

## **ANÁLISE DA VENTILAÇÃO NATURAL COMO CONDICIONANTE DA FORMA E OCUPAÇÃO DAS HABITAÇÕES TRADICIONAIS NA PRAINHA DO CANTO VERDE-CE**

**Gabriel Napoleão Cardoso (1); Amando Candeira Costa Filho (2)**

(1) Graduando em Arquitetura e Urbanismo, gabrielncardoso2012@gmail.com

(2) PhD, Professor de Arquitetura e Urbanismo, amandocosta@unifor.br

Universidade de Fortaleza, Centro de Ciências Tecnológicas, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Fortaleza-CE, Tel.: (85) 99998-7122 / (85) 98633-0414

### **RESUMO**

A Prainha do Canto Verde, que está localizada no município de Beberibe-CE, o soterramento das casas pelo avanço das dunas é um dos fatores que dificultam a habitabilidade até a atualidade, o que fez com que os moradores locais desenvolvessem suas próprias soluções arquitetônicas e urbanísticas para diminuir estes impactos. Este artigo buscou identificar as soluções utilizadas na construção das habitações tradicionais e avaliar sua eficácia (em relação à movimentação das dunas) a partir de um experimento prático que utilizou modelos que simularam suas formas. O experimento teve como objetivo avaliar a influência dos ventos sobre a forma das habitações tradicionais através da criação de 3 modelos reduzidos, feitos de tijolos maciços, que foram posicionados em diferentes situações: um com a menor e outro com a maior dimensão orientada para os ventos predominantes, e um terceiro estando sobre apoios que o deixaram sem contato com a areia. Os resultados do experimento atenderam as hipóteses levantadas. Constatou-se que as habitações tradicionais que possuem largas fachadas orientadas para o vento tem maiores chances de serem soterradas pelo avanço das dunas, tendo o modelo apresentado características que rebatem com o modelo de Saraiva (1994).

Palavras-chave: ventilação natural, forma, simulação.

### **ABSTRACT**

In Prainha do Canto Verde beach, which is located in Beberibe-Ceará, the sand dunes growth and movement is responsible for the burying of many houses and has been promoting harsh living conditions, what made native population work to develop their own architectural and urban solutions in order to minimize those impacts. This article aimed to discover what are the strategies applied to the construction of traditional houses and evaluate its efficiency (according to the sand dunes growth), through a practical experiment using models in order to simulate its forms. The experiment aimed to evaluate the influence of Prainha do Canto Verde's prevailing winds on traditional houses, creating 3 models with reduced sizes made of solid bricks, which were positioned differently: the first model with its smaller and the second with its larger side facing the prevailing winds, and a third one laying over small structures that kept it in a level higher than the sand. The experiment results met the hypotheses. It was verified that traditional houses with large facades facing prevailing winds have greater chances of being buried by the sand dunes growth, presenting similar behaviours to the model of Saraiva (1994).

Keywords: natural ventilation, form, simulation.

## 1. INTRODUÇÃO

As praias do litoral nordestino foram foco de atração de pessoas desde o início do século XVI com a chegada dos colonizadores portugueses, que tinham intenção de explorar os recursos naturais do local. Desde então estabeleceu-se um conflito entre os colonizadores, que buscavam adequar a terra ao seu modo de produção, e os índios, que ocupavam o local pelo seu valor de uso. Séculos mais tarde, quando o Brasil passava pelo processo de urbanização, as praias do litoral nordestino tornaram-se destino de muitos habitantes do campo que buscavam viver da pesca artesanal e outras atividades primárias. Algumas praias do litoral cearense foram inicialmente ocupadas durante esse período, como a Praia da Tatajuba, em 1902 (MENDES; LIMA; CORIOLANO, 2004), e a Prainha do Canto Verde em 1860 (MENDONÇA, 2004).

Bem como parte das grandes cidades brasileiras, essas praias foram ocupadas na informalidade de maneira independente de legislações ou normas urbanísticas, onde os moradores construíram suas moradias a partir da autoconstrução e de seu conhecimento empírico. De acordo com Genival Júnior (2007), o que foi construído pelo homem no litoral nordestino pode ser comparado a muitos exemplos de arquitetura vernacular de outras comunidades por todo o mundo. Os pescadores nordestinos, por falta de acesso a tecnologias construtivas avançadas, são naturalmente obrigados a desenvolver suas próprias soluções arquitetônicas e urbanísticas para contornar a pressão que a natureza impõe na sua moradia. Por isso, desenvolveu-se ao longo dos anos, em todo o litoral nordestino, uma valiosa variedade de soluções específicas para cada local que possibilitam a habitação pelo ser humano.

