

Rugosidade e porosidade do tecido urbano como critérios de análise qualitativa da ventilação natural na cidade de Fortaleza-CE.

SUELEN BATISTA COELHO
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA - UNIFOR

BEATRIZ FONTENELE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

Rugosidade e porosidade do tecido urbano como critérios de análise qualitativa da ventilação natural na cidade de Fortaleza-CE.

Roughness and porosity of the urban fabric as criteria for qualitative analysis of natural ventilation in the city of Fortaleza-CE.

RESUMO

O conforto térmico está ligado diretamente aos critérios da bioclimatologia, principalmente à ventilação natural. Eles se apresentam como uma ferramenta de avaliação bastante relevante para cidades com clima quente e úmido, nas quais o fácil acesso à penetração dos ventos dominantes no tecido urbano é bastante significativo. Para realizar uma análise qualitativa da ventilação natural em cidades litorâneas de clima quente e úmido, foram utilizados os métodos de Oliveira (1993) e de Costa Filho (2017), baseados nos atributos bioclimatizantes de rugosidade de altura e porosidade de afastamento. A estes foi atribuído um sistema de pontuação, que possibilitou a definição do grau de rugosidade e porosidade da área de estudo. O objeto de análise escolhido foi o bairro Praia de Iracema, o qual está inserido na zona de orla da cidade de Fortaleza, no Ceará. Considerando-se atributos diversos para avaliação da área, como ocupação do solo, altura de edificações e orientação das quadras, identificou-se que a maioria das áreas apresenta-se como rugosa e porosa. Concluiu-se que as quadras mais adensadas necessitam de observação e de intervenções de melhoria, visando barrar verticalizações indesejadas na área. Os critérios para a análise qualitativa da ventilação natural contribuíram para identificar as condições em que as ocupações urbanas estão inseridas e melhor orientar planejamentos urbanos para a área.

Palavras-chave: Ventilação natural; Rugosidade; Porosidade; Tecido urbano.

ABSTRACT

Thermal comfort is directly connected to bioclimatology criteria, especially to natural ventilation. They are relevant assessment tool for cities with warm and humid climate, in which the easy access to the penetration of dominant winds in the urban fabric is quite significant. In order to perform a natural ventilation in warm and humid climate coastal cities qualitative analysis, Oliveira (1993) and Costa Filho (2017) methods were used based on the bioclimatizing attributes of height roughness and distance porosity. A rating system was assigned to them, which made the study area roughness and porosity level definition possible. The subject of analysis is a neighbourhood called Praia de Iracema, which is located in the border area of the city of Fortaleza, in the state of Ceará. Considering several different attributes in the study area analysis, such as soil occupation, building heights and blocks orientations, it was identified that most of the quarters presents themselves as rough and porous. The research brings to a conclusion that the denser blocks need observation and improvement interventions, in order to avoid undesired verticalization. The qualitative analysis of natural ventilation criteria contributed to identify the conditions in which urban occupations are inserted and to better guide urban planning to the area.

Keywords: Natural ventilation; Roughness; Porosity; Urban fabric.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o espaço urbano vem se modificando de acordo, principalmente, com as ações antrópicas. As modificações dos ecossistemas naturais por estruturas de concreto, através da pavimentação do solo, alteração do relevo, construção de edificações, retirada da arborização nativa, entre outros, fazem com que os aspectos ambientais sejam os principais pontos a serem afetados, transformando a qualidade do ar e do clima, e impactando diretamente na qualidade de vida da população.

Segundo Costa Filho (2017), o uso da ventilação natural é uma eficiente estratégia bioclimática para o alcance do conforto ambiental em cidades de clima quente e úmido. Os distintos tipos de forma urbana e as deflexões geradas pelos edifícios podem modificar o comportamento do vento, inclusive, reduzindo sua velocidade.

Dentre os atributos bioclimáticos relacionados à conformação urbana, a rugosidade e a porosidade têm interferência significativa no comportamento da ventilação natural. O espaçamento entre os edifícios, a diversidade de alturas e a fricção entre superfície urbana e o vento estabelecem maior ou menor permeabilidade à ventilação dominante (OLIVEIRA, 1993).

Levando em consideração esses aspectos, foi possível desenvolver uma análise qualitativa do comportamento da ventilação natural no espaço urbano, baseado no método utilizado por Costa Filho (2017), através de fichas de levantamento e atribuição de resultados para rugosidade de altura e porosidade de afastamento em áreas costeiras de cidades litorâneas com clima quente e úmido.

Nesse sentido, este estudo considerou o litoral da cidade de Fortaleza, Ceará, mais precisamente, o bairro Praia de Iracema, área privilegiada da capital, onde se encontra um trecho da orla marítima sujeito à ventilação natural dominante e às brisas marítimas.

Ao longo dos anos, o bairro sofreu algumas alterações na ocupação do solo, devido a intempéries, impermeabilização do solo e construção de edifícios.

Portanto, o enfoque deste estudo é a análise qualitativa da ventilação natural de áreas com aspectos de ocupação do solo distintos, embora localizadas no mesmo bairro, a partir dos critérios da rugosidade de altura e porosidade de afastamento do tecido urbano.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo apresentado é uma análise qualitativa da ventilação natural, determinada pelos atributos bioclimatizantes da rugosidade de altura e porosidade de afastamento, baseada, principalmente, nos estudos de Oliveira (1993) e de Costa Filho (2017), levando-se em consideração pesquisas de campo e vivências na área.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, objetivando a busca de informações e de conhecimento sobre os assuntos pertinentes ao estudo, estabelecendo uma fundamentação e embasamento sobre a ventilação natural em cidades litorâneas de clima quente e úmido e os atributos de rugosidade e porosidade.

Após o levantamento bibliográfico, foram escolhidas cinco áreas, adjacentes entre si, do bairro Praia de Iracema, localizado na cidade de Fortaleza, litoral do Ceará, para aplicar a análise qualitativa da ventilação natural.

Configurado o objeto de estudo, foram realizadas pesquisas de campo, com a finalidade de vivenciar o microclima da região e observar o comportamento dos ventos e suas interferências nas edificações, nos espaços livres e nas vias. A pesquisa de campo possibilitou constatar os resultados obtidos com a análise.

O método aplicado no estudo para realizar a análise qualitativa da ventilação natural foi baseado nos estudos citados acima, através da atribuição de um sistema de pontuação para cada critério utilizado, a fim de determinar a rugosidade e a porosidade de cada área. Essas pontuações foram dispostas em fichas, nas quais seus somatórios foram responsáveis por definir o grau de rugosidade e porosidade, indicando se as áreas estão em conformidade ou não com o clima local.

