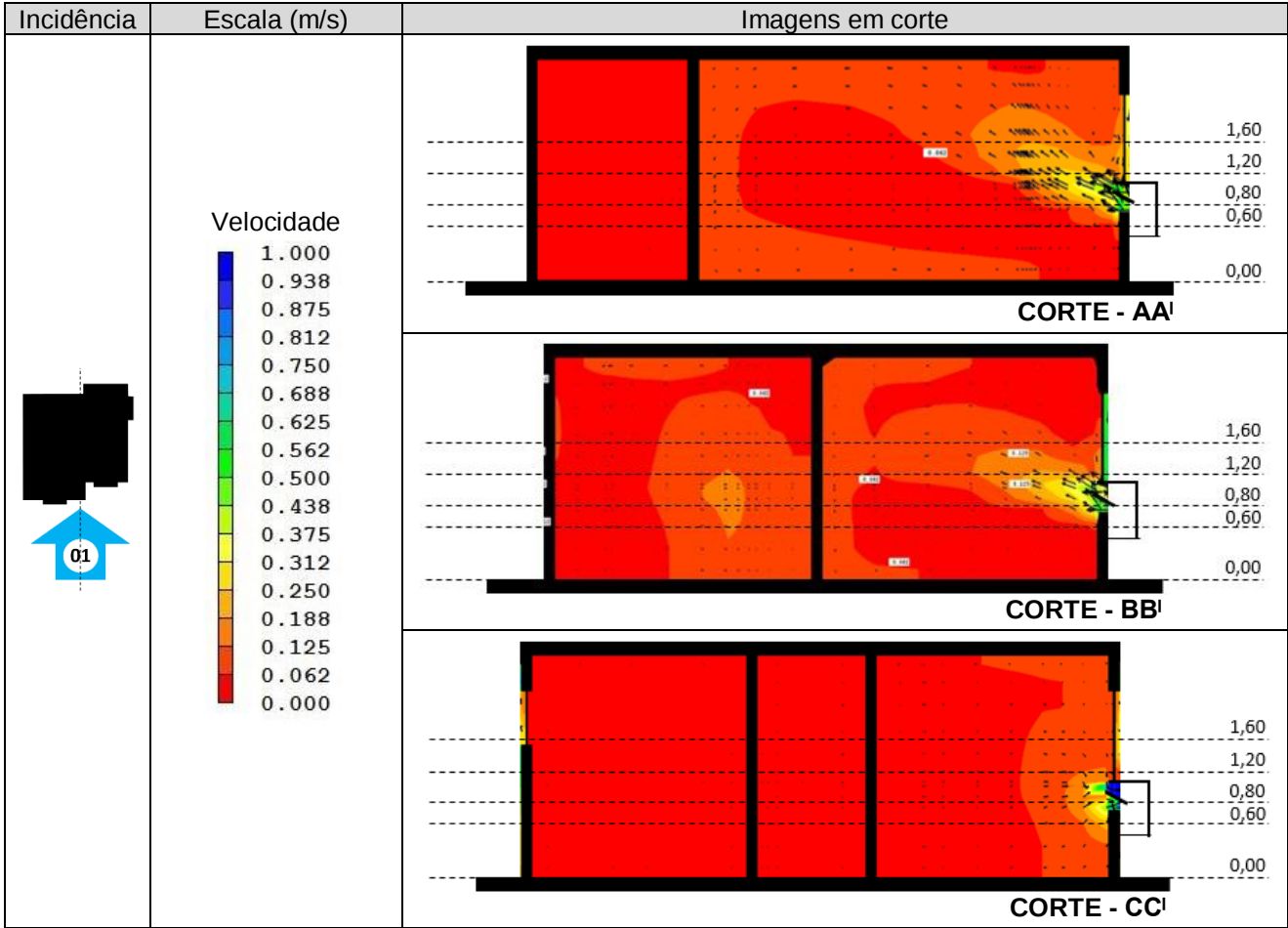
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 171 - JFPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



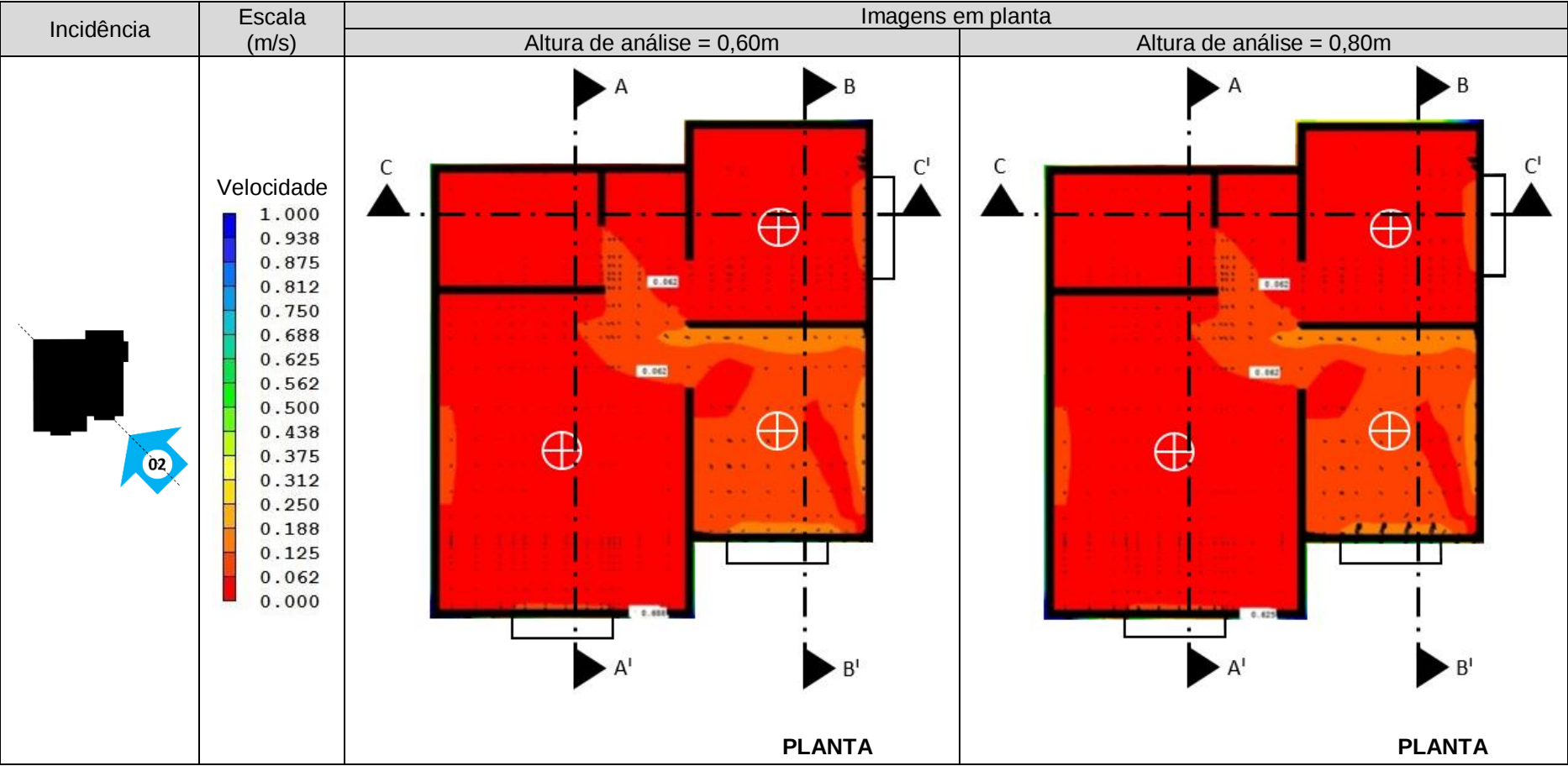
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 172 - Cortes, JFPC, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



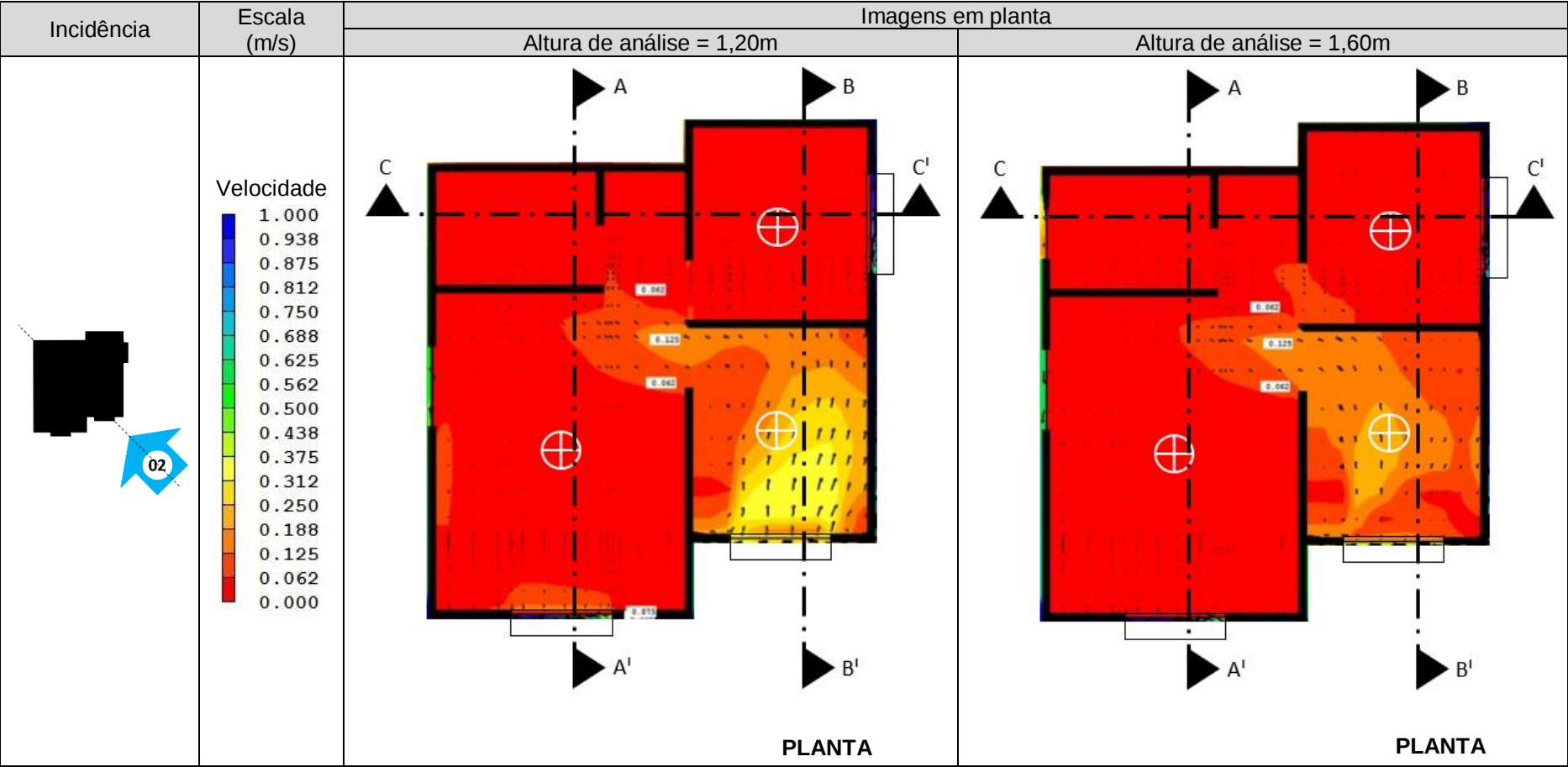
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 173 - JFPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



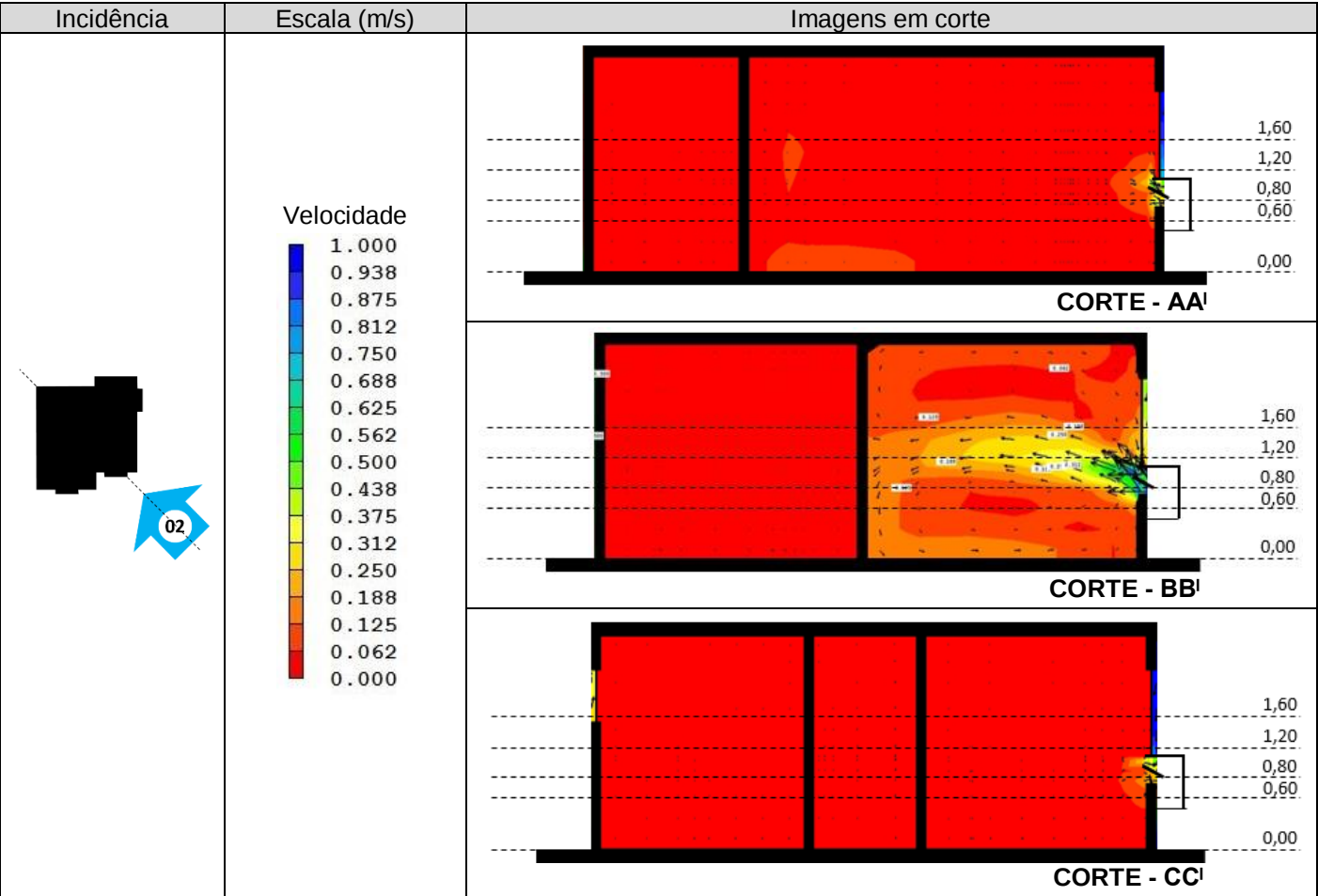
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 174 - JFPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



