



## ABORDAGEM BIOCLIMÁTICA EM UMA CASA-GRADE DE ENGENHO DO SÉCULO XIX, PILAR-ALAGOAS.

Gabriella Vasconcelos Peixoto (1); Leonardo Salazar Bittencourt (2).

- (1) Mestranda do Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: gabriellavasconcelos@hotmail.com
- (2) Professor Doutor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: lsb@ctec.ufal.br

### RESUMO

**Proposta:** As recorrentes crises no setor energético denunciam a finitude dos recursos naturais dos quais dependem as formas artificiais que movem a sociedade e alertam à necessidade de se construir de maneira mais eficiente. Diante disto, a abordagem bioclimática constitui uma forma de resgatar e desenvolver soluções que favoreçam um maior desempenho energético do ambiente construído. Este trabalho realizou uma análise bioclimática em uma casa-grande com o objetivo de identificar e avaliar os elementos construtivos que influenciam as condições de conforto e configuraram um repertório arquitetônico em consonância com o clima local. **Metodologia:** Análise do desempenho térmico de uma casa-grande de engenho. Para tanto, foram realizados os seguintes passos metodológicos: visitas a campo; levantamentos iconográfico e arquitetônico; aquisição dos dados de temperatura e umidade relativa do ar; elaboração de Cartas Bioclimáticas; simulação da insolação e sombreamento; e estudos do comportamento dos ventos. **Resultados:** As análises indicaram a eficácia da tipologia no tocante ao sombreamento e ventilação cruzada. O desempenho térmico, embora satisfatório, apresentou certa desvantagem no período noturno. Observou-se que o estudo de caso apresenta interessantes e eficientes soluções arquitetônicas para o contexto climático. **Contribuições:** A herança construtiva pode representar o enriquecimento de um repertório arquitetônico coerente e preocupado com o clima e a cultura dos mais distintos lugares. Estudos semelhantes constituem potenciais fontes de aprendizado, além de tornar-se referência para o restabelecimento do equilíbrio entre o ambiente construído e o meio no qual se insere.

Palavras-chave: casa-grande, desempenho térmico, análise bioclimática, repertório arquitetônico.

### ABSTRACT

**Proposed:** The recurrent crisis in the energetic sector denote the natural resources limitation that fuel the living standards of society and draw attention to the need of building in a more efficient manner. The bioclimatic approach constitutes a mean to rescue and develop solutions that favor a greater energetic performance in the built environment. This paper accomplished a bioclimatic analysis in a farm house intending to identify and evaluate the constructive elements which influence thermal comfort conditions and compile an architectural repertoire in accordance with the local climate. **Methodology:** Thermal performance evaluation of a typical sugar cane farm house, in accordance with the following procedure: field trips; iconographic and architectural survey; acquisition of temperature and relative humidity data; Bioclimatic Charts elaboration; shadow and insolation simulations; and studies of wind behavior. **Results:** The analysis indicated the typology efficiency regarding solar shading and cross ventilation issues. The thermal performance, although satisfying the occupants, showed some disadvantage during night time. It was observed that this case study presented interesting and efficient architectural solutions to such climatic context. **Contributions:** The constructive inheritance can represent an enrichment of an architectural repertoire concerned and responsive to the climate and culture of distinct places. Such studies are potential learning sources, as well as building references when pursuing the balance between the natural and constructed environments.

Keywords: farm house, thermal performance, bioclimatic analysis, architectural repertoire.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por abrigos confortáveis é tão legítima quanto a luta humana por sua sobrevivência e, durante vários séculos, consagrou-se no satisfatório diálogo entre o homem e seu ambiente. Isto resultou em um vasto e diferenciado repertório cultural, descortinando-se em soluções arquitetônicas sensíveis às condições climáticas.