Analisando as áreas escolhidas, foi possível realizar uma reflexão sobre os resultados obtidos nas pesquisas e fazer considerações pertinentes para as edificações e para a ocupação urbana da área, quanto à ventilação natural e ao conforto térmico.

2.1. Escolha da Área

A importância das áreas litorâneas, em regiões de clima quente e úmido, quanto ao acesso da ventilação natural para o interior do tecido urbano e sua forma de ocupação, definiu a escolha de áreas com essas características.

As áreas analisadas neste estudo estão localizadas na cidade de Fortaleza, Ceará. Com uma extensão de 34km de faixa litorânea e, em contrapartida, um adensamento muito elevado, sofre por problemas de falta de adaptabilidade do seu desenho urbano às condições climáticas locais. O modo de ocupação da cidade está diretamente ligado a especulação imobiliária e com os planos urbanísticos, o quais, por sua vez, não estão devidamente relacionados à realidade climática do local.

De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura do ar média anual na cidade de Fortaleza é de 26,6° C com variações entre 29,9° C e 23,5° C durante o ano.

Segundo a NBR 15220 (2005), Fortaleza está inserida na zona bioclimática 8, onde predomina o clima quente e úmido, fator preponderante para estimular o uso de estratégias de conforto térmico e ventilação natural durante todas as épocas do ano, por parte dos projetos de edificações.

De acordo com estudos realizados, a ventilação da cidade é predominante leste e sudeste. Apesar de se localizar próximo ao litoral, as brisas marítimas não possuem influência relevante para o estudo.

Segundo Costa Filho (2017) as ocupações urbanas em áreas litorâneas, situadas em uma área de fronteira entre o espaço urbano e a água, podem potencializar transformações nas variáveis

Figura 1 – Mapa de localização do bairro Praia de Iracema na cidade de Fortaleza-Ce.



Fonte: PDP FOR 09

ambientais locais com destaque para a movimentação dos ventos, podendo impactar diretamente no restante do tecido urbano.

A análise foi realizada em função da ocupação construída à ventilação natural, portanto, foi considerado a relação físico-ambiental urbano do bairro litorâneo Praia de Iracema (ver Figura 1), no qual verificou-se áreas com diferentes situações urbanas, apesar da proximidade entre elas, fortalecendo a análise do acesso dos ventos no tecido urbano.

O bairro, apesar de ser uma área predominantemente térrea, apresenta alguns edifícios com gabaritos elevados, contrariando, em algumas situações, a legislação urbana. O uso residencial identificado na área é determinado por casas térreas e edifícios verticalizados multifamiliares,

próximos à orla, os quais disputam pela boa visibilidade dos recursos naturais que a localidade oferece. Nota-se a variação de alturas entre as edificações em quadras próximas à orla.

O bairro não é provido de uma boa distribuição de arborização e também não possui nenhuma área verde ou parque significativo que gere influência sobre as variáveis climáticas. A vegetação presente se resume em árvores de médio e pequeno porte, localizadas nas vias, e coqueiros, distribuídos pelo calçadão da orla. Portanto, a cobertura vegetal não foi levada em consideração quanto à análise qualitativa da ventilação natural.

A topografia também não foi considerada, pois o bairro possui, em sua maioria, terrenos e vias planos, não havendo diretamente impacto na ventilação natural. Para esse estudo, apesar da leve variação na topografia nas proximidades da orla, a área foi considerada sem precipitações.

2.1.1. Identificação das áreas objeto de estudo

O bairro teve seu início com a atividade de pesca e através de banhistas, que desfrutavam o mar e seus balneários. Com o tempo, algumas intempéries, como o avanço do mar devido à mudança das correntes marítimas causada pela construção do Porto do Mucuripe, causaram a extinção desses balneários e o bairro começou a se modificar, quanto à sua ocupação do solo, através do surgimento de edificações residenciais e comerciais. Apesar de o bairro possuir inicialmente construções térreas e de até dois pavimentos, ao longo dos anos, edifícios residenciais multifamiliares foram erguidos no desenho urbano, tornando o bairro um conjunto de construções planas e verticalizadas.

As áreas de estudo foram definidas com base nas suas características particulares e nos espaços que possuem. Foram estabelecidas cinco áreas para análise (ver Figura 2), localizadas na região leste do bairro, próximo aos limites do bairro Meireles. Cada quadra possui uma disposição única de suas edificações e de seus espaços livres, bem como alturas e espaçamentos diferentes.

Figura 2 – Localização das áreas de estudo no bairro Praia de Iracema.



Fonte: Google Earth adaptado pela autora

As áreas 1 e 4 caracterizam-se por estarem mais próximas da orla, porém possuem ocupações distintas, sendo uma delas com pequenas variações de alturas, em sua maioria construções com até dois pavimentos e sem recuo, não apresentando espaçamento entre as unidades construídas. A área 4 apresenta duas quadras próximas entre si com ocupações diferenciadas, marcadas pela verticalização de edifícios, ocupação térrea e existência de espaços livres, além de abrigar, ainda, um edifício de valor histórico-cultural da cidade, o edifício São Pedro.

A área 2, localizada entre duas avenidas com traçado urbano irregular, apresenta a maior diferenciação de ocupação. Composta por edificações térreas, com dois a três pavimentos e por um edifício com mais de dez pavimentos, apresenta semelhança à área 1, quanto ao

espaçamento entre as edificações, sem recuos.

A área 3 apresenta três quadras próximas entre si com ocupações semelhantes, possuindo recuos e pouca variação de altura - ocupações térreas e com até dois pavimentos.

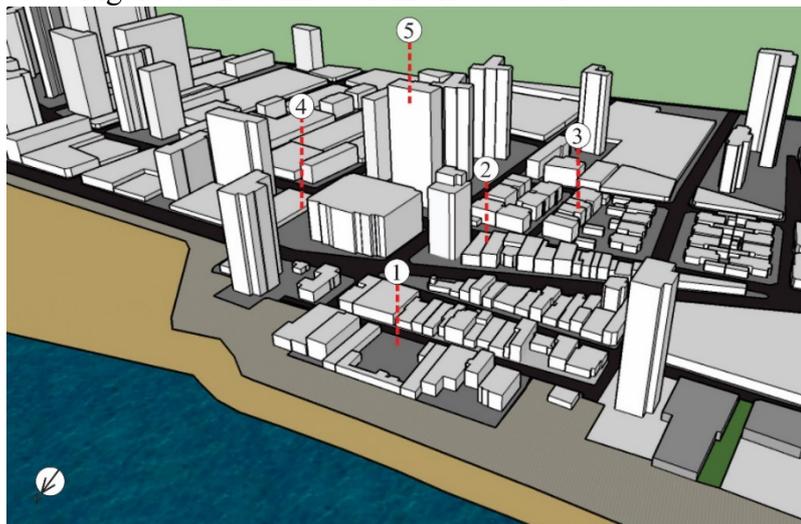
A área 5 é caracterizada por possuir o maior número de ocupações verticalizadas, com quatro edifícios residenciais multifamiliares. As edificações possuem recuos, muitas vezes ocupados por áreas de lazer que marcam o espaçamento entre os edifícios. A área também possui uma edificação de quatro pavimentos, fazendo com que a ocupação do espaço não seja homogênea em relação à sua altura.