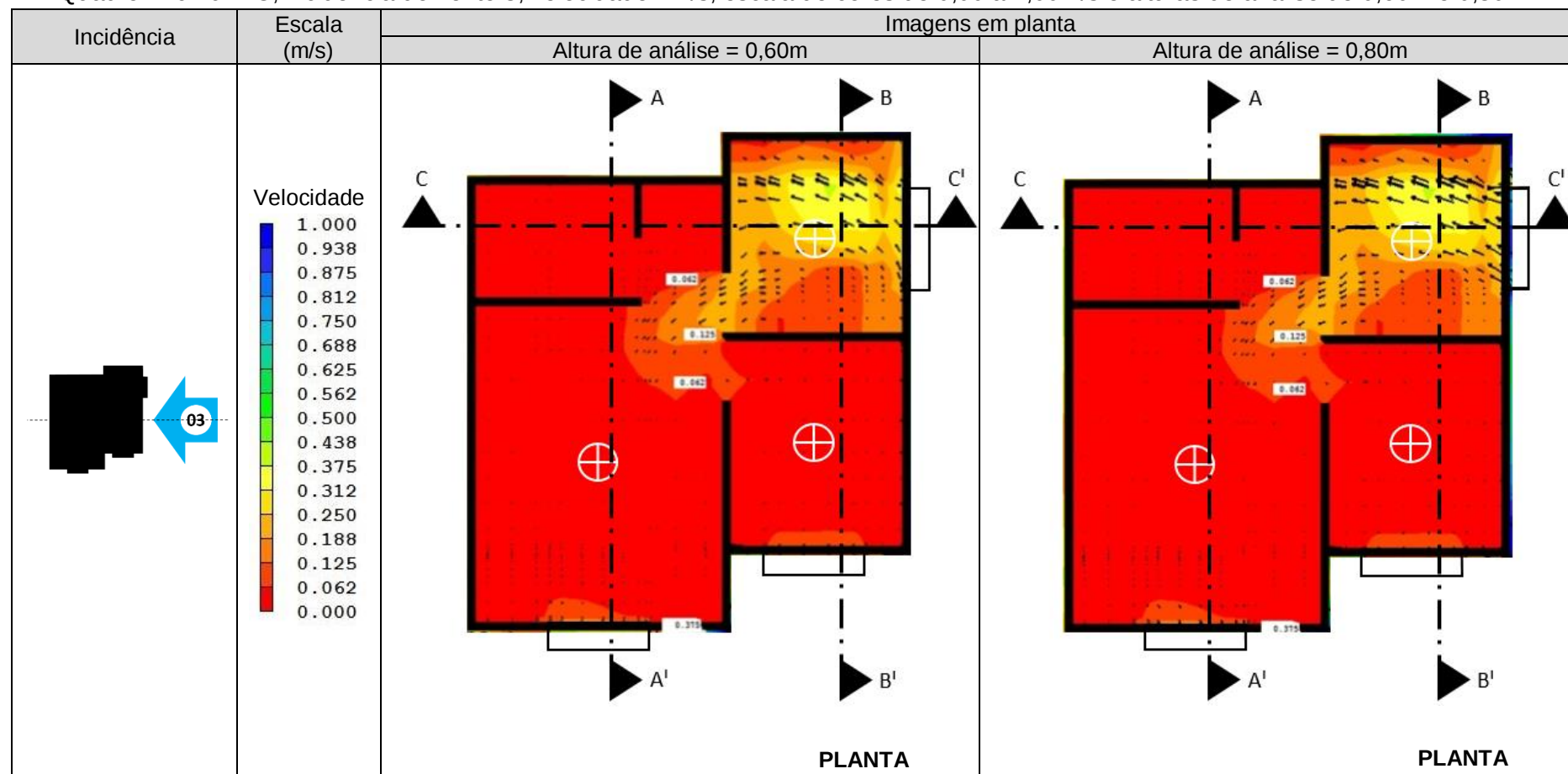
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 175 - Cortes, JFPC, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



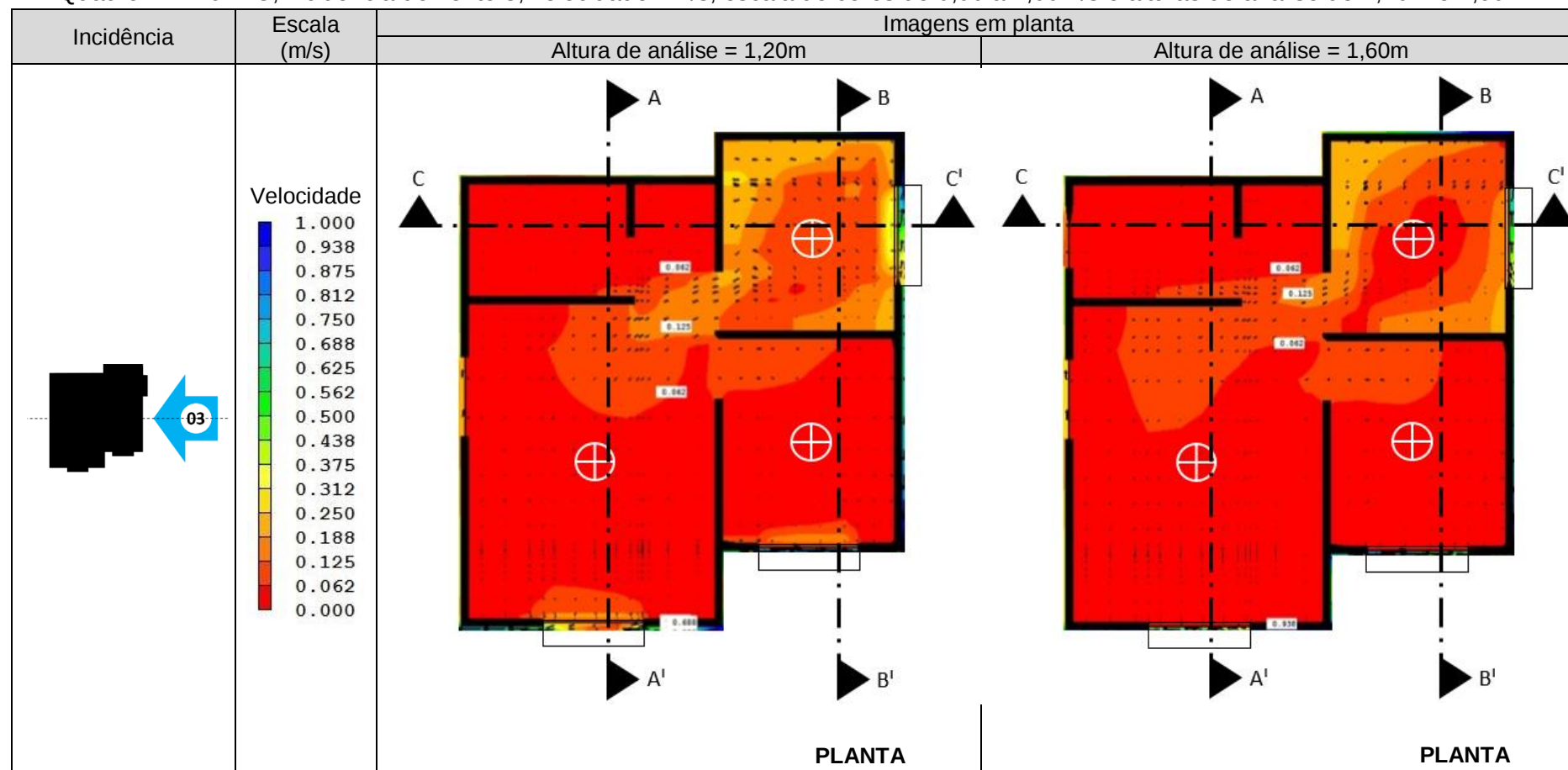
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 176 - JFPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



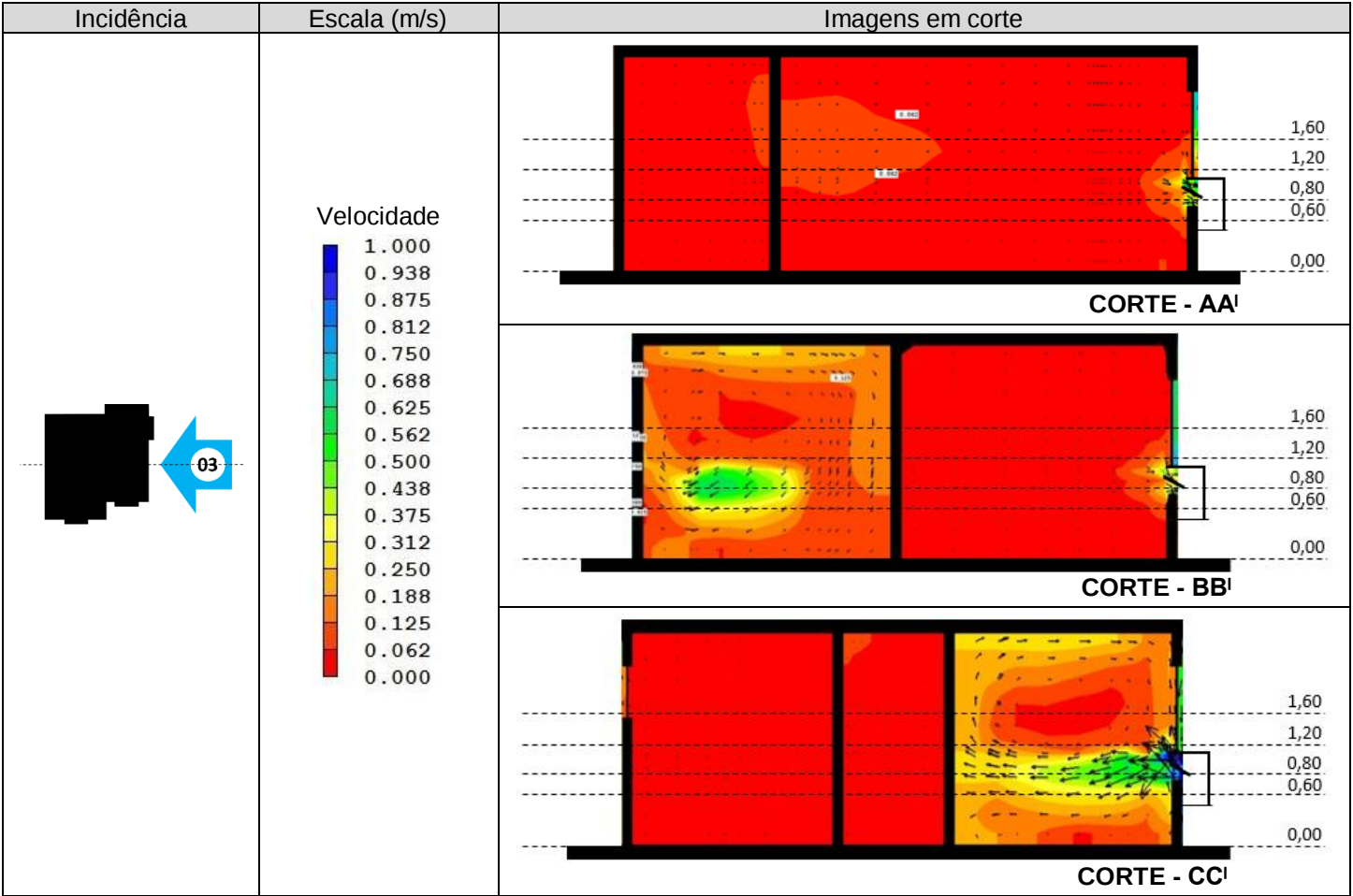
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 177 - JFPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 178 - Cortes, JFPC, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 179 - JFPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



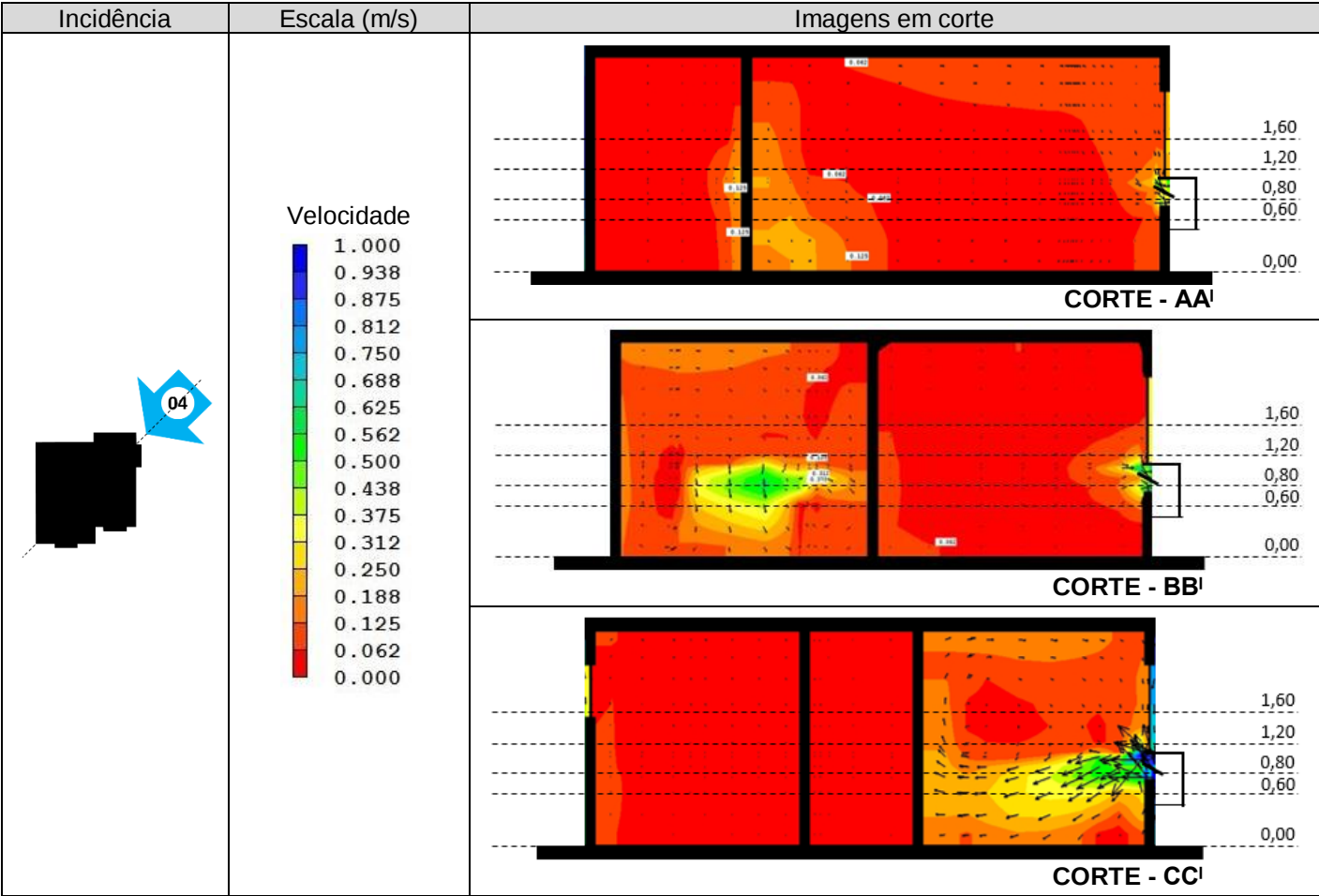
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 180 - JFPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 181 - Cortes, JFPC, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