No decurso histórico, todavia, os conhecimentos tradicionais em relação ao contexto ambiental foram sendo suplantados. As inovações e os aperfeiçoamentos dos sistemas artificiais de climatização e iluminação passaram a ser ampla e desnecessariamente utilizados. “A função climática do abrigo se dilui com os ajustes das formas arquitetônicas às novas máquinas” (RHEINGANTZ, 2001, p. 39). A reprodução de partidos arquitetônicos desvinculados de seu contexto vem acompanhada do esvaziamento das qualidades e peculiaridades ambientais do espaço construído.

Apesar de ainda ser recorrente a implantação generalizada das tipologias ocidentais, observa-se uma iminente preocupação com o bem estar do meio, isto porque, longe de uma “retórica alarmista da crise e da catástrofe” (HARVEY, 2006, p. 273), um possível colapso ambiental atingirá diretamente o ser humano. Diante desse cenário, tem sido percebido, desde a segunda metade do século XX, o aparecimento de diversas vertentes arquitetônicas que buscam disseminar maneiras mais eficientes de se (re)construir o meio onde vivemos.

A abordagem bioclimática da arquitetura visa retomar a harmoniosa relação entre o homem, sua arquitetura e seu meio ambiente, através do resgate de referências construtivas eficientes e do desenvolvimento de tecnologias que favoreçam tanto um melhor desempenho energético quanto uma maior satisfação do usuário do espaço. Deste modo, reflete no próprio desenho arquitetônico a consciência do lugar e do clima que o envolve.

Considerando tal abordagem, intenta-se com este trabalho rememorar características de construções antigas circundada por varandas, típica da região açucareira de Alagoas (Litoral e Zona da Mata – clima quente e úmido), e sua relação com o meio. Como objeto de análise desenvolveu-se um estudo de caso na casa-grande do engenho Lamarão, construída no século XIX no município de Pilar-Alagoas. Esta edificação representa um exemplar arquitetônico da região mencionada, apresentando tipologia e elementos arquitetônicos que (em teoria) auxiliam o conforto ambiental, em especial térmico, e se adequam ao clima e entorno locais. Além disso, partidos semelhantes ocorreram em várias regiões brasileiras, e se configuraram como boas respostas de adaptação da arquitetura, originalmente lusitana, ao contexto dos trópicos úmidos.

### 1.1 O contexto geográfico

O presente trabalho se insere no contexto geográfico (e climático) do município de Pilar, localizado a 25Km de Maceió, capital do Estado de Alagoas (figura 1).



Figura 1 – Mapa de localização do Município de Pilar. Fonte: Adaptado de Google Earth, 2007.

Com latitude de 9°36' Sul e longitude 35°56' Oeste, possui clima caracterizado como quente e úmido por apresentar, ao longo do ano, valores de temperatura e umidade relativa do ar consideravelmente elevados. Recebe intensa incidência de radiação solar e apresenta pequenas variações de temperatura

diárias, sazonais e anuais. Apesar das médias razoáveis de temperatura – por volta de 26°C<sup>1</sup> –, pode apresentar valores de temperatura absoluta em torno dos 38°C nos meses mais quentes, o que justifica a classificação do clima local.

Apresenta basicamente duas estações (verão e inverno): uma caracterizada por altas temperaturas com ocorrência de chuvas passageiras (conhecidas como chuva de verão), geradas pela combinação do aumento da temperatura e da umidade relativa do ar; e outra com intensa pluviosidade e temperaturas mais baixas em relação à estação anterior.

O município apresenta taxas de umidade relativa do ar significativamente elevadas, podendo alcançar 100% nos períodos/dias mais chuvosos. Além disso, recebe influência da Lagoa Manguaba, em especial no sítio onde se localiza a edificação (às margens desta massa d'água). A média pluviométrica anual é, também, bastante alta, por volta dos 2.000mm. Entretanto, possui variação anual quanto à distribuição de chuvas, sendo o inverno o período mais chuvoso.

Os ventos mais frequentes na região são oriundos do quadrante Leste (L).