Figura 3 – Mapa de altura das edificações e delimitação das áreas de estudo.



Fonte: Elaboração própria

Figura 4 – Desenho volumétrico das áreas de estudo



Fonte: Elaboração própria

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As cinco áreas escolhidas, resultantes da análise físico-ambiental do bairro, denotaram desiguais tipologias de ocupação do solo e foram avaliadas segundo os critérios de rugosidade e porosidade do tecido urbano para ventilação natural.

Para Oliveira (1993) a porosidade é o atributo da forma urbana que determina uma maior ou menor penetração dos ventos na estrutura urbana. Costa Filho (2017) define que os espaçamentos entre as edificações estão relacionados também aos arranjos de ocupação do solo, variação e diversidade de alturas, repercutindo diretamente no modo circulatório do vento local. Menores porosidades estão associadas à menor distância entre os edifícios e à maior altura, e podem diminuir consideravelmente a ventilação do local.

A rugosidade é delineada pelas saliências e reentrâncias, apresentadas pela superfície da forma urbana – constituída de espaços e massa construída –, que entram em contato direto com as massas de ar (OLIVEIRA, 1993).

Alguns autores como Romero (2000), por exemplo, definem que a rugosidade, entendida como as diferenças de alturas da massa edificada, são responsáveis por alterar significativamente o deslocamento das massas de ar. Dessa maneira, o conceito de rugosidade pode ser dividido em dois aspectos, definindo-se a porosidade como análise dos afastamentos e a rugosidade como a variação de altura.

Costa filho (2017) afirma que a variação de altura pode possibilitar mais acesso da ventilação natural à medida que existe mais espaço para a penetração dos ventos. A barreira ensejada por edifícios de alturas variadas empurra a ventilação de cima para baixo, incrementando a velocidade dos ventos até o nível dos pedestres. Alega, ainda, que os afastamentos entre as construções também intensificam a probabilidade de a ventilação natural adentrar no tecido urbano. A maior proximidade ou afastamento entre os edifícios pode ser avaliada por um índice de fragmentação da massa edificada.

Portanto, para regiões de clima quente e úmido, é apropriada rugosidade alta ou muito alta e um grau de porosidade equivalente ao seu tecido.

A seguir serão indicados os procedimentos e critérios adotados para analisar qualitativamente o comportamento da ventilação natural, seguindo uma ordem crescente de escala.

3.1. Rugosidade de Altura

A rugosidade de altura foi caracterizada quanto a três aspectos: o perfil de ocupação do solo, a diversidade de alturas dos edifícios e a relação entre a altura dos edifícios e a largura das vias.

O perfil de ocupação do solo é definido através de uma linha formada entre os pontos médios do topo dos edifícios, representando, dessa forma, uma importante ferramenta na verificação da variação de alturas das edificações. Com relação a este atributo, foi atribuído a classificação de alta rugosidade, média rugosidade e baixa rugosidade aos perfis com formato serrilhado agudo, serrilhado raso e perfil reto, respectivamente (ver Tab. 1), sendo, neste último, inexpressiva a penetração dos ventos.

Para a classificar a diversidade de altura dos edifícios foi necessário analisar o mapa de ocupação do solo com a projeção dos edifícios e o perfil de altura da área. A Tab. 2 mostra a classificação deste critério, que comprova, em resumo, que quanto maior a diversidade de alturas das edificações, maior a possibilidade de incremento da ventilação natural no espaço urbano.

A relação da altura dos edifícios e largura das vias foi definido pela relação do tamanho médio da altura dos edifícios em relação à largura do sistema viário adjacente. A análise considerou o posicionamento das vias em relação à área avaliada e o sentido da ventilação sudeste-leste. Os resultados foram apresentados da seguinte forma (ver Tab. 3): pontuação igual a um para áreas com acesso moderado à ventilação, pontuação maior do que um para áreas que

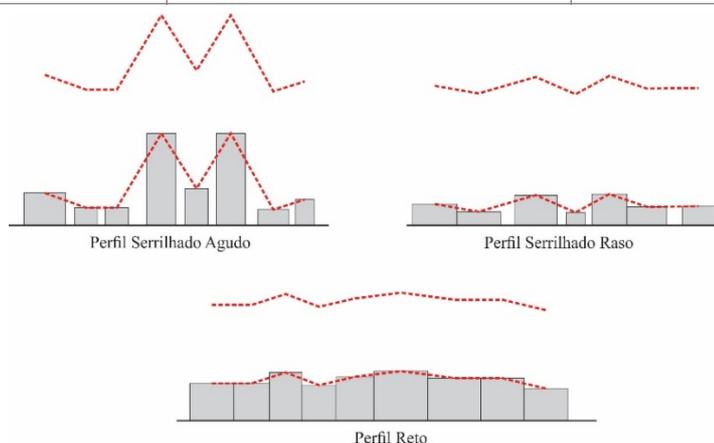
apresentam áreas restritas aos ventos e pontuação menor do que um para áreas com maior penetração da ventilação.

Para o clima quente e úmido, a relação deve ser, sempre que possível, menor do que um, favorecendo ruas maiores e a maior possibilidade de entrada dos ventos.

As tabelas a seguir demonstram as classificações consideradas para a análise qualitativa da ventilação natural em relação a rugosidade de altura.

Tabela 1 – Pontuação para o perfil de ocupação do solo

Rugosidade de Altura – Perfil de Ocupação do Solo		
Pontuação	Classificação	Desenho Camada Limite Urbana
3	Alta	Perfil Serrilhado Agudo
2	Média	Perfil Serrilhado Raso
1	Baixa	Perfil Reto



Fonte: Costa Filho (2017), adaptado pela autora.