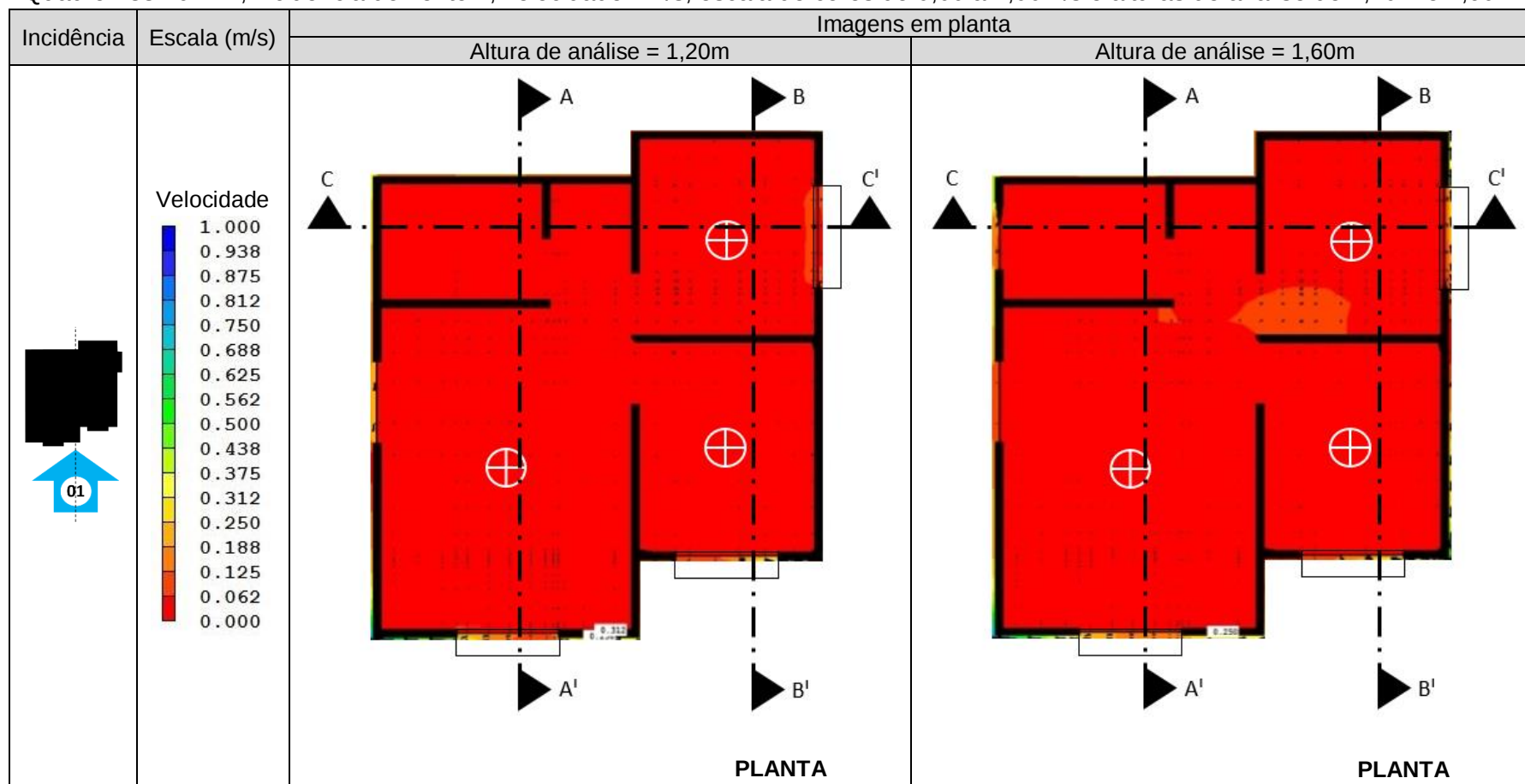
vi. Janelas fechadas e fechamento do peitoril ventilado pivotante voltado para baixo com ângulo de 30° - JFPB

Quadro 182 - JFPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



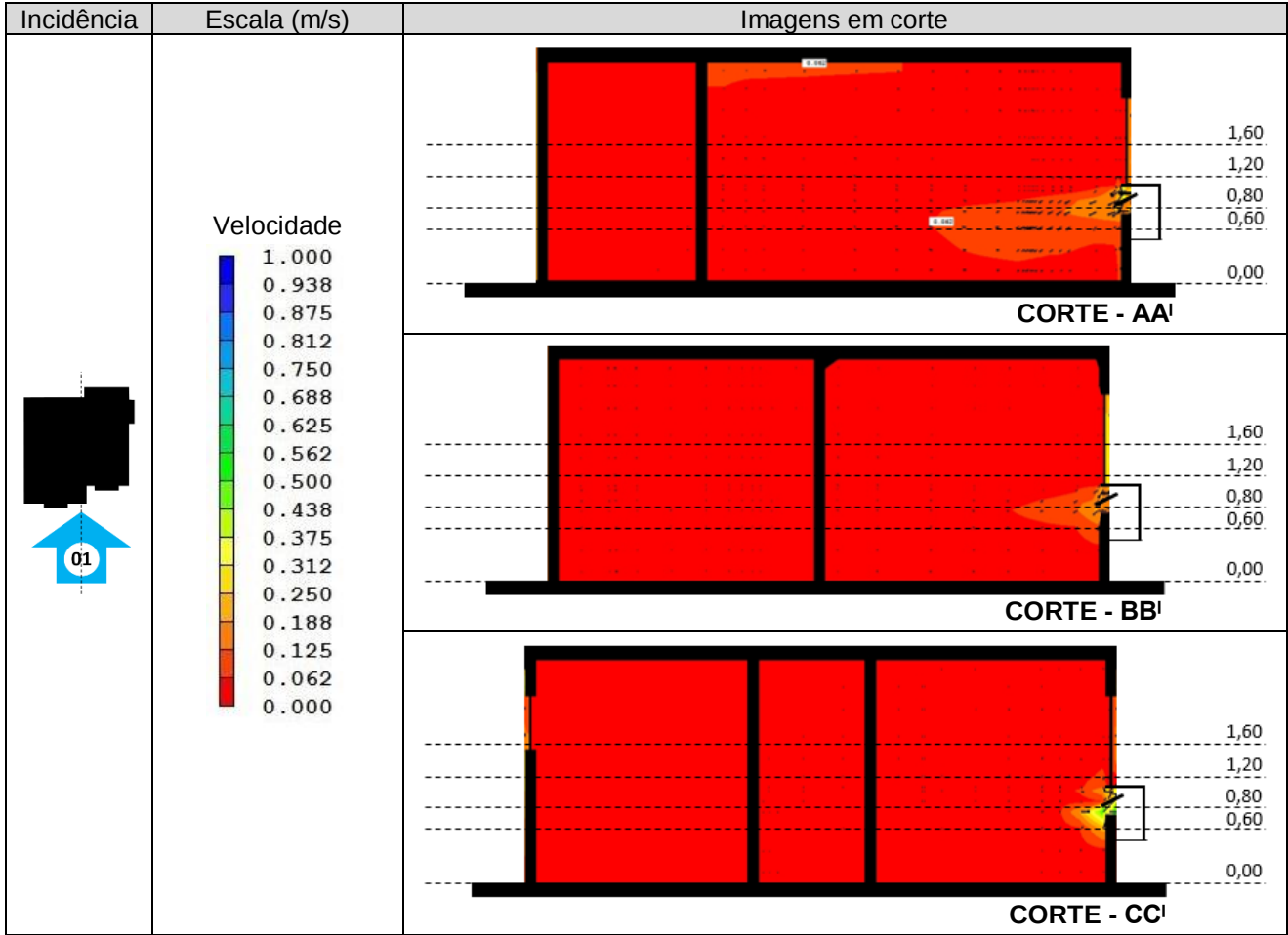
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 183 - JFPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



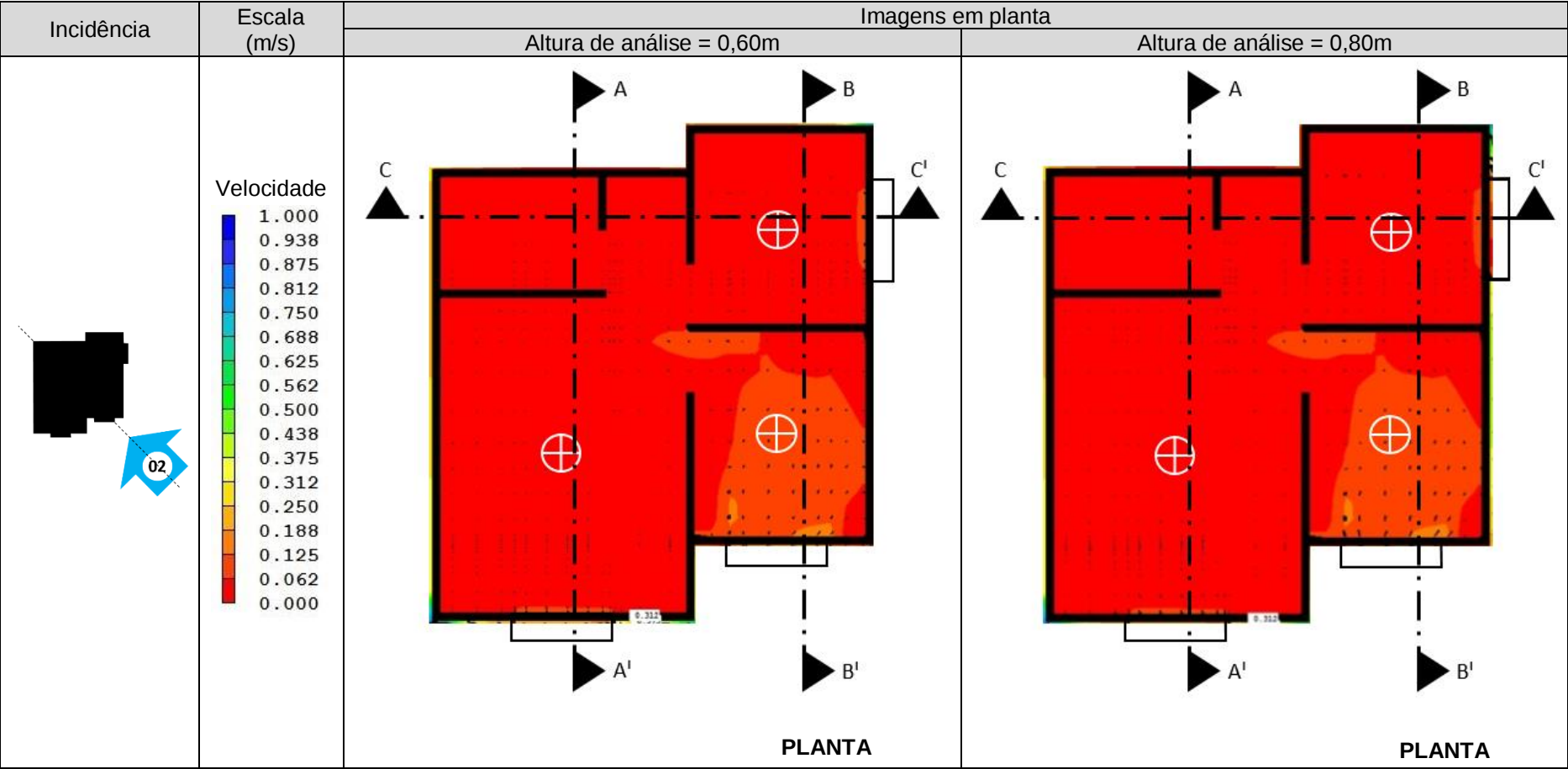
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 184 - Cortes, JFPB, incidência do vento 1, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



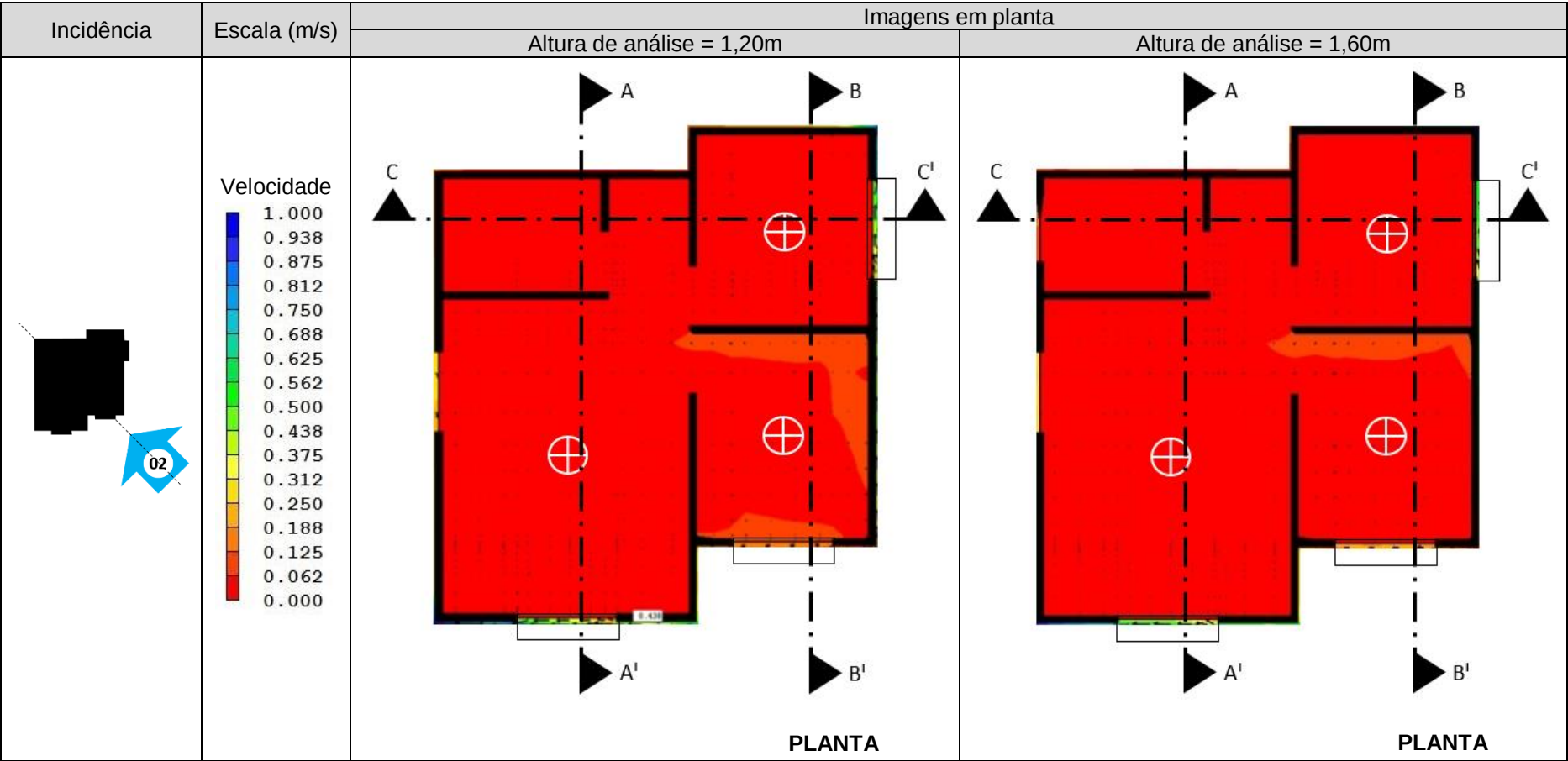
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 185 - JFPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