## 1.2 Características tipológicas da edificação

A locação da casa-grande seguiu as “recomendações contidas no Manual de Taunay: O oriente e o sul são as exposições mais favoráveis para a frente das casas por haver menos sol e melhor viração” (GOMES, 1998, p. 26). A fachada principal está voltada para Leste (oriente), aproveitando o melhor desta disposição: captação dos ventos predominantes, além de dispor a maior dimensão do edifício no eixo Norte-Sul que proporcionam menor entrada da insolação.

A disposição isolada da edificação caracteriza um entorno com obstáculos esparsos. A vegetação mais densa se apresenta concentrada nas orientações Norte, Noroeste e Oeste, conforme se pode observar na vista panorâmica do local (figura 2). As palmeiras e coqueiros existentes na frente da casa (Leste) permitem a passagem da ventilação, ao mesmo tempo em que sombreiam parte da edificação (observar figura 3).



Figura 2 – Vista panorâmica do local, ao centro a edificação estudada, à direita onde foi alocado um equipamento de medição externa e a esquerda a capela. Observam-se o espaçamento entre as edificações, as características do terreno e a distribuição da vegetação.

Volumetricamente, observa-se um único prisma retangular circundado por varandas, que apresentam uma seqüência de pilares. O volume se completa com o telhado. O desenho constitui-se em duas águas no sentido Leste-Oeste acima do corpo da edificação (com cumeeira no sentido Norte-Sul), sendo os alpendres laterais cobertos, cada qual, por uma água que se une ao principal nas extremidades (ver figura 4).



Figura 3 – Vista principal da edificação.



Figura 4 – Croqui perspectiva da edificação.

<sup>1</sup> De acordo com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)).

A planta baixa\* (figura 5) possui uma configuração simétrica a partir do eixo Leste-Oeste. Tem-se um programa simples de duas salas, quatro quartos e uma sala de viver (jantar) e cozinha<sup>2</sup>. Os cômodos são abrigados pelos **alpendres que circundam as quatro fachadas**, protegendo as paredes do edifício contra incidência direta da radiação solar. Vale lembrar que as varandas são utilizadas como extensão das casas, onde se descansa aproveitando o agradável ambiente proporcionado por esse espaço de transição entre os ambientes externos e internos.

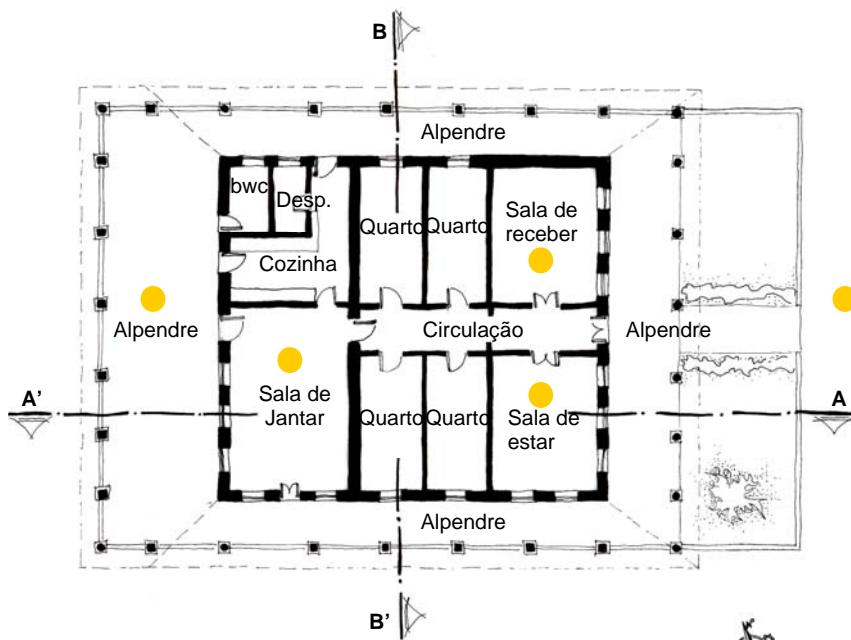


Figura 5 – Croqui planta baixa da edificação.

principal são divididas ao meio (figura 8), possibilitando que a metade inferior seja fechada e a superior permaneça aberta, deixando uma abertura livre à ventilação. Todas estas são estratégias simples que parecem funcionar bem no contexto climático dos trópicos.