A Prainha do Canto Verde está localizada no município de Beberibe, no estado do Ceará, a aproximadamente 126 km de Fortaleza (ver mapa 01). De acordo com Mendonça (2004), sua faixa litorânea possui aproximadamente 5 km de extensão, onde a população vem vivendo da pesca artesanal há muitos anos. Bem como outras praias do litoral cearense, como Canoa Quebrada, Morro Branco, e Praia das Fontes, a Prainha do Canto Verde foi alvo de especuladores imobiliários que buscaram garantir a propriedade da terra a partir da grilagem, expulsando os moradores nativos e trazendo grandes investimentos e empreendedores de outras localidades com a promessa de promover desenvolvimento (MENDES; LIMA; CORIOLANO, 2004).

Diferente das outras praias, os moradores da Prainha do Canto Verde resistiram às pressões imobiliárias e através de anos de conflitos foram capazes de garantir a permanência em sua terra, processo que foi bem explicitado por Schärer (2003). Atualmente, a Prainha do Canto Verde é uma reserva extrativista como foi disposto no Decreto s/nº de 5 de junho de 2009, tendo como órgão gestor o Instituto Chico Mendes. A terra é comunitária e não pode ser comprada por pessoas que não são moradores nativos ou algumas exceções determinadas pela Associação dos Moradores da Prainha do Canto Verde.



Mapa 01: Contexto geográfico de Beberibe - Município onde a Prainha do Canto Verde está localizada.

Fonte: GEObeberibe, em Barroso (2010)

Os principais fenômenos naturais que dificultam a habitabilidade do local é o avanço das marés e a movimentação das dunas ocasionada pelos fortes ventos da região. Segundo Barroso (2010), a retirada da vegetação superficial sobre as dunas acelera o processo de avanço, fazendo com que muitas casas de moradores nativos sejam soterradas pela areia (imagem 1), sendo necessário abandoná-las e construí-las em outro local. O avanço das marés também é responsável pela destruição de muitas casas na Prainha do Canto Verde, fazendo com que os moradores tenham que construir suas casas cada vez mais distantes do mar (imagem 2).



Imagem 1: Casa soterrada pelo avanço das dunas na Prainha do Canto Verde-CE  
Fonte: Acervo do autor



Imagem 2: Casa destruída pelo avanço das marés na Prainha do Canto Verde-CE  
Fonte: Acervo do autor

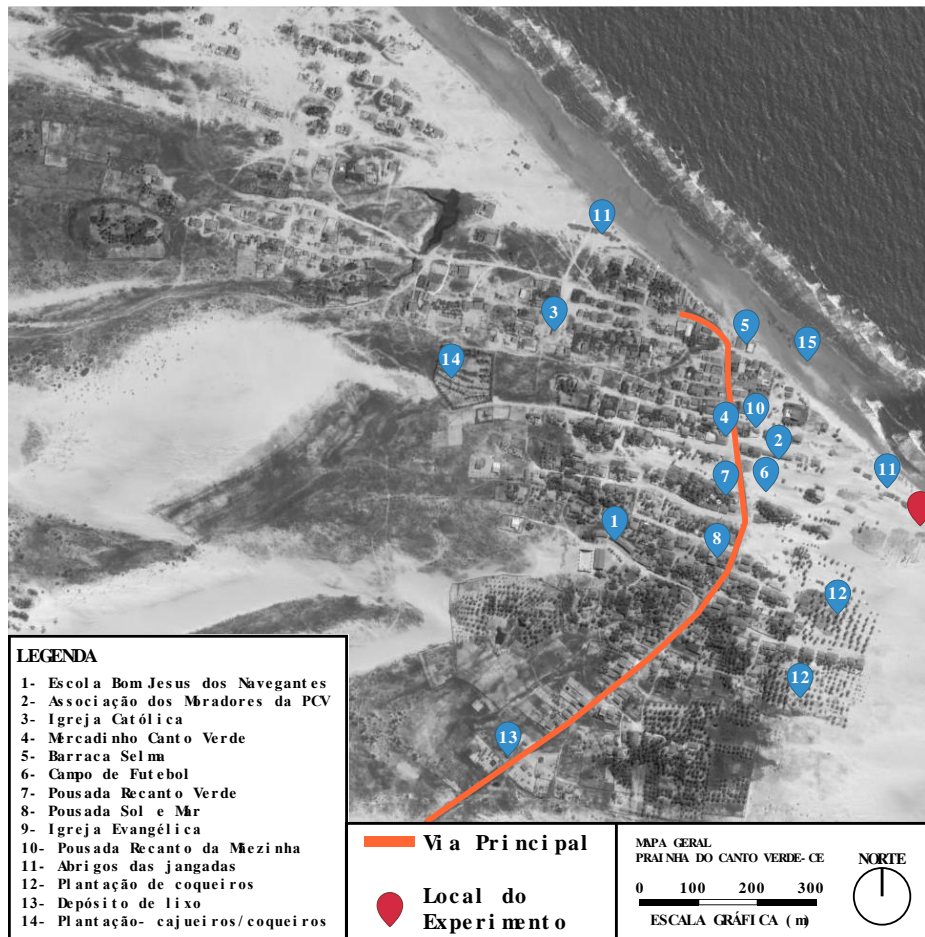
Moradores nativos afirmam que desde o início da ocupação do segundo núcleo (atualmente chamado de Bairro Vermelho), houve a preocupação em evitar que as casas que estavam sendo construídas não fossem facilmente destruídas pelo avanço das marés. Dessa maneira, o Bairro Vermelho foi primeiramente ocupado nas áreas mais distantes do mar, pois se percebia que o nível do mar vinha avançando ao longo dos anos, e isso poderia causar danos às habitações construídas naquele local.