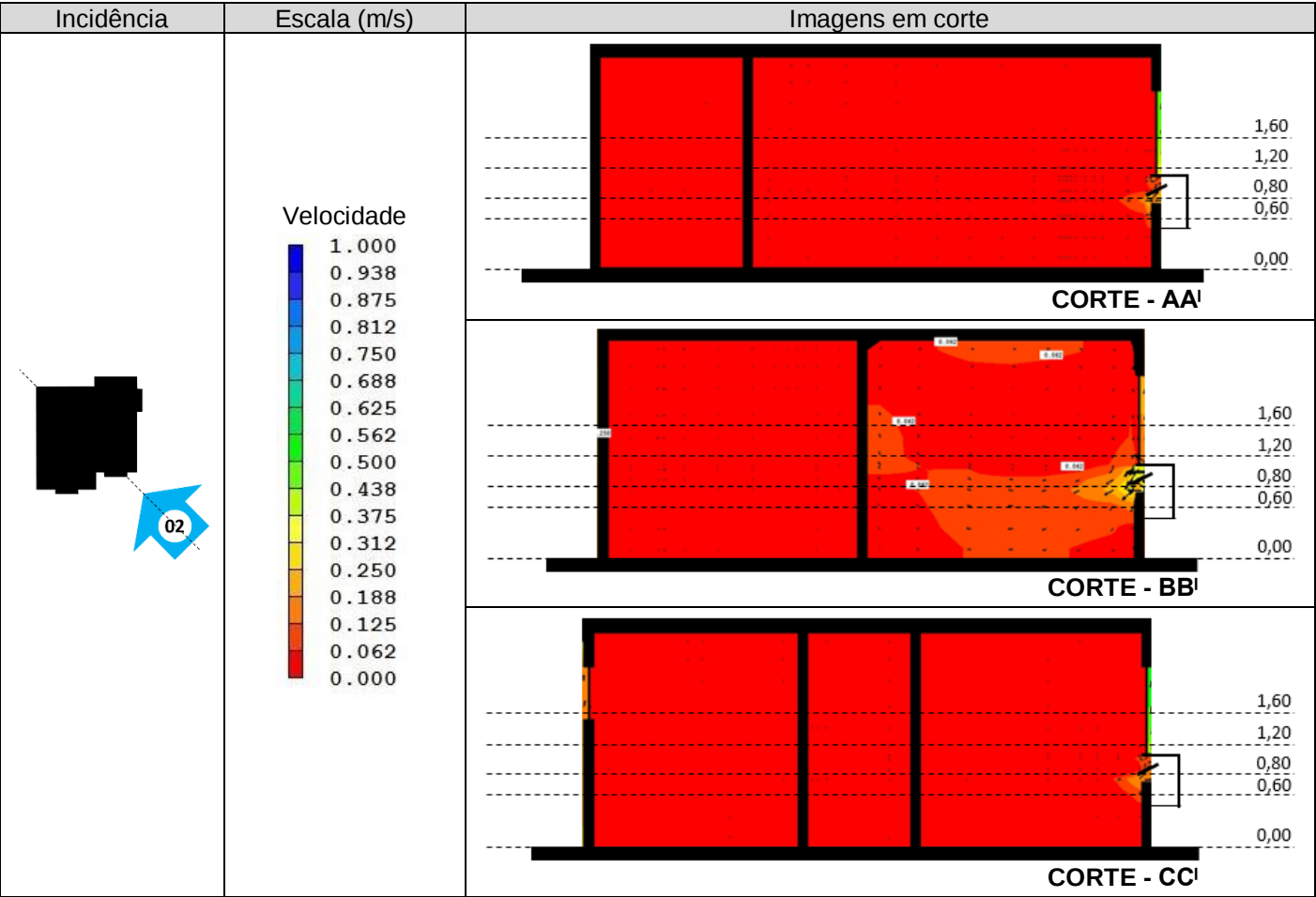
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 186 - JFPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



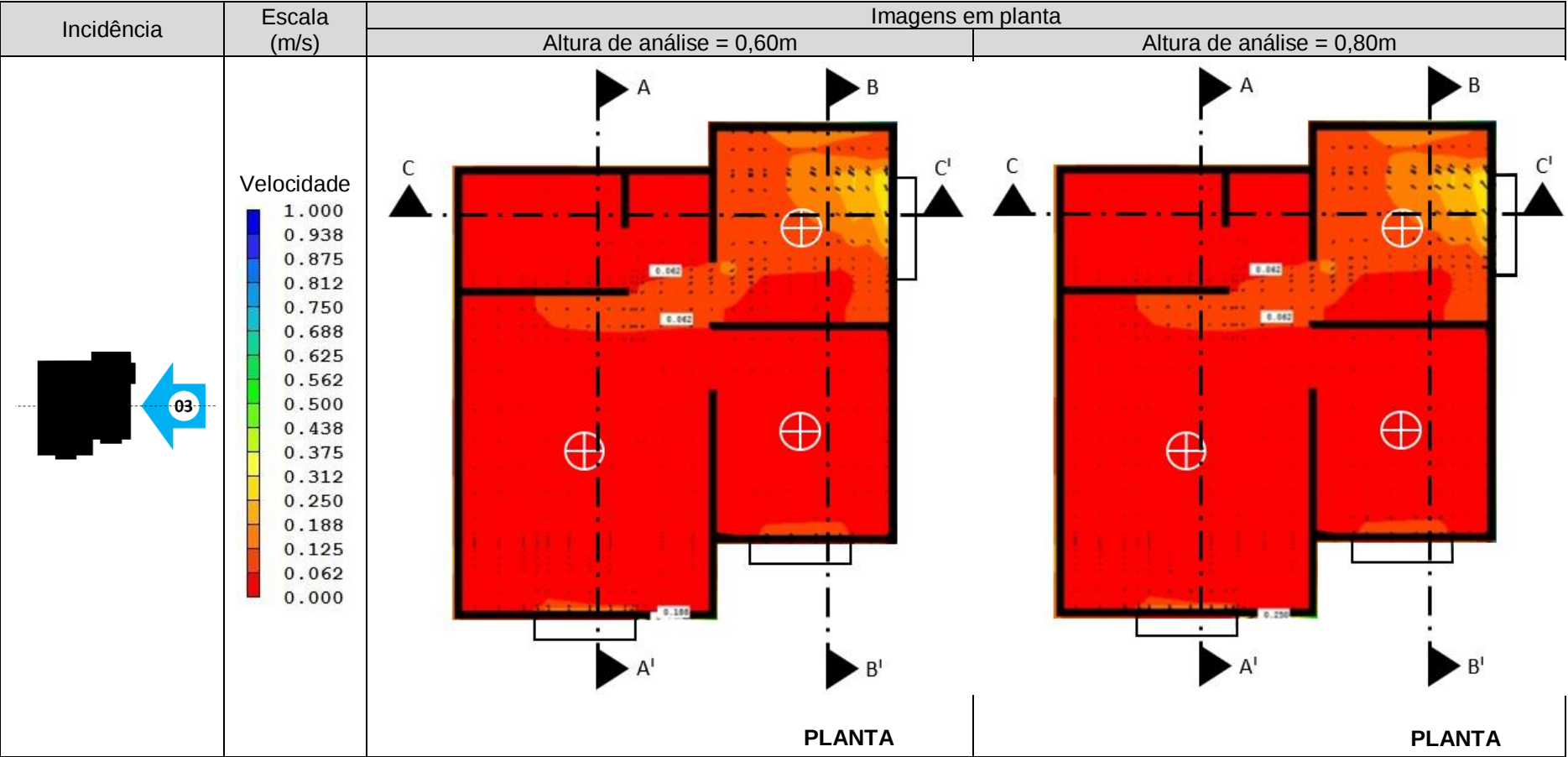
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 187 - Cortes, JFPB, incidência do vento 2, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



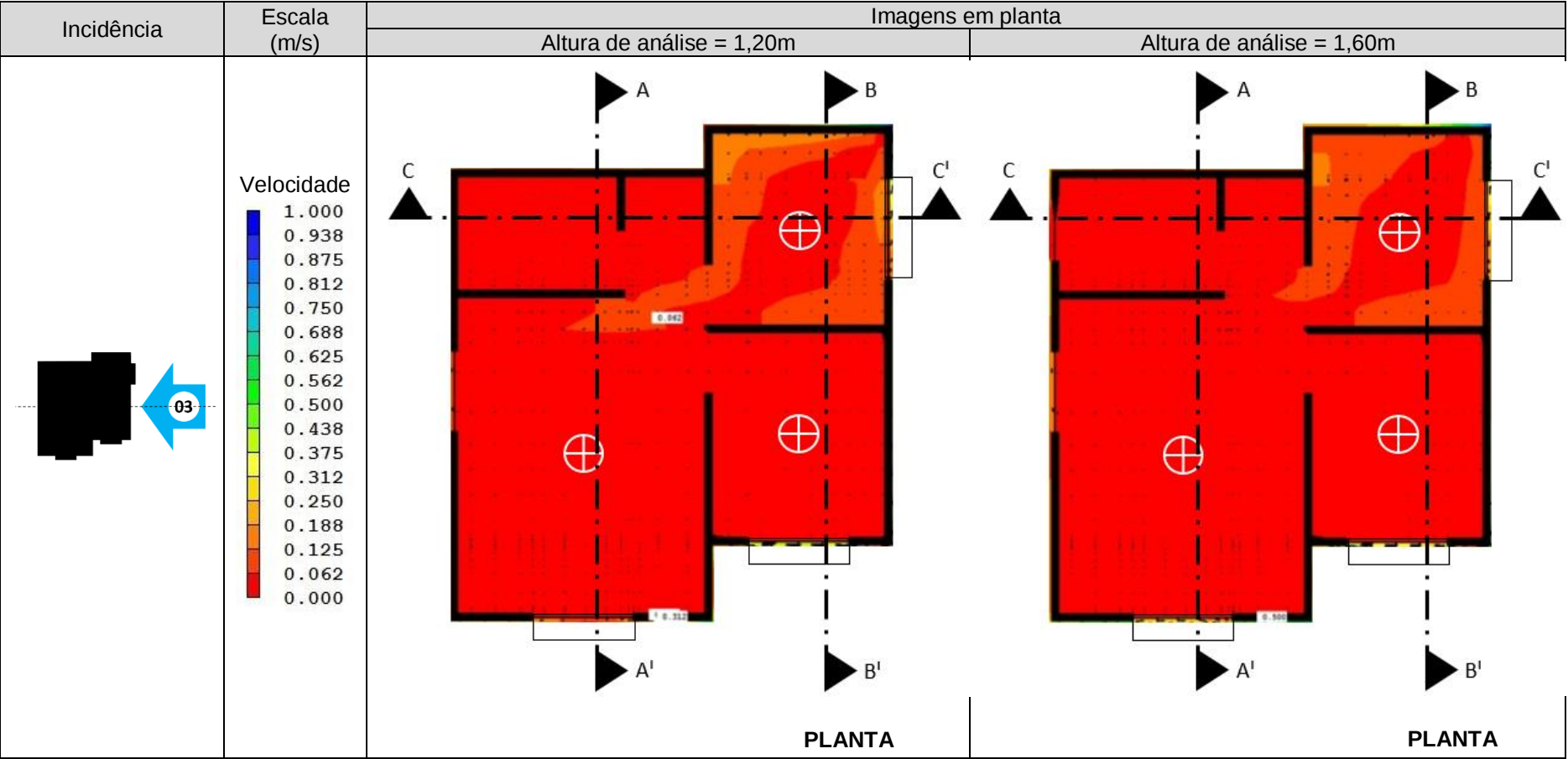
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 188 - JFPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