Tabela 2 – Pontuação para a diversidade de alturas

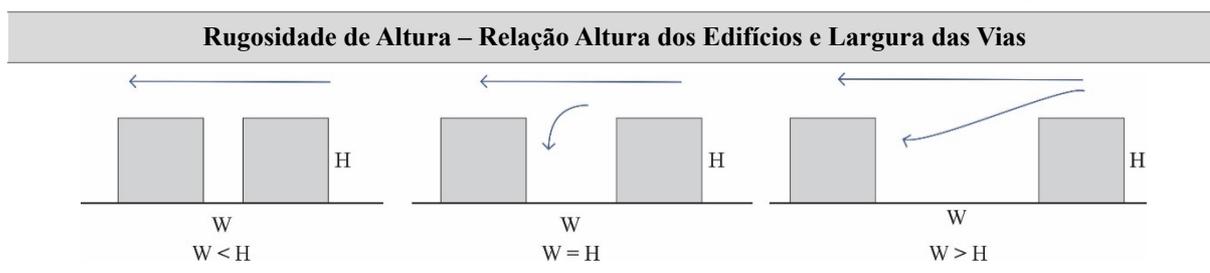
Rugosidade de Altura – Diversidade de Alturas		
Pontuação	Classificação	Nº de Alturas Encontradas
1	Muito Baixa	00 a 01
2	Baixa	02 a 04
3	Média	05 a 10
4	Alta	11 a 22

Fonte: Costa Filho (2017).

Tabela 3 – Pontuação da relação das alturas dos edifícios e largura das vias

Rugosidade de Altura – Relação Altura dos Edifícios e Largura das Vias	
Pontuação	H / W
1	$W < H$
3	$W = H$
3	$W > H$

Continuação da Tabela 3 – Pontuação da relação das alturas dos edifícios e largura das vias



Fonte: Costa Filho (2017).

3.2. Porosidade de Afastamento

A porosidade de afastamento do tecido urbano foi caracterizada a partir de três aspectos: a taxa de ocupação do solo, o tipo de ocupação do solo e a orientação da quadra à ventilação dominante.

A área de cálculo total para a taxa de ocupação do solo foi estabelecida pela projeção dos limites da quadra mais a projeção do sistema viário adjacente, considerando, às áreas que possuem maior densidade de ocupação, menor peso do que as menos adensadas. Essa classificação (ver Tab. 4) foi analisada pela configuração do adensamento construído em relação à penetração dos ventos no ambiente urbano, pois as áreas mais adensadas tendem à diminuição dos espaçamentos entre as edificações, consequentemente reduzindo a intensidade e o alcance da ventilação natural dominante.

O traçado urbano, também compreendido pelo tipo de ocupação do solo, foi baseado nos nove tipos utilizados por Costa Filho (2017), sendo eles: quadra sem ocupação, edifícios isolados, ocupações aleatórias, dentre outros, exemplificados com suas pontuações na Figura 5. Para cada caso, foi estabelecida uma pontuação ajustada ao grau de porosidade adequada para promoção da ventilação natural em regiões de clima quente e úmido.

A orientação da quadra à ventilação dominante também foi baseada na classificação usada por Costa Filho (2017), demonstrada na Figura 6, que expressa que as arestas das áreas posicionadas perpendicularmente, ou no máximo em 30° aos ventos dominantes, foram definidas como áreas de alta pressão. Já incidências da ventilação com ângulos de 30° a 89° indicam áreas de média pressão, enquanto a angulação de 90° significa perímetro de subpressão aos ventos. Para indicar o tipo de pressão exercida em cada face da quadra, usamos dois símbolos positivos para alta pressão, um símbolo positivo para média pressão e o sinal negativo para regiões de subpressão.

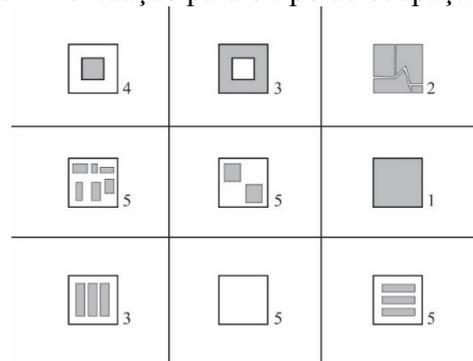
As tabelas a seguir demonstram as classificações consideradas para a análise qualitativa da ventilação natural em relação a porosidade de afastamento.

Tabela 4 – Pontuação para a taxa de ocupação do solo

Porosidade de Afastamento – Taxa de Ocupação do Solo		
Pontuação	Classificação	Porcentagem da Área Ocupada
5	Muito Baixa	0 até 20%
4	Baixa	21 até 40%
3	Média	41 até 60%
2	Alta	61 até 80%
1	Muito Alta	81 até 100%

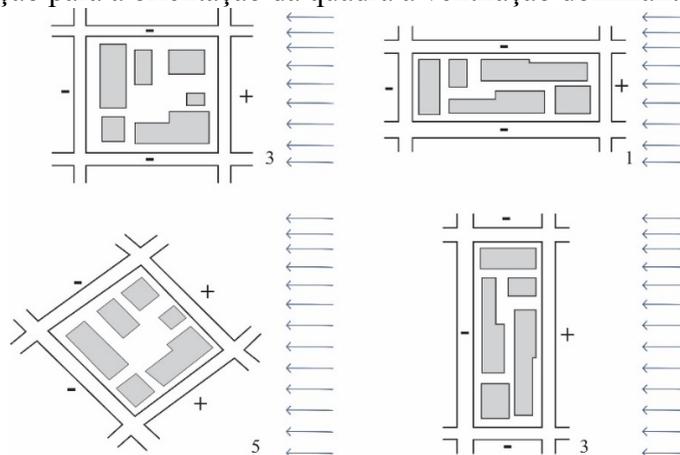
Fonte: Costa Filho (2017).

Figura 5 – Pontuação para o tipo de ocupação do solo



Fonte: Costa Filho (2017), adaptado pela autora.

Figura 6 – Pontuação para a orientação da quadra à ventilação dominante e áreas de pressão



Fonte: Costa Filho (2017), adaptado pela autora.

4. RESULTADO DA ANÁLISE

Cada uma das cinco áreas escolhidas para análise foi indicada em uma ficha de avaliação individual, que contém espaços específicos para os critérios bioclimatizantes da rugosidade de altura e porosidade de afastamento, além de um mapa de ocupação do solo e o perfil da área perpendicular aos ventos dominantes.