No entanto, à medida que o Bairro Vermelho se expandiu, moradores começaram a ocupar os terrenos mais próximos do mar, indo contra as normas estabelecidas pelo senso comum da população. Como resultado, muitas construções já foram destruídas e as que permanecem vem sendo ameaçadas.

Por outro lado, os fortes ventos da região (ventos predominantemente de leste) são responsáveis pela movimentação de dunas que, quando encontram obstáculos em seu caminho, muitas vezes o soterram. A partir desta percepção, as vias do Bairro Vermelho foram definidas na tentativa de orientá-las no mesmo sentido dos ventos predominantes (ver mapa 02), e as quadras cresceram de maneira estreita e com grandes comprimentos. Desse modo, tentou-se estabelecer caminhos livres para a areia trazida pelos ventos percorrer sem que encontrasse obstáculos, evitando o início de um possível processo de acúmulo.

A mesma percepção de permitir a permeabilidade dos ventos foi levada em consideração na definição da forma das habitações. Tanto devido ao formato dos terrenos, que foram influenciados pelo sistema viário, quanto pela consciência de não se deveria criar grandes obstáculos para o vento, os moradores locais construíram suas casas com forma retangular, possuindo preferivelmente a menor dimensão orientada para os ventos predominantes. Desse modo, o conjunto das casas permitiria maior permeabilidade aos ventos, permitindo que sempre haja o fluxo e passagem de areia, minimizando o seu acúmulo.

No entanto, com o passar dos anos, muitas construções da Prainha do Canto Verde vem sendo soterradas, o que faz com que moradores que não possuem muita renda percam o que foi investido em suas casas e destrua os laços de sua família com seu lar. Embora tenha havido a intenção de solucionar o problema, casos de soterramento continuam persistindo possivelmente devido às diversas ampliações feitas nas habitações e alterações na linearidade das vias. É comum o número de casas que ampliaram e criaram alpendres e outros cômodos que aumentaram as fachadas orientadas para o leste, ou de vias onde novos moradores construíram suas habitações de modo a interrompê-las, criando ruas sem saída e com obstáculos para o fluxo da ventilação natural.



Mapa 02: Mapa geral da Prainha do Canto Verde e localização da área do experimento.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em imagem aérea do Google Earth (acesso em Novembro/2016)

Bittencourt e Cândido (2005) afirmam que a ventilação natural é a única estratégia capaz de ao mesmo tempo acelerar as trocas de calor e atenuar o inconveniente do excesso de umidade do ar. Mediante a evaporação e a convecção, é possível minimizar a saturação do ar e evitar sua estagnação. Apesar de ser uma estratégia bioclimática importante para o alcance do conforto ambiental, no caso da vila litorânea analisada o vento intenso associado ao solo arenoso limitam seu aproveitamento nos edifícios.

De acordo com Saraiva (1994), o campo de passagem do vento atmosférico em torno de um edifício é regido pelas características eólicas a barlavento, pela trajetória que se apresenta e pela geometria do edifício.