Figura 6 – Vista da janela, onde se observa as diferentes folhas que a compõe.



Figura 7 – Corredor. Observa-se a porta de entrada em veneziana nas extremidades, e as portas com bandeiras em vidro.



Figura 8 – Corredor (dos quartos) vendo-se parte das bandeiras vazadas dos quartos e, ao fundo, as portas divididas ao meio.

As **paredes externas** são espessas e construídas em alvenaria de tijolo maciço. Esta solução, talvez se justifique pelo valor simbólico da casa-grande, que deveria representar poder, mas também dotou o edifício de massa térmica apesar de tal estratégia não ser recomendada para climas quentes e úmidos. Já as **divisões internas não encontram a coberta** e eram constituídas de taipa. Mas tarde, houve a substituição desse sistema construtivo por alvenaria de tijolos cerâmicos com furos. Este fator, somado ao **generoso pé-direito** da edificação e a **ausência de forros**, favorece a passagem dos ventos (ver croquis dos cortes – figuras 9 e 10). Além disso, o **telhado** é totalmente estruturado em madeira com **cobertura em telha cerâmica tipo colonial (capa-canal)**, contendo o aquecimento do ar

<sup>2</sup> Banheiro e despensa foram resultados de uma reforma, bem como a transformação de um dos quartos em banheiro e rol com escada de acesso ao mezanino com mais três quartos (não considerado neste estudo).

\* Os pontos amarelos existentes na planta baixa representam a distribuição dos equipamentos de medição.

As **aberturas** não possuem grandes dimensões. No entanto se apresentam em número considerável, para permitir a circulação abundante do ar. As **esquadrias** (figura 6) são em madeira e apresentam, cada uma, duas folhas com vidro na metade superior do vão para entrada de luz natural; duas de veneziana na parte inferior que consentem a ventilação mesmo estando fechadas e, por fim, duas outras que permitem a vedação completa da abertura. As portas dos quartos possuem bandeiras vazadas que permitem a passagem de ar. Já as bandeiras das portas das salas são vedadas com vidro (figura 7). As portas do corredor

interno através de sua dupla camada e da permeabilidade (saída do ar quente) oferecida pelo sistema (BITTENCOURT & CÂNDIDO, 2005).



Figura 9 – Croqui corte A A'.

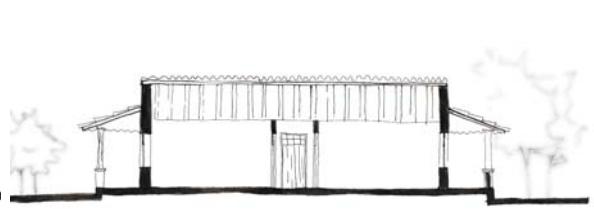


Figura 10 – Croqui corte B B'.

Todas estas características já haviam sido apontadas por Lemos (1979), quando colocou que em quase todas as habitações dos senhores de engenho deste período “havia recuos de acomodação aos rigores do clima, com a adoção de profundos alpendres e com a providência de se deixarem as paredes internas baixas e os cômodos sem forro, o que possibilitava ampla ventilação de todo o interior”.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Geral:

Realizar uma análise do desempenho térmico em uma casa-grande de engenho, construída no século XIX, situada no município de Pilar, estado de Alagoas.

### 2.2 Específicos:

- Identificar e avaliar os elementos construtivos que influenciam as condições de conforto no interior da edificação e configuram um repertório arquitetônico em consonância com o clima local (quente e úmido);
- Verificar a aplicação das estratégias bioclimáticas de edificação mencionada, bem como apontar as potencialidades de partido e detalhes arquitetônicos que possam promover uma arquitetura energeticamente mais eficiente.