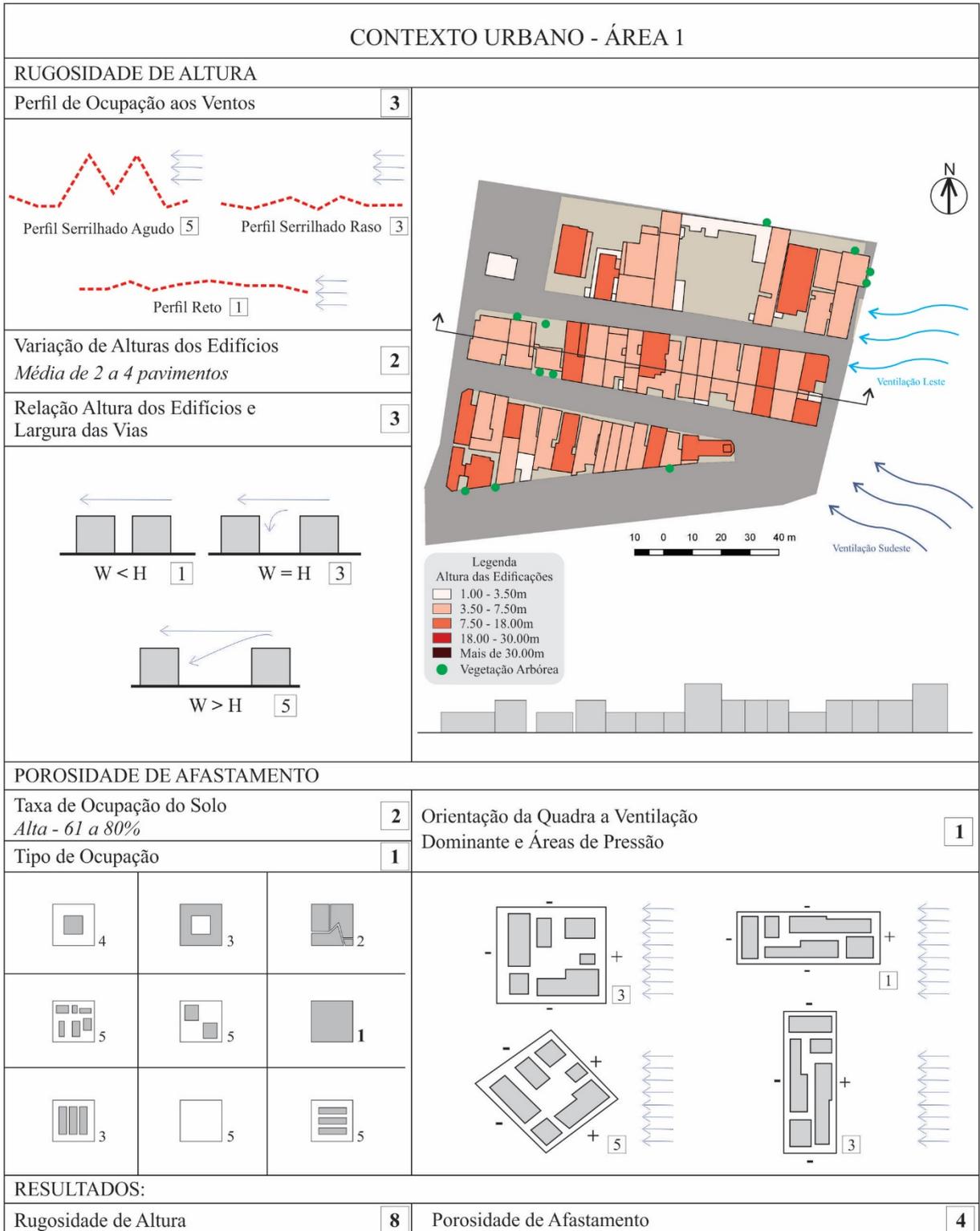
Ao final da ficha é apresentado o somatório da pontuação de cada critério avaliado, segundo sua classificação particular. A pontuação varia de 3 a 15 e segue os parâmetros na tabela abaixo.

Tabela 5 – Pontuação final da rugosidade de altura e porosidade de afastamento

Classificação final da Rugosidade e da Porosidade	
Pontuação Final	Classificação
3 a 7	Não rugoso e poroso
8 a 11	Rugoso e poroso
12 a 15	Muito rugoso e muito poroso

Fonte: Costa Filho (2017).

Figura 6 – Ficha de resultados qualitativos da avaliação da rugosidade e porosidade a ventilação natural - Área 1



Fonte: Elaboração própria

Figura 7 – Ficha de resultados qualitativos da avaliação da rugosidade e porosidade a ventilação natural - Área 2