O ponto de parada ou estagnação na fachada de barlavento pode subir por volta de até 75% ou chegando até a 80% da altura do edifício (imagem 3). Há um fluxo descendente a partir deste ponto, em decorrência do gradiente de pressão.

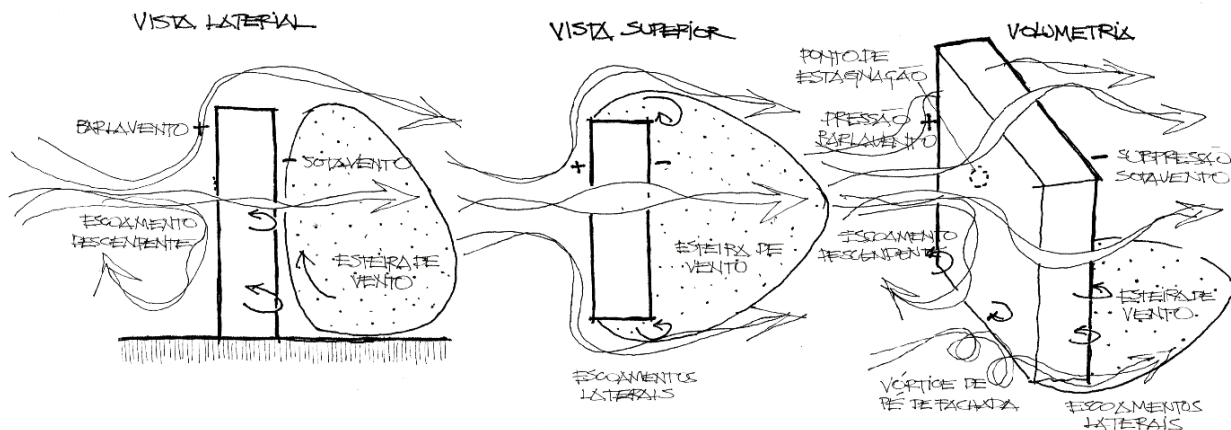


Imagem 3: Escoamento do vento em torno de um prisma apoiado no solo.

Fonte: adaptado de Saraiva, 1994, p.23 apud Costa Filho, 2017.

Este fluxo de ar constitui o vértice de base, que se faz bem mais acelerado quanto maior for a velocidade do vento e as medidas do edifício onde ele incide (face barlavento), pois, com o aumento da área, maior também é a pressão, resultando em maiores vértices que escoam bilateralmente à edificação.

Muitas das habitações tradicionais da Prainha do Canto Verde vêm sendo soterradas devido à alteração de sua forma original, ocasionada pelas ampliações que seus moradores realizam ao longo dos anos, o que cria fachadas largas e que se tornam grandes obstáculos para a areia trazida pelos ventos predominantes (ventos de leste). A hipótese da pesquisa é de que existe uma relação do comportamento da ventilação no entorno dos edifícios e sua forma de soterramento pela areia. Pretendeu-se avaliar se as habitações que possuem pequenas dimensões orientadas para os ventos são mais dificilmente soterradas com o avanço das dunas do que as que possuem fachadas mais largas. Questiona-se ainda se, caso construídas habitações que possuem lajes de piso elevadas do solo, se comportariam de maneira mais eficaz.

## **2. OBJETIVO**

Este artigo objetiva compreender as soluções arquitetônicas e urbanísticas adotadas pela população da Prainha do Canto Verde-CE na tentativa de diminuir os impactos gerados pelo avanço das dunas, bem como avaliar sua eficácia e levantar novas possíveis diretrizes de ocupação do solo.

## **3. MÉTODO**

Para a realização deste trabalho foi primeiramente realizada a aproximação e reconhecimento da realidade do local a partir de levantamento bibliográfico em livros e artigos científicos. Em seguida realizou-se leitura sobre o comportamento da ventilação natural em edificações e sobre a forma e tipologia dos edifícios.

Na fase inicial tentou-se principalmente compreender quais eram as principais pressões que a natureza impõe na habitação, e como a população local tentou se adaptar através do desenho da cidade e de suas casas.

Posteriormente, foram realizadas visitas em campo para documentação a partir de fotografias e desenhos, conversas informais com a população e representantes da Associação dos Moradores da Prainha do Canto Verde, e análises de imagens aéreas do Google Earth, de modo a coletar mais informações sobre a realidade da comunidade, e realizar a preparação do experimento prático.