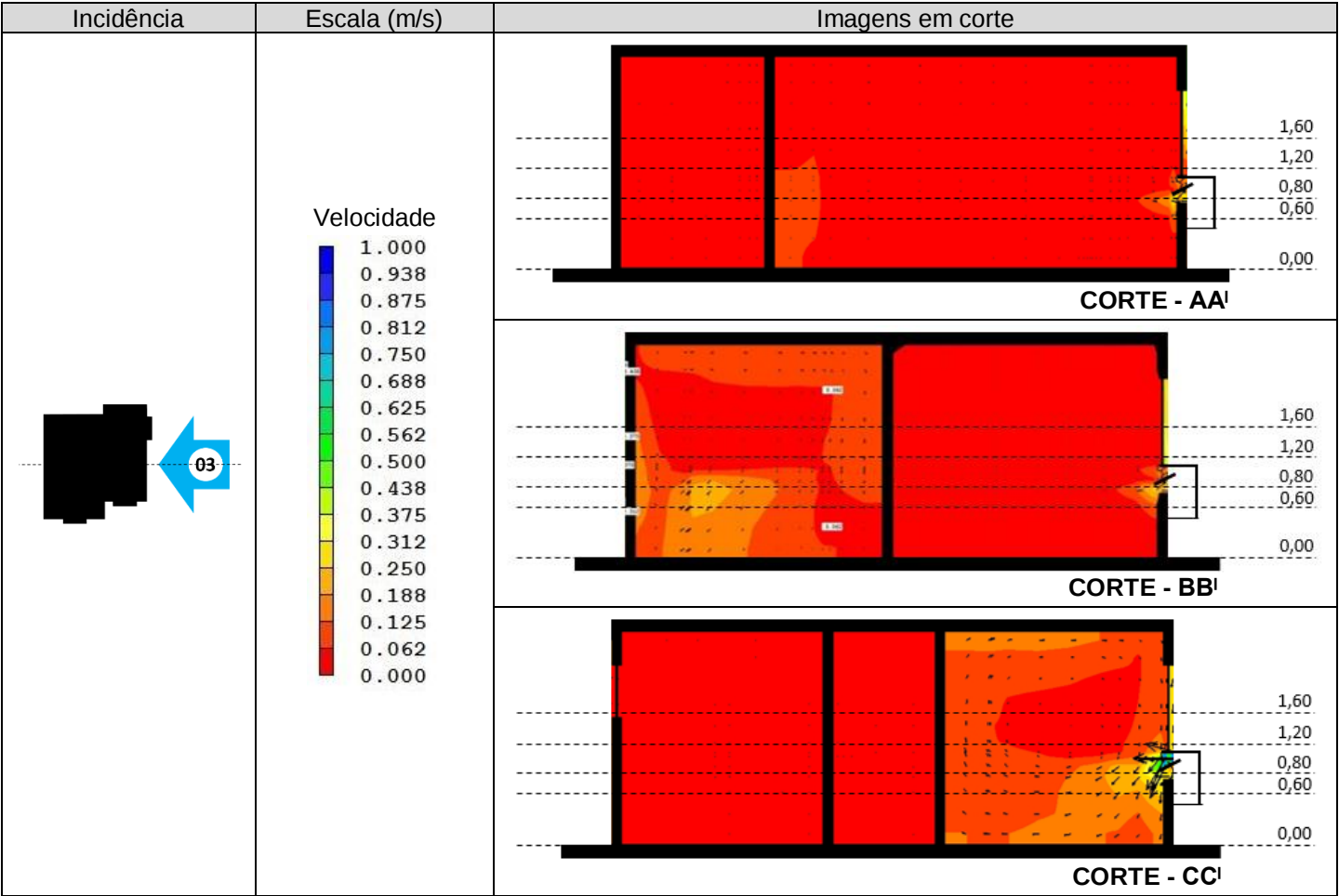
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 189 - JFPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 190 - Cortes, JFPB, incidência do vento 3, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 191 - JFPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



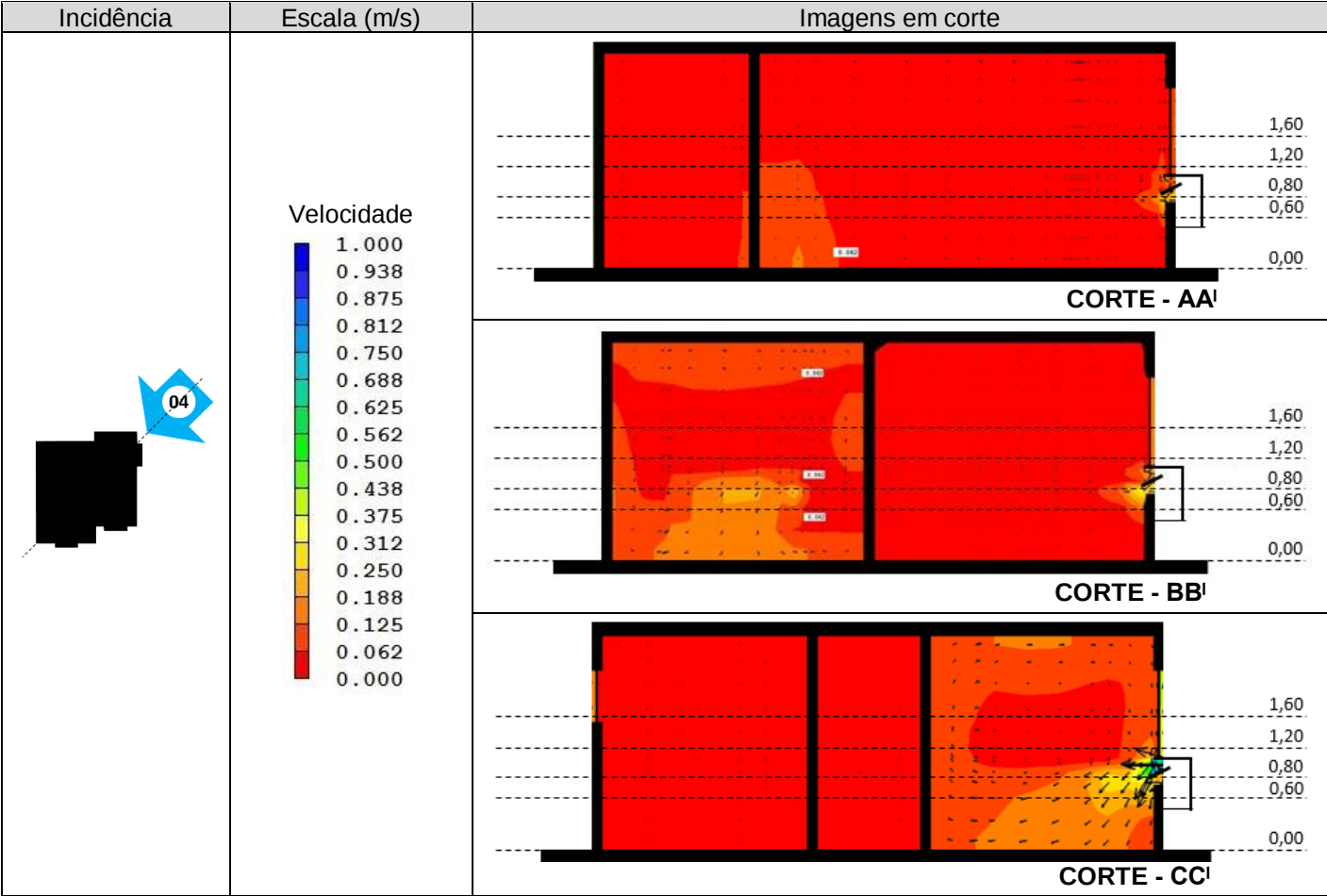
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 192 - JFPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



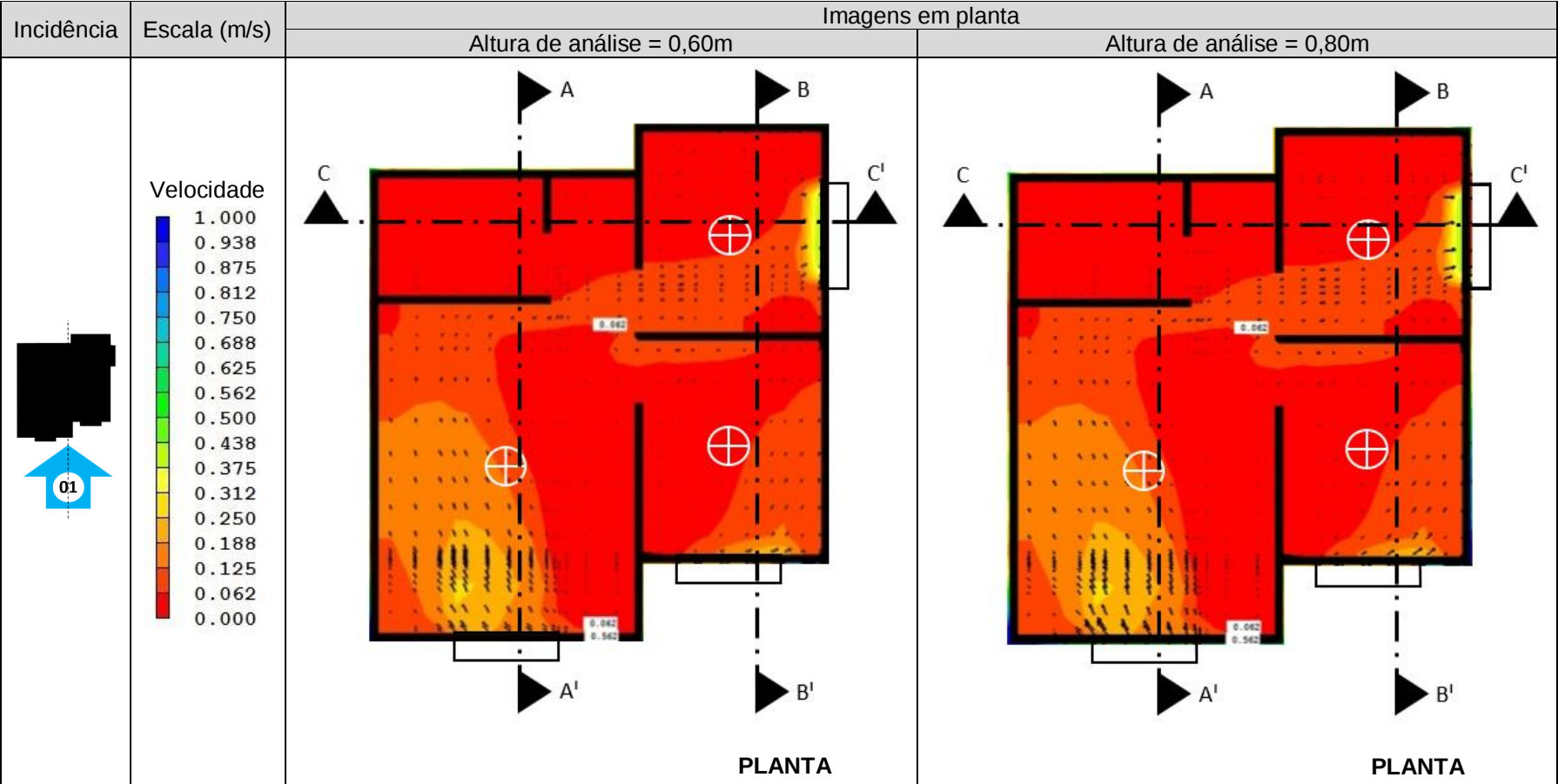
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 193 - Cortes, JFPB, incidência do vento 4, velocidade 2m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



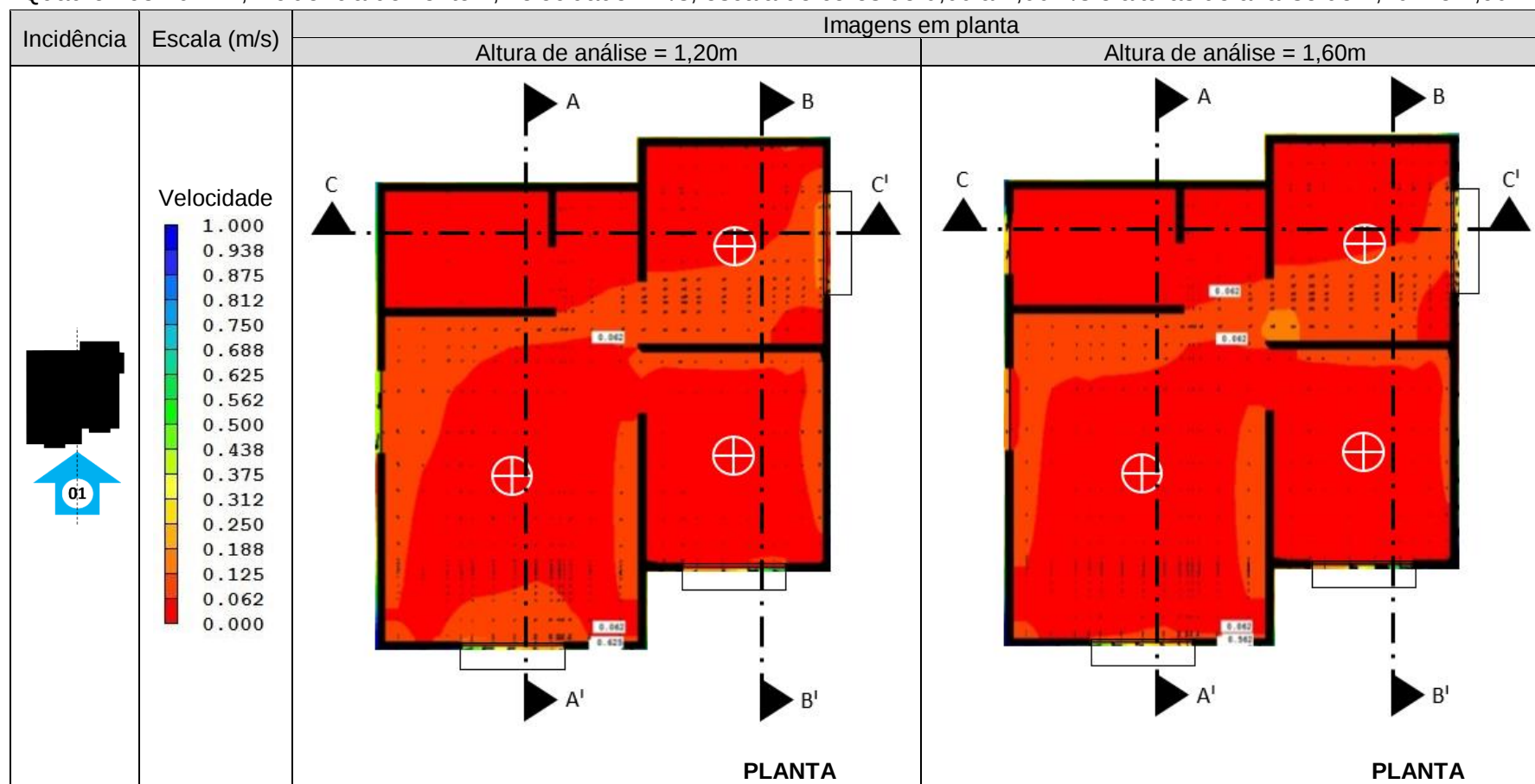
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 194 - JFPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