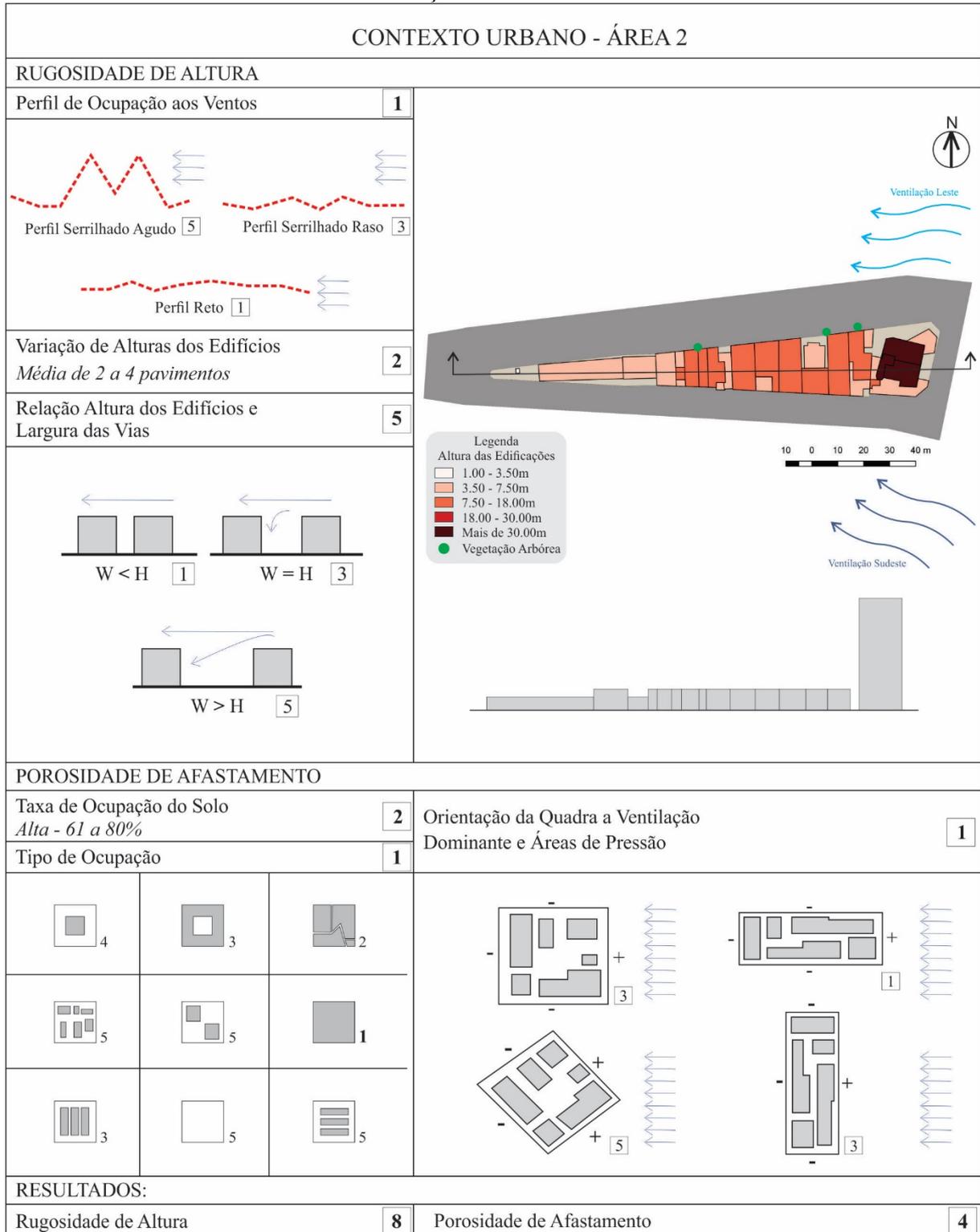
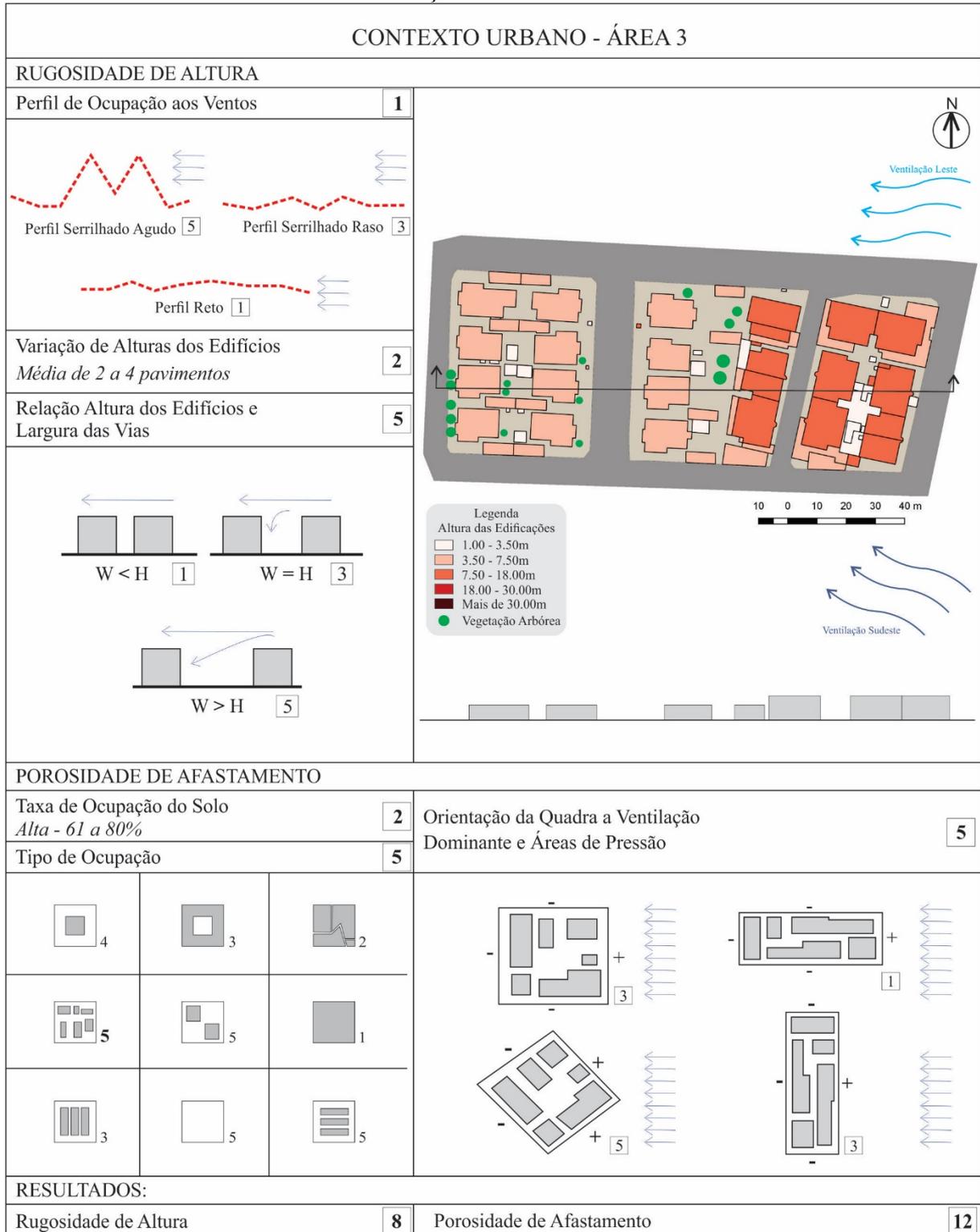
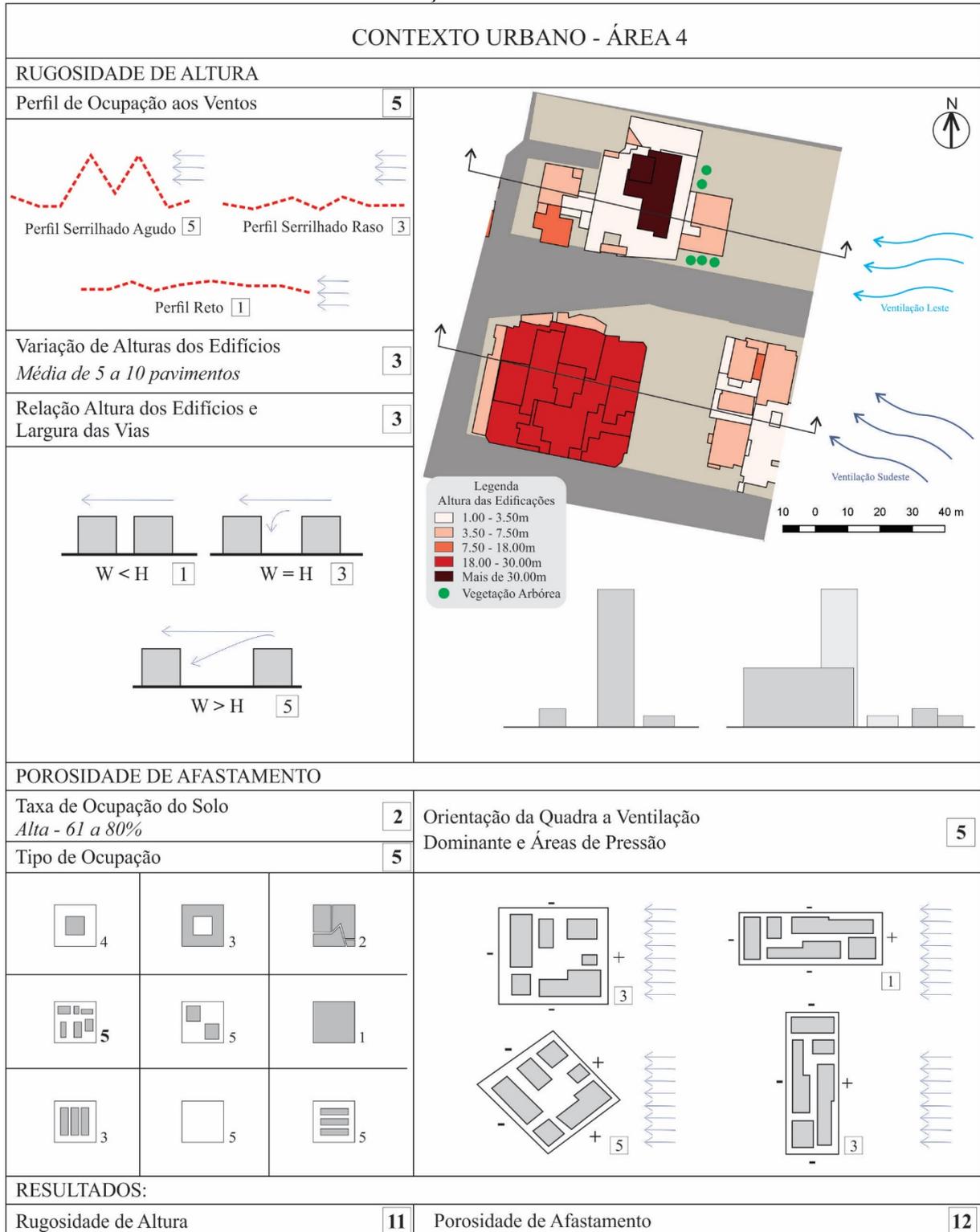