Por último, houve a realização do experimento prático que objetivou avaliar como a forma da habitação pode facilitar ou dificultar o seu próprio soterramento, bem como testar possíveis mudanças que podem ser futuramente aplicadas na construção de casas para moradores nativos.

### **3.1. EXPERIMENTO PRÁTICO**

O experimento prático foi realizado com o intuito de verificar a hipótese levantada na fase de coleta de dados e aproximação da realidade do local, como foi mencionado anteriormente. As decisões que foram tomadas para definir sua preparação visaram proporcionar da maneira mais aproximada possível uma simulação dos condicionantes ambientais aos quais as habitações tradicionais da Prainha do Canto Verde estão expostas. O próprio ambiente funcionou como um túnel de vento e a condição arenosa proporcionou análises das figuras de erosão para visualizar os efeitos do escoamento do ar sobre modelos submetidos a condição local de ventilação natural (PEREGRINO; SILVA, 2007).

Primeiramente, decidiu-se utilizar tijolos maciços para a criação de modelos que representassem o formato geral das habitações tradicionais. Para simular as diferentes situações de orientação das casas, foram criados três modelos de dois tijolos maciços empilhados cada. O modelo 1 foi orientado com sua menor dimensão voltada para os ventos dominantes (leste), já o modelo 2 outro com sua maior dimensão. O modelo 3 foi composto também de dois tijolos maciços empilhados orientados com sua menor dimensão voltada para o leste, mas foi posicionado sobre pedaços de cerâmica que simularam pilares, elevando-os e fazendo com que não tivessem contato com a areia. É necessário apontar que os tijolos do modelo 3 foram deixados à baixa altura do solo para verificar se as habitações não necessitariam estar elevadas a grandes alturas para garantir o funcionamento desta solução.