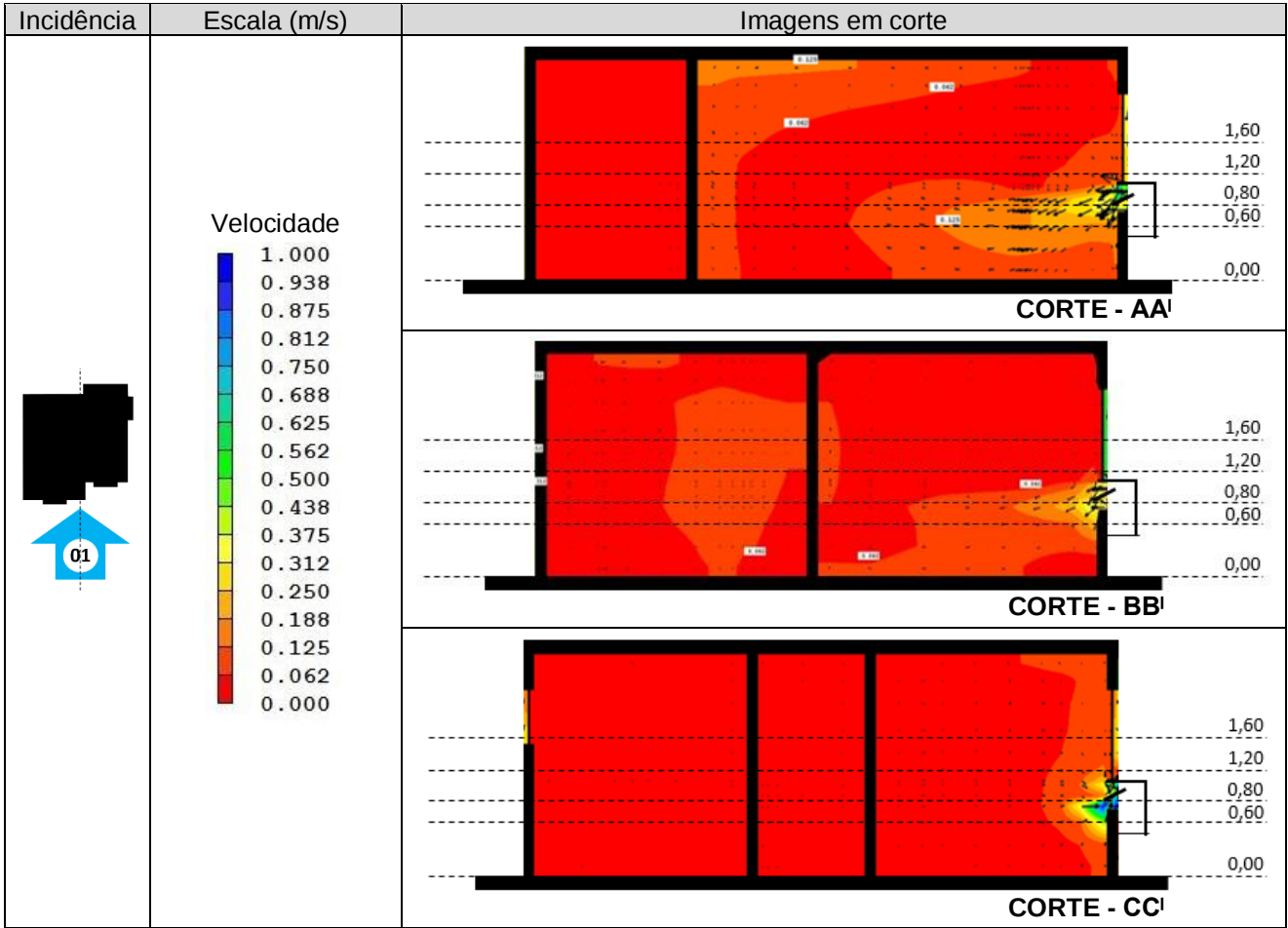
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 195 - JFPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



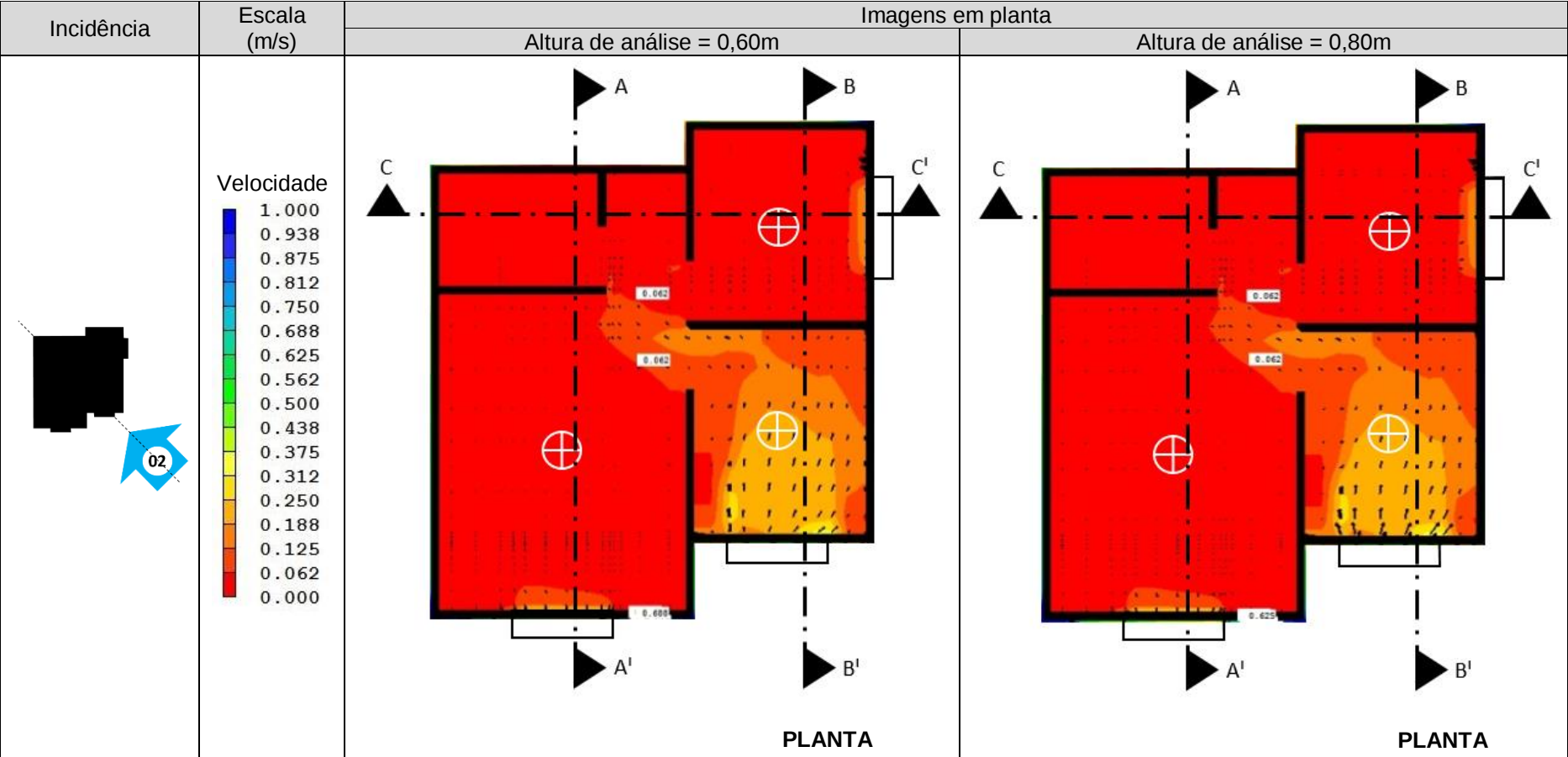
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 196 - Cortes, JFPB, incidência do vento 1, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



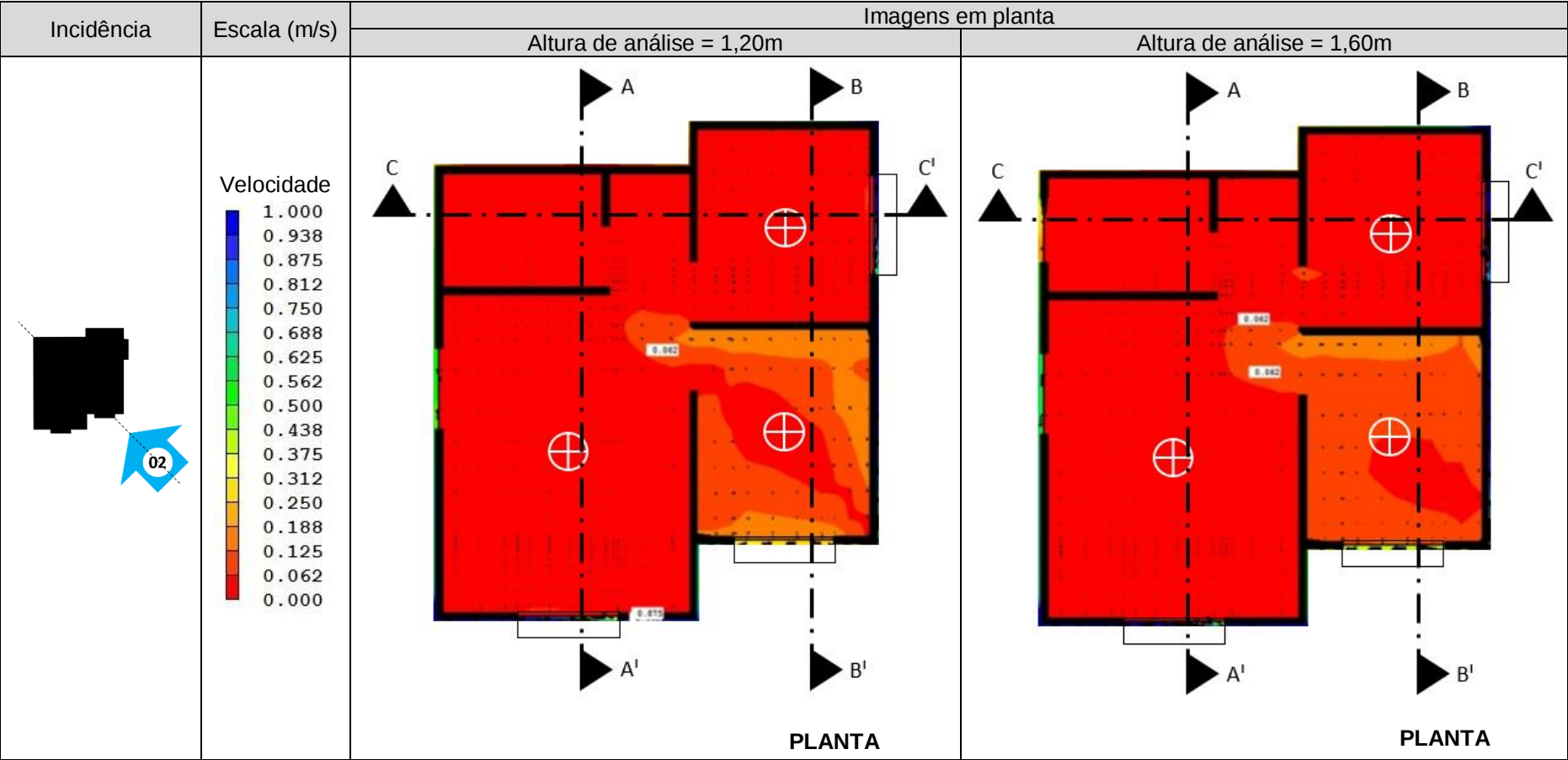
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 197 - JFPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



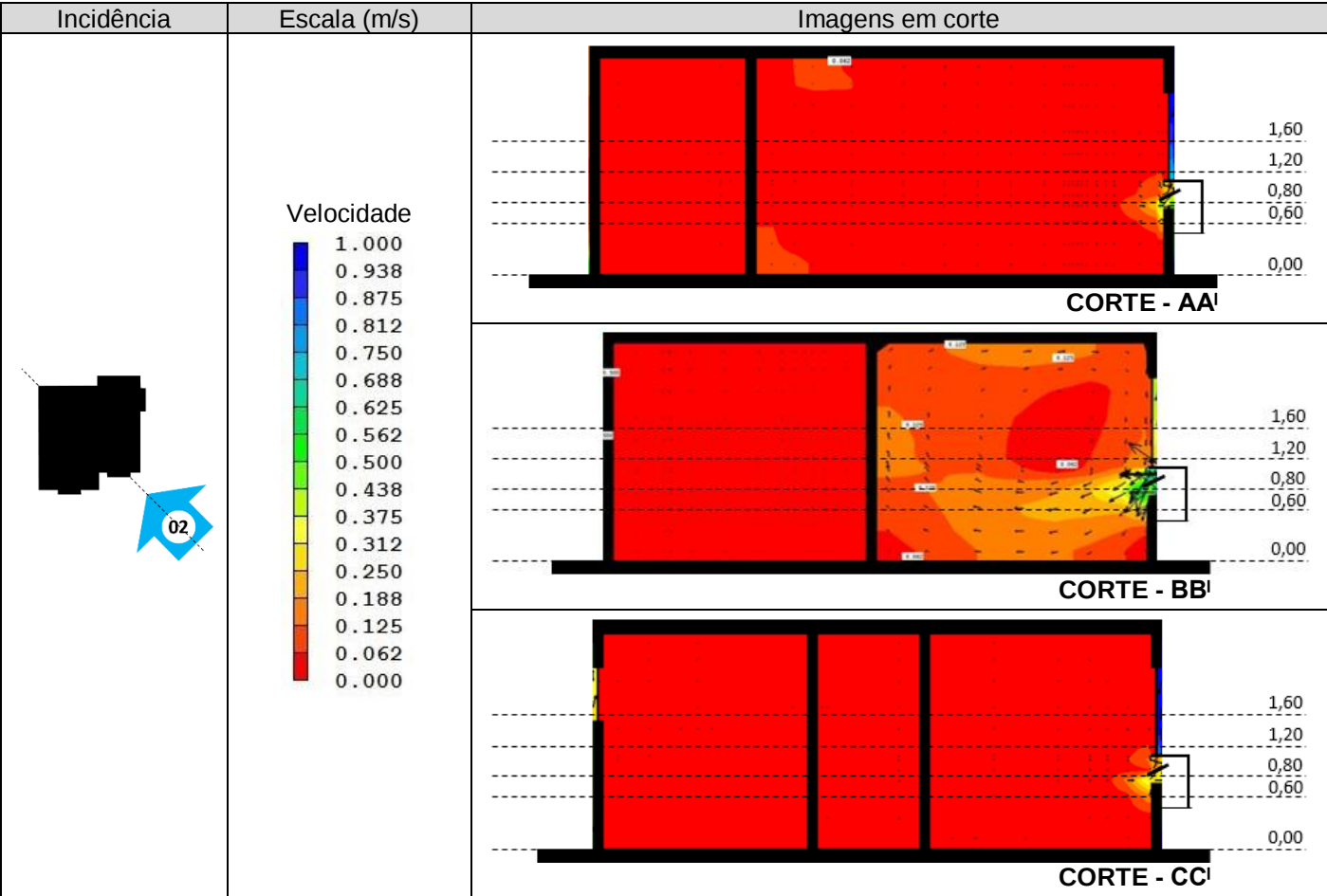
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 198 - JFPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