Figura 8 – Ficha de resultados qualitativos da avaliação da rugosidade e porosidade a ventilação natural - Área 3



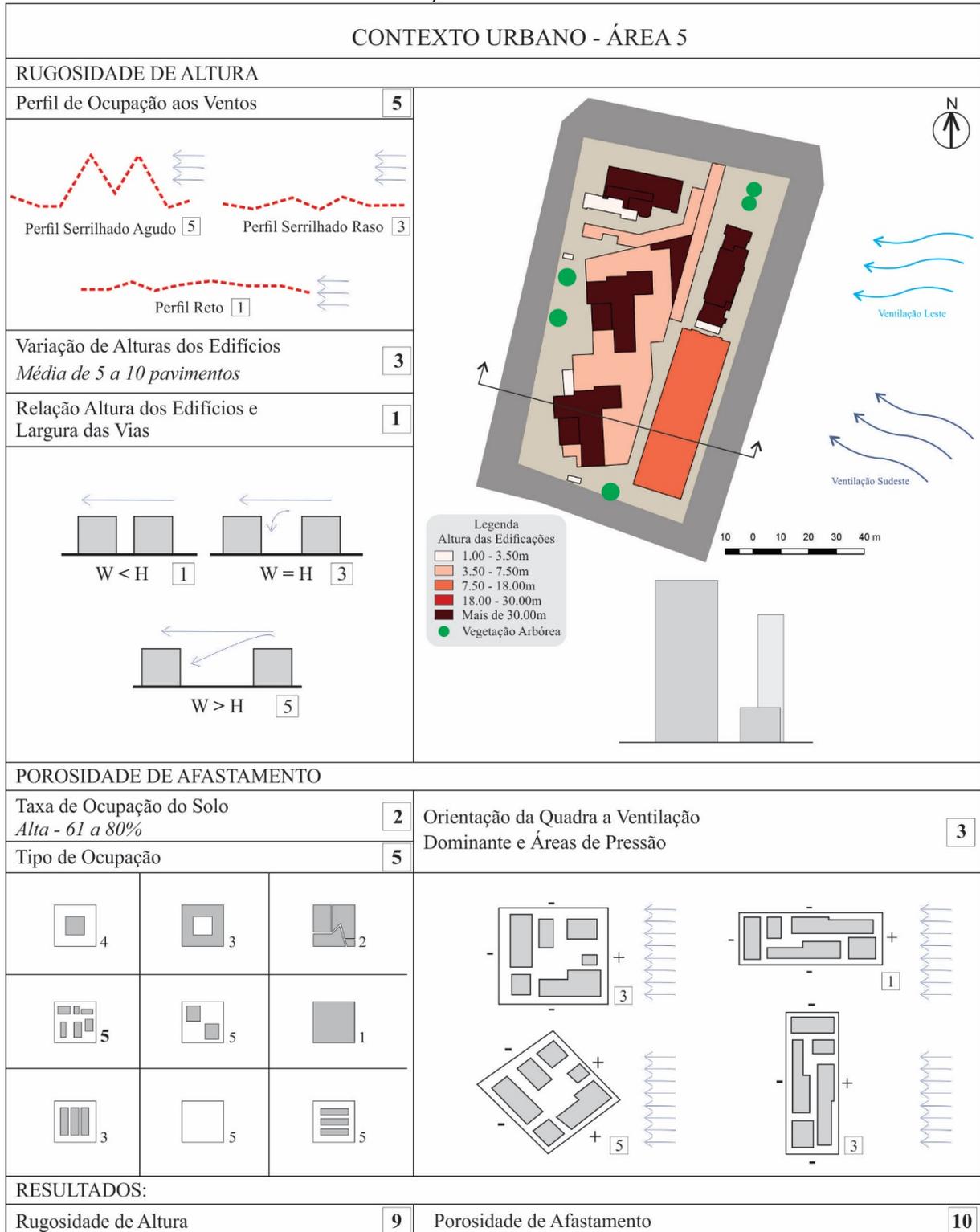
Fonte: Elaboração própria.