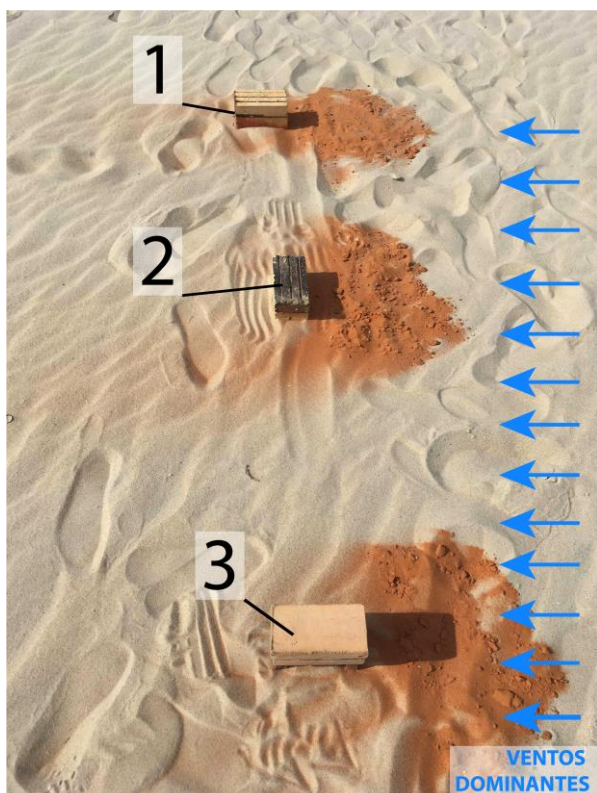


Imagem 4: Preparação do experimento - Vista topo  
 Fonte: Acervo do autor

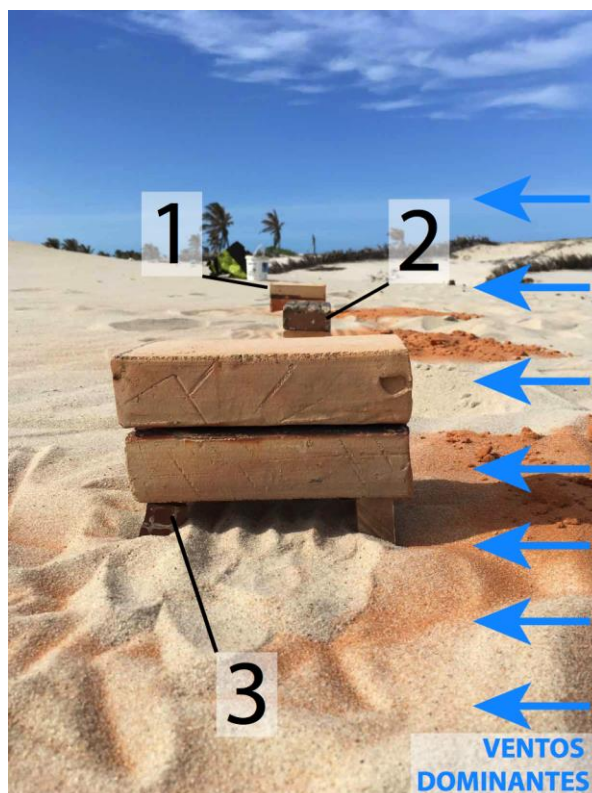


Imagem 5: Preparação do experimento - Vista lateral  
 Fonte: Acervo do autor

O local escolhido para o experimento foi definido com o objetivo de proporcionar aos modelos o maior contato com os ventos fortes e abundância de areia fofa. Assim, os tijolos foram colocados nas dunas onde se encontrou a maior incidência de soterramento de habitações. O local aproximado pode ser observado no mapa 02. Os principais critérios que guiaram a escolha do local foram: não possuir outros obstáculos nas proximidades, estar livre de qualquer outra influência que alterasse o trajeto dos ventos, e por último, estar sujeito à mesma ventilação natural que o restante da vila está, tentando simular de maneira mais aproximada possível as condições naturais às quais as habitações estão expostas.

Terminado o posicionamento dos modelos, coletou-se areia vermelha encontrada nas proximidades do local do experimento e derramou-se certa quantidade sobre a areia branca das dunas na frente de cada tijolo, com o objetivo de criar contraste entre as duas cores e observar seu comportamento após algumas horas de exposição aos ventos. Concluída a montagem, os modelos ficaram sujeitos à ação dos ventos e movimentação de areia das dunas pelo período de aproximadamente 20 horas. Posteriormente voltou-se ao local para verificar o resultado e documentar a partir de registros fotográficos cada modelo separado e todos em conjunto, em vista de topo e lateral, realizando então uma comparação entre os 3.

#### 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A primeira observação foi a respeito da areia vermelha colocada sobre a areia branca, que teve sua maior parte levada pelos ventos, sendo pouco perceptível nas imagens a seguir. Embora o resultado esperado de observar o rastro que a areia vermelha deixaria não tenha sido alcançado, esta medida foi essencial para garantir que houve grande intensidade na movimentação de areia nas proximidades dos modelos.

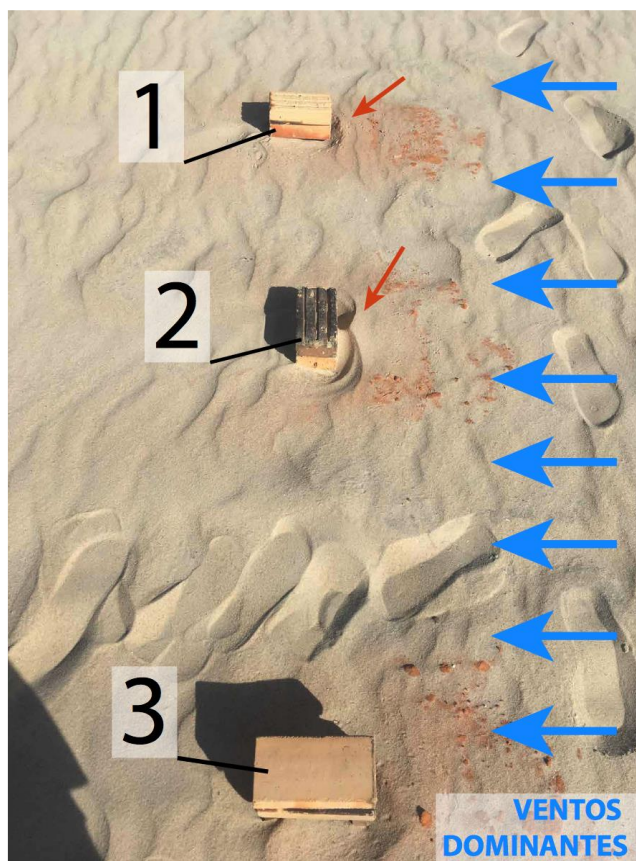


Imagem 6: Resultado do experimento - Vista topo  
Fonte: Acervo do autor

Analisando o modelo 1, percebeu-se que parte do vento foi capaz de desviar dos tijolos sem causar fortes reações de rebojo (ver seta em laranja nas imagens 7 e 8). Isto pode indicar que as casas que possuem suas menores dimensões orientadas para o leste é capaz de fazer os ventos desviarem com maior facilidade, o que proporciona maior fluxo de areia no local. No entanto, verifica-se ainda nas imagens 7 e 8 que o rastro deixado na areia pode indicar que possivelmente uma parte dos ventos que incidiu sobre a fachada dos tijolos sofreu retorno por redemoinhos, sendo capaz de cavar a areia mais próxima e criar um pequeno acúmulo.