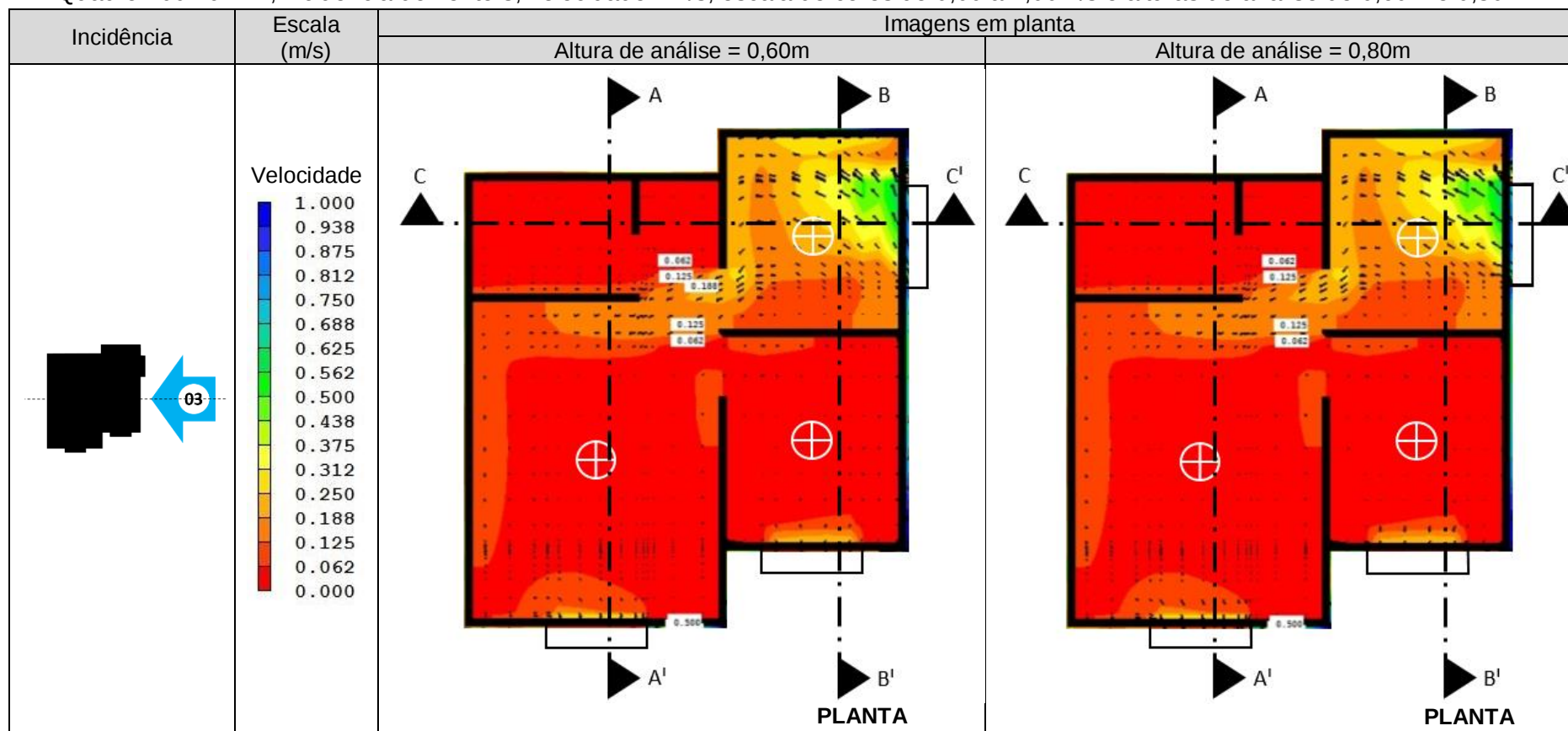
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 199 - Cortes, JFPB, incidência do vento 2, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



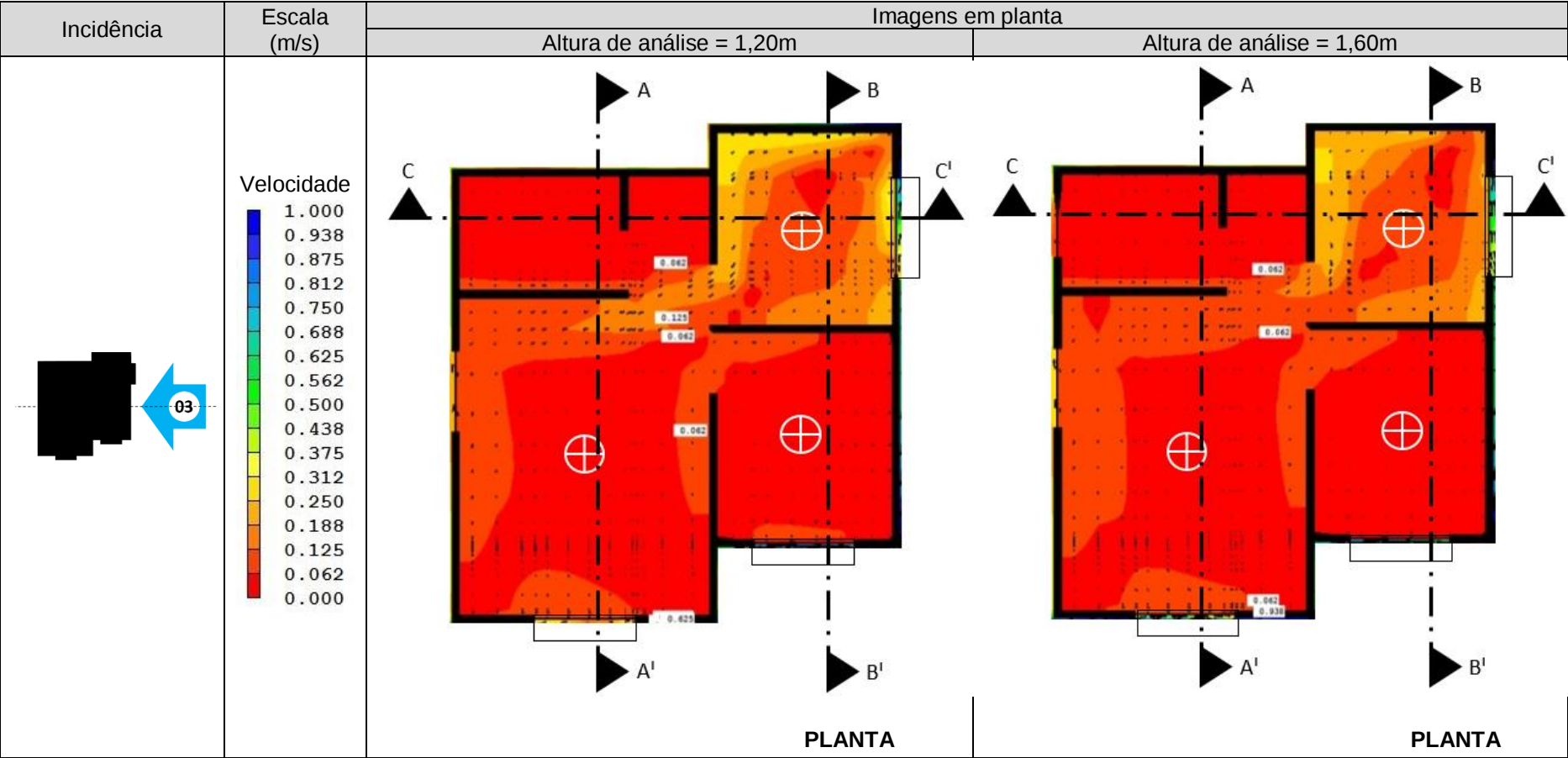
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 200 - JFPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



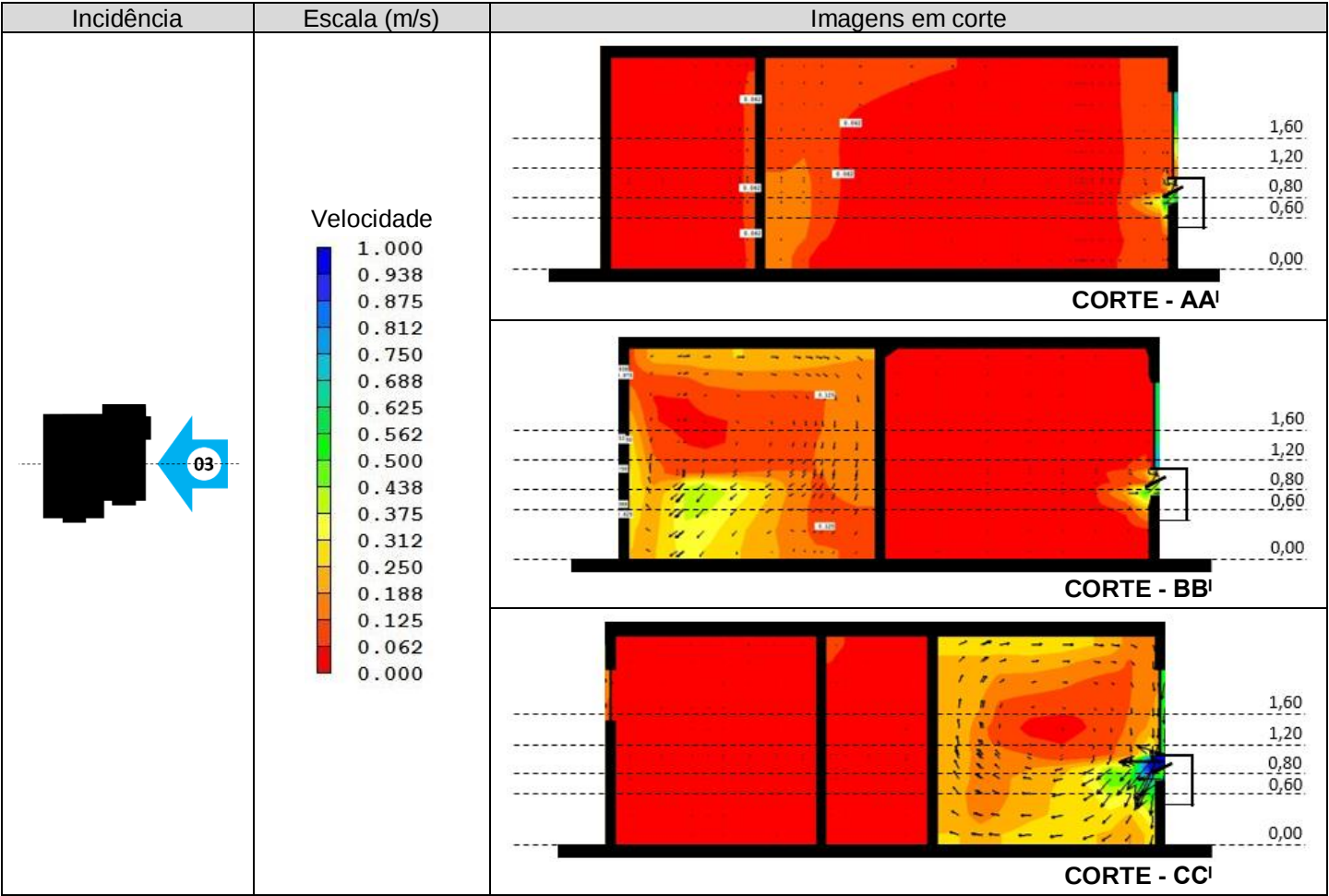
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 201 - JFPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



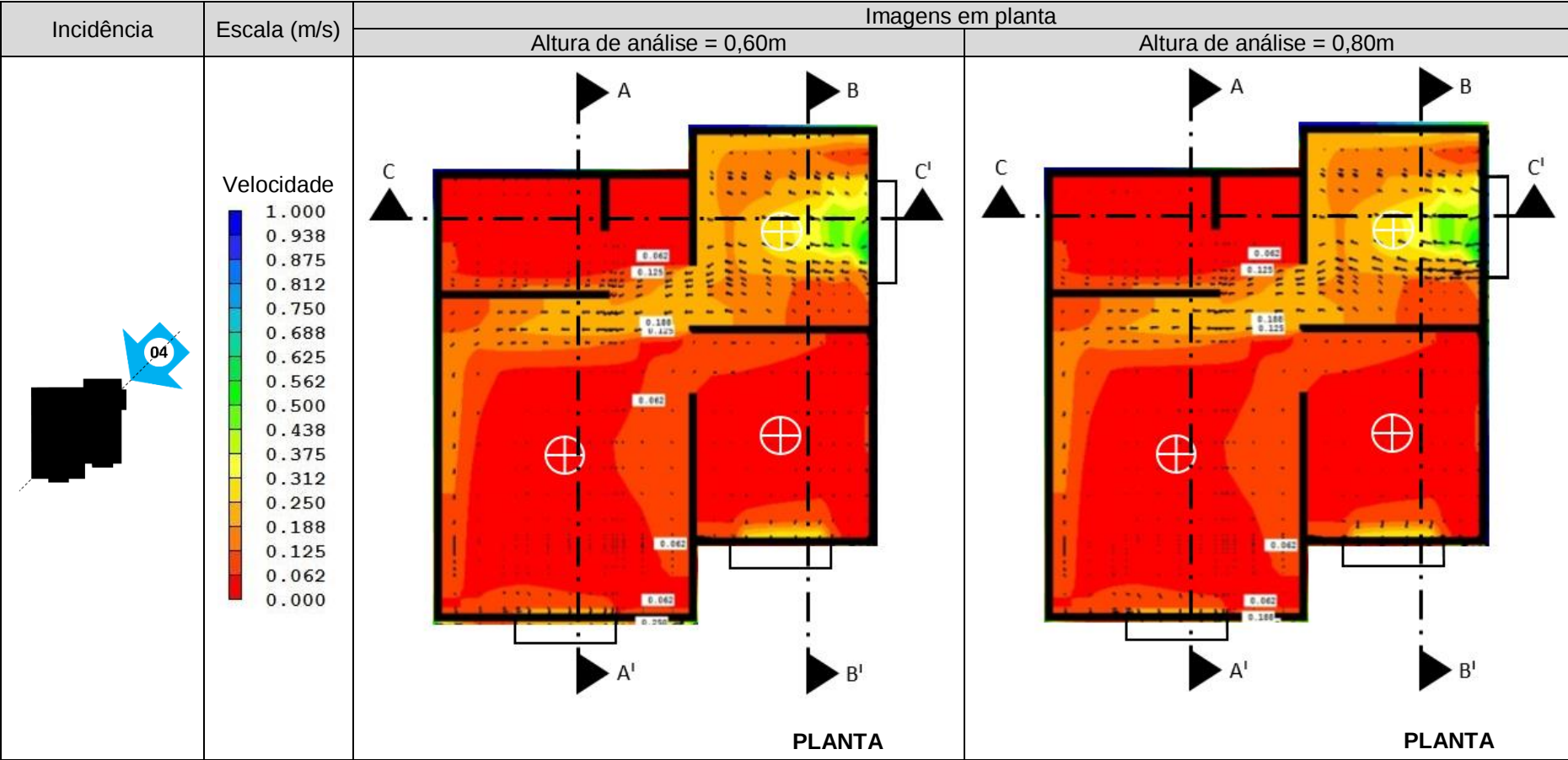
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 202 - Cortes, JFPB, incidência do vento 3, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