Figura 9 – Ficha de resultados qualitativos da avaliação da rugosidade e porosidade a ventilação natural - Área 4



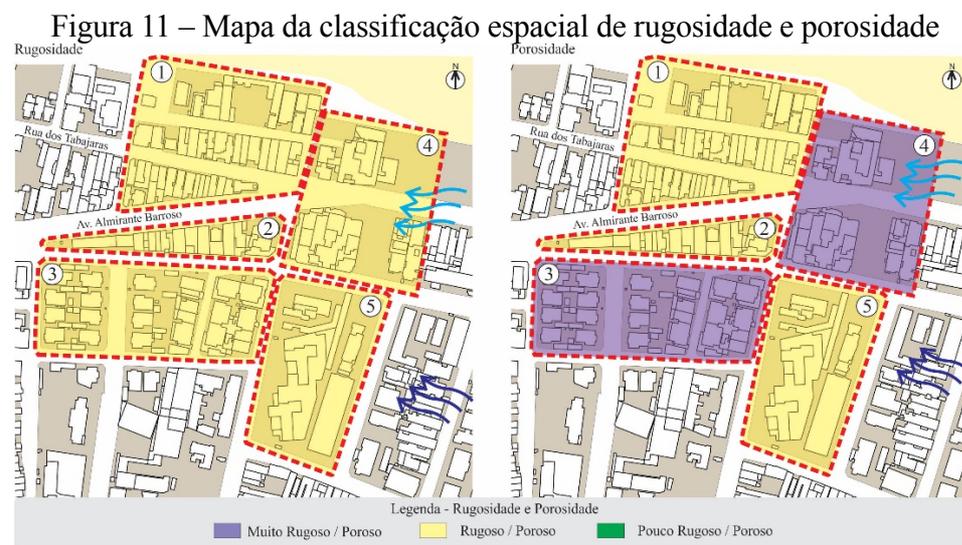
Fonte: Elaboração própria.

Figura 10 – Ficha de resultados qualitativos da avaliação da rugosidade e porosidade a ventilação natural - Área 5



Fonte: Elaboração própria.

Os mapas finais (ver Figura 11) indicaram que todas as áreas avaliadas caracterizam-se como rugosas. Foi possível analisar que, mesmo havendo construções térreas e verticalizadas, as áreas apresentam ocupações semelhantes, marcadas por um conjunto de edificações térreas, bem como de edifícios, agrupados em determinadas áreas. Em algumas delas, como nas áreas 3 e 4, ainda existe um potencial de adensamento construído. Já nas áreas 1 e 2, marcadas por edificações, em sua maioria, térreas e com dois a três pavimentos, há pouca diferença de altura.



Fonte: Elaboração própria

Quanto à porosidade de afastamento, foram identificados espaçamentos horizontais significativos entre as edificações das áreas 3 e 4, caracterizando-as como muito porosas. Já as áreas 1 e 2, marcadas por uma ocupação do solo antiga e sem recuos, foram classificadas como porosas, devido às largas vias, que se contrapõem à altura dos edifícios e ao grande adensamento. A qualidade porosa da área 5 caracteriza-se pelo afastamentos dos edifícios, através de suas áreas externas que, muitas vezes, encontram-se impermeabilizadas e ocupadas por construções de menor altura, respeitando a legislação atual quanto aos recuos exigidos.

Foto 1: Vista de edificações verticalizadas a partir do calçadão.



Fonte: Acervo pessoal.

Não se recomenda a verticalização dessas áreas, pois são áreas de trecho de praia, nas quais sua ocupação deve favorecer o potencial natural, não obstruindo a visibilidade e espaços com grandes condomínios. O bairro possui um histórico cultural e social para seus moradores e visitantes, onde possivelmente não venha acontecer

Foto 2: Vista da rua dos Pacajús, próxima à orla.



Fonte: Acervo pessoal.

clima, porém a insolação presente na área dificulta a sensação de conforto térmico, devido à falta de vegetação e de elementos de sombreamento.

verticalizações na área, respeitando a legislação vigente.

Comparando a análise das fichas com a pesquisa de campo, notou-se, primeiramente, a ausência de vegetação. A área é desprovida de praças, parques e espaços livres, como identificado nos mapas utilizados nas fichas, onde a vegetação é inexpressiva.

Apesar de possuir áreas adensadas, pode-se sentir a ventilação nas vias e no calçadão. Ainda por se localizar na orla, sente-se também as brisas marítimas no calçadão e nas vias adjacentes. A ventilação a partir da perspectiva do pedestre é satisfatória para o

5. CONCLUSÃO

Esse estudo permitiu inferir que a avaliação realizada através dos critérios de rugosidade de altura e porosidade de afastamento mostrou-se válida para a análise qualitativa da ventilação natural em uma determinada área de clima quente e úmido.

O método utilizado para pontuar os atributos bioclimatizantes foi eficiente para avaliar qualitativamente as áreas delimitadas para o estudo. Através dele, foi possível realizar as comparações necessárias entre as áreas, através de fichas de avaliações e pesquisas de campo.

Considerando os critérios de análise, concluiu-se que os afastamentos entre as edificações são tão importantes quanto a altura dos edifícios. Ambos são fatores relevantes para aumentar a compreensão do deslocamento dos ventos e, conseqüentemente, ajudar a proporcionar um desenho urbano adequado às diversas situações climáticas.

As conseqüências de uma ocupação sem planejamento podem ser minimizadas através do planejamento urbano e da arquitetura, através de alterações adequadas à especificidade de cada clima em que os espaços urbanos estejam inseridos, com a finalidade de uma melhor convivência urbana e do aumento da qualidade de vida no ambiente externo.

Novos estudos podem ser realizados para aprofundar o impacto das construções na ventilação natural. Poderão ser desenvolvidos estudo quantitativos, simulações computacionais e estudos que levem em consideração, ao nível do pedestre, muros e obstáculos que podem vir a ter alguma interferência, auxiliando tanto na percepção da influência do conforto ambiental nas pessoas, como também prever melhores situações para o futuro.

6. REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 15220: **Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro, 2003. 23 p.

BARBOSA, Jailton Correia. **A praia de Iracema dos anos 50.** Fortaleza: Premium, 2010.

COSTA FILHO, A. C. **Análise da influência da rugosidade e da porosidade sobre a ventilação natural em Fortaleza, Ceará.** In: XXI Encontro de Iniciação Científica da UNIFOR (EIC), 2015, Fortaleza. Anais... do XXI EIC 2014.

FORTALEZA, Prefeitura Municipal de, **Plano Diretor Participativo (Lei 062/2009)**, 2009.

OLIVEIRA, P. M. P. **Medição de atributos bioclimatizantes da forma urbana – rugosidade e porosidade – como instrumento de avaliação da ventilação, visando conforto térmico, conservação de energia e qualidade do ar no ambiente climático urbano.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Anais... São Paulo, ANTAC/POLI/USP, 1993, volume 2, pp 1001 a 1013

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo: Proeditores, 2000

SILVA, F. T.; SCARIONE, P.; ALVAREZ, C. E. **Influência da Rugosidade e Porosidade da Tipologia Urbana na Ventilação em Área Litorânea e a Percepção de Conforto do Transeunte.** In: XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora, 2012.