Imagem 7: Resultado do modelo 1 - Vista lateral  
Fonte: Acervo do autor

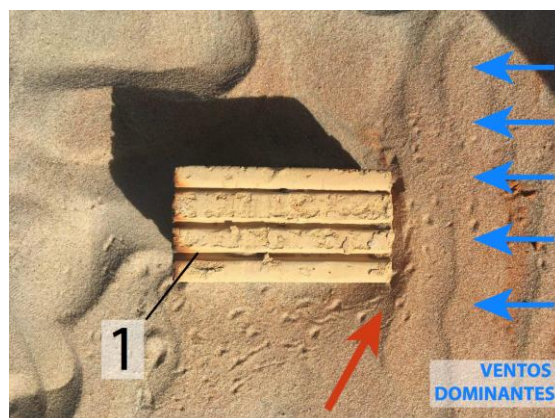


Imagem 8: Resultado do modelo 1 - Vista topo  
Fonte: Acervo do autor

O resultado do modelo 2 é observado nas imagens 9 e 10. Neste caso, percebeu-se que os tijolos com sua maior face orientada para o leste tornaram-se um maior obstáculo para os ventos, minimizando a parte do vento que conseguiu desviar e maximizando a reação de redemoinhos a barlavento (ver setas em laranja), cavando mais areia do que o modelo 1 e conseqüentemente gerando um maior acúmulo. Uma reação similar a do modelo 2 pôde ser observado em algumas habitações que possuem grandes fachadas orientadas para o leste, sendo possível compará-las nas imagens 9,10 e 11.



Imagem 9: Resultado do modelo 2 - Vista lateral  
 Fonte: Acervo do autor

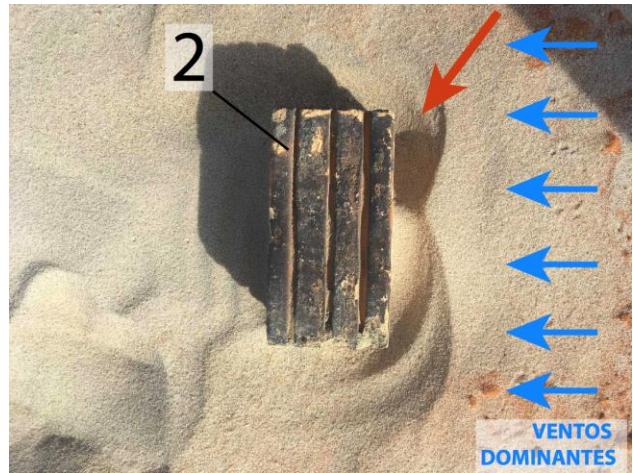


Imagem 10: Resultado do modelo 2 - Vista topo  
 Fonte: Acervo do autor



Imagem 11: Efeito similar ao do modelo 2 em casa com fachada larga - Prainha do Canto Verde-CE  
 Fonte: Acervo do autor

Como esperado, o modelo 3 se comportou como um menor obstáculo não só por estar orientado com sua menor face para o leste, como por estar elevado do solo. Observou-se também que a areia abaixo dos tijolos foi modificada, indicando que existe a possibilidade de que habitações com pisos elevados permitam a chegada de areia, mas também sua saída, o que evita que haja acúmulo e futuramente o início de um processo de soterramento.