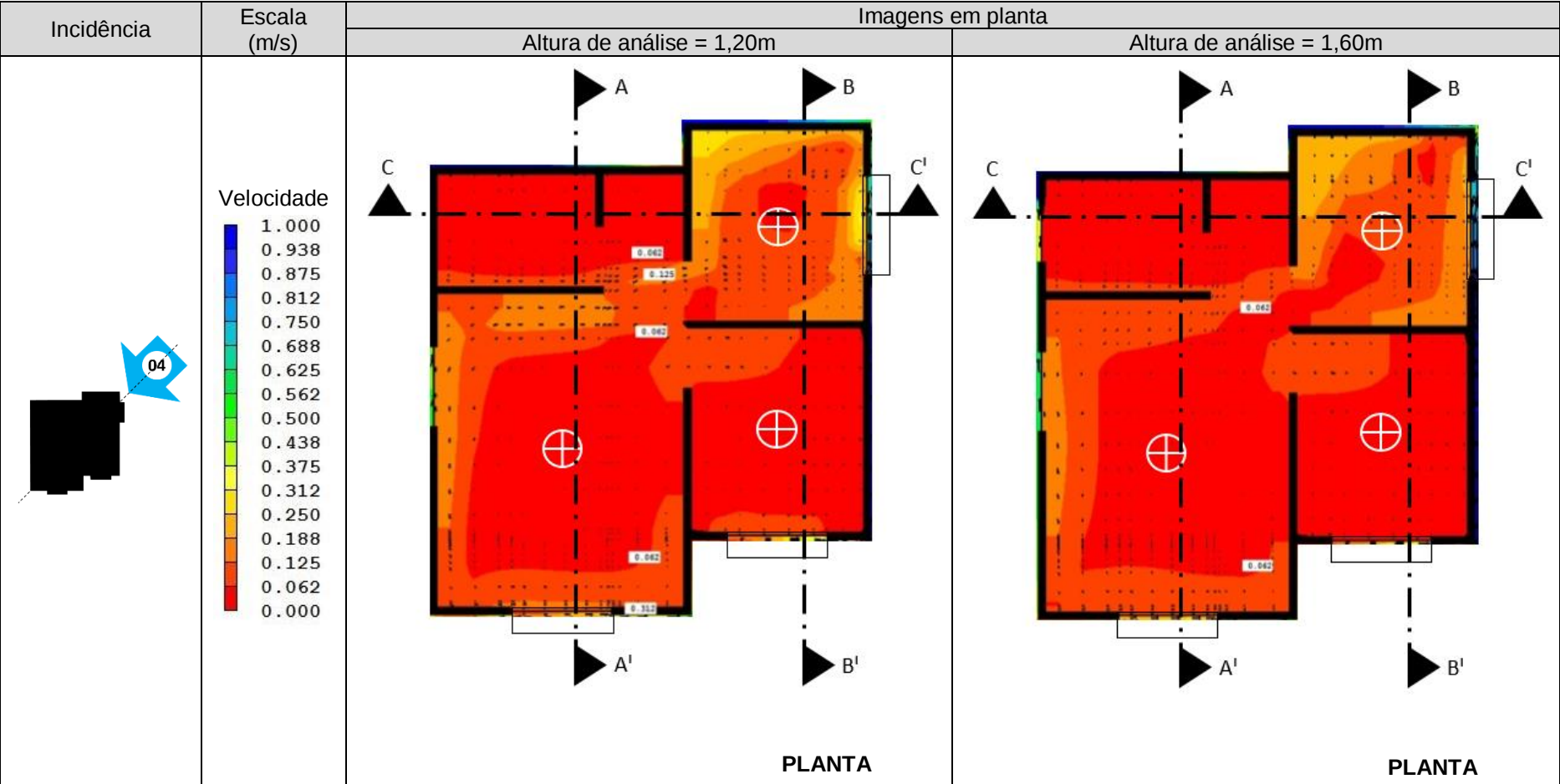
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 203 - JFPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 0,60m e 0,80m.



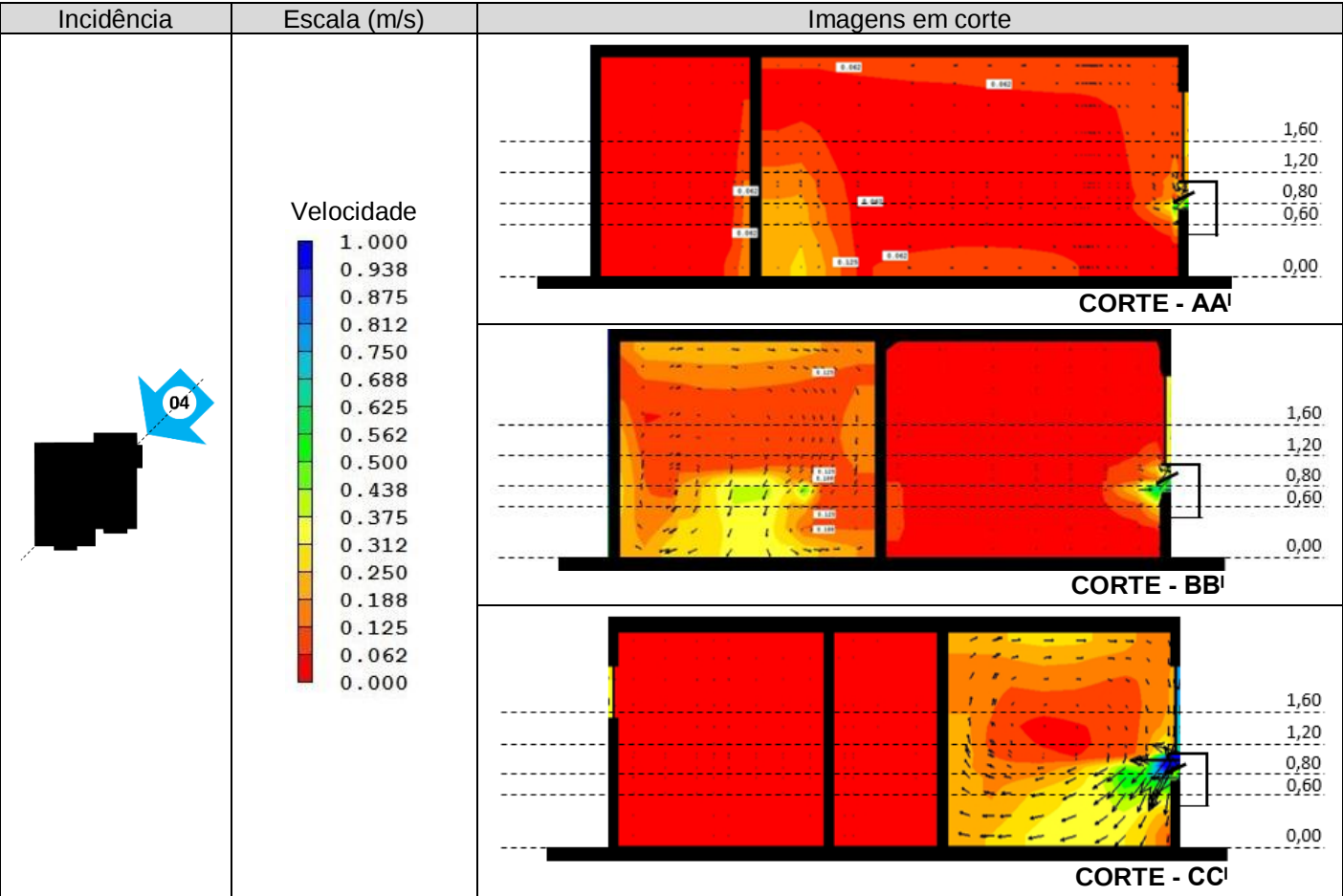
Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 204 - JFPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s, escala de cores de 0,00 a 1,00m/s e alturas de análise de 1,20m e 1,60m.



Fonte: Elaborado pela autora.

Quadro 205 - Cortes, JFPB, incidência do vento 4, velocidade 4m/s e escala de cores de 0,00 a 1,00m/s.



Fonte: Elaborado pela autora.

APÊNDICE B - VELOCIDADES DO VENTO POR PONTOS DE ANÁLISE

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
Projeto original	1	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,344
				0,80	0,344
				1,20	0,250
				1,60	0,094
			Dormitório 1	0,60	0,094
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,094
			Dormitório 2	0,60	0,156
				0,80	0,156
				1,20	0,125
				1,60	0,094
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,500
				0,80	0,500
				1,20	0,469
				1,60	0,156
			Dormitório 1	0,60	0,156
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,188
			Dormitório 2	0,60	0,281
				0,80	0,312
				1,20	0,250
				1,60	0,156
Projeto original	2	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,156
				1,20	0,312
				1,60	0,156
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,031
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,094
				1,60	0,094
			Dormitório 1	0,60	0,094
				0,80	0,250
				1,20	0,500
				1,60	0,250
			Dormitório 2	0,60	0,094
				0,80	0,062
				1,20	0,094
				1,60	0,094

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
Projeto original	3	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,094
				0,80	0,094
				1,20	0,094
				1,60	0,031
			Dormitório 1	0,60	0,031
				0,80	0,031
				1,20	0,031
				1,60	0,094
			Dormitório 2	0,60	0,094
				0,80	0,094
				1,20	0,125
				1,60	0,156
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,156
				0,80	0,156
				1,20	0,094
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,031
				0,80	0,031
				1,20	0,125
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,156
				0,80	0,156
				1,20	0,219
				1,60	0,312
Projeto original	4	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,094
				0,80	0,062
				1,20	0,375
				1,60	0,500
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,094
				0,80	0,094
				1,20	0,094
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,094
				0,80	0,094
				1,20	0,094
				1,60	0,094
			Dormitório 2	0,60	0,156
				0,80	0,094
				1,20	0,500
				1,60	0,500

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
Projeto original	5	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,094
				0,80	0,062
				1,20	0,031
				1,60	0,094
			Dormitório 1	0,60	0,031
				0,80	0,031
				1,20	0,031
				1,60	0,031
			Dormitório 2	0,60	0,031
				0,80	0,031
				1,20	0,031
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,188
				0,80	0,125
				1,20	0,062
				1,60	0,188
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,031
				1,60	0,031
			Dormitório 2	0,60	0,031
				0,80	0,031
				1,20	0,031
				1,60	0,062
Projeto original	6	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,188
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,031
				1,60	0,031
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,094
				1,20	0,062
				1,60	0,094
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,156
				0,80	0,188
				1,20	0,344
				1,60	0,156
			Dormitório 1	0,60	0,094
				0,80	0,094
				1,20	0,094
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,250
				0,80	0,188
				1,20	0,125
				1,60	0,156

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
Projeto original	7	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,094
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,031
				0,80	0,031
				1,20	0,031
				1,60	0,031
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,094
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,156
				0,80	0,125
				1,20	0,094
				1,60	0,094
			Dormitório 2	0,60	0,094
				0,80	0,094
				1,20	0,062
				1,60	0,062
Projeto original	8	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,031
				0,80	0,062
				1,20	0,156
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,031
				0,80	0,031
				1,20	0,031
				1,60	0,031
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,094
				1,20	0,062
				1,60	0,094
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,094
				0,80	0,125
				1,20	0,156
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,031
				1,20	0,094
				1,60	0,094
			Dormitório 2	0,60	0,312
				0,80	0,312
				1,20	0,281
				1,60	0,156

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JAPH	1	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,375
				0,80	0,312
				1,20	0,188
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,250
				1,20	0,125
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,688
				0,80	0,625
				1,20	0,312
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,188
				0,80	0,188
				1,20	0,188
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,375
				0,80	0,438
				1,20	0,188
				1,60	0,125
JAPH	2	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,188
				0,80	0,375
				1,20	0,438
				1,60	0,250
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,188
			Dormitório 1	0,60	0,375
				0,80	0,750
				1,20	0,812
				1,60	0,500
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JAPH	3	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,188
				1,20	0,250
				1,60	0,188
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,375
				1,20	0,438
				1,60	0,312
JAPH	4	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,312
				1,20	0,438
				1,60	0,375
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,188
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,562
				1,20	0,812
				1,60	0,625

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JAPC	1	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,312
				0,80	0,375
				1,20	0,250
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,188
				1,20	0,125
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,562
				0,80	0,688
				1,20	0,562
				1,60	0,188
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,250
				1,60	0,188
			Dormitório 2	0,60	0,312
				0,80	0,312
				1,20	0,250
				1,60	0,125
JAPC	2	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,188
				1,20	0,500
				1,60	0,312
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,188
				0,80	0,188
				1,20	0,188
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,312
				1,20	0,938
				1,60	0,625
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JAPC	3	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,188
				1,20	0,188
				1,60	0,125
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,062
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,312
				0,80	0,312
				1,20	0,375
				1,60	0,188
JAPC	4	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,250
				0,80	0,312
				1,20	0,375
				1,60	0,250
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,438
				0,80	0,625
				1,20	0,688
				1,60	0,500

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JAPB	1	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,312
				0,80	0,250
				1,20	0,250
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,188
				1,20	0,125
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,625
				0,80	0,562
				1,20	0,250
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,188
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,312
				0,80	0,312
				1,20	0,250
				1,60	0,125
JAPB	2	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,312
				0,80	0,312
				1,20	0,375
				1,60	0,250
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,125
				1,60	0,188
			Dormitório 1	0,60	0,562
				0,80	0,688
				1,20	0,688
				1,60	0,312
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JAPB	3	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,188
				1,20	0,125
				1,60	0,125
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,312
				0,80	0,312
				1,20	0,250
				1,60	0,188
JAPB	4	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,312
				0,80	0,312
				1,20	0,375
				1,60	0,188
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,562
				0,80	0,625
				1,20	0,688
				1,60	0,375

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JFPH	1	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,250
				0,80	0,250
				1,20	0,125
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,125
				1,60	0,125
JFPH	2	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,188
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,188
				1,20	0,188
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,438
				1,20	0,312
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JFPH	3	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,312
				1,20	0,312
				1,60	0,125
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,562
				1,20	0,562
				1,60	0,250
JFPH	4	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,312
				1,20	0,250
				1,60	0,125
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,250
				0,80	0,438
				1,20	0,438
				1,60	0,188

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JFPC	1	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,125
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,125
				1,60	0,125
JFPC	2	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,125
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,250
				1,60	0,250
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JFPC	3	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,188
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,312
				0,80	0,438
				1,20	0,125
				1,60	0,062
JFPC	4	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,250
				0,80	0,250
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,438
				0,80	0,438
				1,20	0,125
				1,60	0,062

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JFPB	1	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,125
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
JFPB	2	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,250
				0,80	0,250
				1,20	0,062
				1,60	0,125
			Dormitório 2	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062

Modelo	Incidência	Velocidade do vento (m/s)	Ambiente	Altura de análise	Velocidade do vento por ponto (m/s)
JFPB	3	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,125
				0,80	0,125
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,250
				0,80	0,250
				1,20	0,250
				1,60	0,250
JFPB	4	2m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,188
				0,80	0,188
				1,20	0,062
				1,60	0,062
		4m/s	Sala/cozinha	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 1	0,60	0,062
				0,80	0,062
				1,20	0,062
				1,60	0,062
			Dormitório 2	0,60	0,312
				0,80	0,312
				1,20	0,125
				1,60	0,125