Imagem 12: Resultado do modelo 3 - Vista lateral  
 Fonte: Acervo do autor

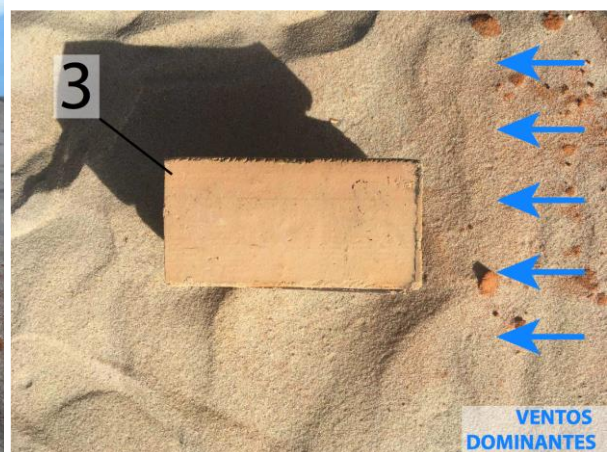


Imagem 13: Resultado do modelo 3 - Vista topo  
 Fonte: Acervo do autor



## 5. CONCLUSÕES

Os resultados dos experimentos mostraram-se de acordo com as expectativas e a hipótese da pesquisa. De fato, observou-se que as habitações tradicionais que possuem pequenas dimensões de fachadas orientadas para o sentido dos ventos dominantes são menos propícias a serem soterradas. Embora os moradores locais tivessem o intuito de construir suas casas dessa maneira, suas formas foram sendo alteradas devido às diversas ampliações feitas ao longo dos anos, como a construção de alpendres e outros cômodos, e até mesmo de muros de alvenaria de tijolo para delimitar o seu terreno. Isto contribuiu para fazer com que relação entre as habitações tradicionais formem um tecido que possua diversos obstáculos e não permita o livre fluxo da ventilação natural e da areia.

O modelo de Saraiva(1994) do comportamento do vento no entorno dos edifícios utilizado se rebateu nos resultados do escoamento de areia do experimento. A grande pressão exercida a barlavento e seu efeito descendente influenciaram o soterramento inicialmente afastado do modelo e se aproximando em decorrência do acúmulo de areia.

Além disso, constatou-se que a solução de habitações com pisos elevados mostrou-se eficaz, apontando que seria uma alternativa de uma nova maneira de construir a ser considerada por habitantes nativos que ainda planejam construí-las e pretendem garantir maior segurança quanto ao processo natural de avanço das dunas.

O experimento demonstrou uma alternativa que é passível de ser utilizada por outros estudos que visam simular os condicionantes da natureza para avaliar a reação da ventilação natural que incide em formas simples de edificações. No entanto, supõe-se que formas muito complexas podem não gerar resultados eficazes.

Assim, fica a recomendação de realizar o experimento com testes em tecnologias mais avançadas como túneis de vento ou softwares de simulação de ventilação, com o objetivo de comparar ambos os resultados e avaliar com maior precisão a introdução de outros elementos no modelo, como a cobertura, e de modelos de formas mais complexas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROSO, Joísa (coord.). **Perspectivas para o meio ambiente urbano**: GEO Beberibe. Ceará, Fortaleza: Ceara Periferia, 2010. Disponível em: [http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/geo\\_beberibe.pdf](http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/geo_beberibe.pdf)

BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Chisthina. **Ventilação Natural em Edificações**. Rio de Janeiro: Procel Edifica, 2010. 101 p.

COSTA FILHO, A. C. **Rugosidade e porosidade do tecido urbano como critérios de análise qualitativa da ventilação natural em cidades litorâneas**. Tese (Doutorado em arquitetura e urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2017.

GENIVAL JÚNIOR,. **Arquitetura vernacular praieira**. Rec: Barros Lima Arquitetura, 2007. 189 p.

MENDES, Eluziane Gonzaga; LIMA, Luiz Cruz; CORIOLANO, Luzia Neide M. T.. OS EMBATES DA REESTRUTURAÇÃO DO ESPAÇO LITORÂNEO CEARENSE PELO TURISMO. **Mercator: Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, p.43-53, 2004. Trimestral.

MENDONÇA, Teresa Cristina de Miranda. **Turismo e participação comunitária**: prainha do canto verde a "canoa que não quebrou e a "fonte que não secou". 2004. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

PEREGRINO, P. S. A., SILVA, F. A. G. Escoamentos de ventos e padrões de ocupação do solo em João Pessoa/PB. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9, ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO 2007, Ouro Preto. Anais... Belo Horizonte: ANTAC, 2007.

SARAIVA, J. Boundary layers over urban áreas. PASCOOL, Meeting, Lisboa: LNEC, 1994.

SCHÄRER, René. Turismo sustentável: um estudo de caso sobre a experiência da comunidade de prainha do Canto Verde no litoral do Ceará. **Revista Pasos**, Canto Verde, v. 1, n. 2, p.231-242, jul. 2003.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos à Universidade de Fortaleza, pelo incentivo à pesquisa e por proporcionar a infraestrutura necessária.

Ao Instituto Chico Mendes, Associação dos Moradores da Prainha do Canto Verde, e aos moradores Mauro, João e Aíla.