## 3. METODOLOGIA E ETAPAS METODOLÓGICAS

A metodologia deste trabalho compreende uma análise (quantitativa e qualitativa) do desempenho térmico de uma edificação, organizada em quatro momentos (etapas) principais:

O **primeiro** consistiu em revisão da literatura para aprofundar os conhecimentos e embasar, conceitualmente, os resultados obtidos.

No **segundo** realizou-se a escolha do objeto de estudo, e um levantamento sobre este. Foram selecionadas edificações com partidos arquitetônicos semelhantes localizadas na região açucareira de Alagoas, considerando o século XIX como espaço-temporal. Essa mostra constituiu-se de 5 casas-grandes, dentre elas a casa-grande dos engenhos: Cumbe em Marechal Deodoro; Salgado, Terra Nova e Lamarão em Pilar; e Varrela em São Miguel dos Campos. A partir de visitas a campo elegeu-se a casa-grande do Engenho Lamarão devido à facilidade de acesso para a realização dos levantamentos e das medições. Seguiram-se a elaboração do levantamento arquitetônico, do registro fotográfico e do diagnóstico da edificação. Este último contendo observações a respeito do sistema construtivo, soluções arquitetônicas, locação e orientação, materiais constituintes, entre outros.

O **terceiro momento** compreendeu a aquisição de dados para análise:

Medição das variáveis ambientais temperatura e umidade do ar utilizando equipamentos com registradores microcomputadorizados da temperatura e umidade do ar (*data logger* – Hobo®). Foram realizadas medidas em cinco pontos, sendo um exterior, um na varanda menos favorável (oeste), e três distribuídos nos ambientes internos (vide os pontos amarelos na planta baixa acima, figura 5). A colocação dos equipamentos nos ambientes seguiu as orientações de Batista e Lamberts (2006): centro do ambiente a uma altura de aproximadamente 1,20m (as figuras abaixo – 11 e 12 – demonstram o posicionamento dos equipamentos nos ambientes). A medição do ponto externo utiliza um recipiente de alumínio (perfurado) para proteção do equipamento contra a incidência direta dos raios solares.

O período de aferição estendeu-se por 36 dias entre os meses de abril e maio, com captação de informações a cada trinta minutos. Segundo a Carta Bioclimática para Maceió (extraída do programa Analysis Bio<sup>3</sup>), estes meses apresentam a maior parte dos pontos fora da zona de conforto, demonstrando a dependência da estratégia ventilação para alcançar as condições de conforto térmico na localidade. Pela proximidade e similaridade climática entre Pilar e Maceió, acredita-se que esta adaptação não compromete os resultados.

Após a medição das variáveis citadas, seguiram-se a plotagem dos dados obtidos na Carta Bioclimática. Elaborou-se uma carta com a média das mensurações internas, que, por sua vez, foi comparada com as cartas relativas aos dados obtidos na varanda e no exterior. Nesta etapa, foram considerados os relatórios gerados pelo programa.

O software Ecotect foi utilizado para a simulação da insolação e sombreamento na edificação. Neste fez-se a modelagem volumétrica da edificação diante das limitações do próprio programa. Para a simulação, foram escolhidos os dias de solstícios de verão (22 de dezembro) e inverno (22 de junho). Datas estas que correspondem aos períodos em que a trajetória solar alcança seus limites extremos ao sul e ao norte. Para a captura das imagens da simulação, escolheram-se os horários bases de 8:00, 12:00 e 16:00 horas, diante da proteção proporcionada pelos alpendres.

A distribuição dos ventos no interior da edificação foi delineada a partir de estudos realizados com auxílio de uma mesa d'água que, basicamente, funciona escoando uma fina lámina de água, contendo espuma, através do modelo reduzido, demonstrando os percursos dos fluxos de ar. Como o entorno não apresenta significativos obstáculos, os modelos produzidos contemplam apenas as características da edificação e foram expostos às orientações predominantes dos ventos no local (Leste, Sudeste e Nordeste).

No **quarto** e último momento das etapas metodológicas produziu-se o trabalho a partir da sistematização e análise dos resultados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas **medidas** realizadas, as temperaturas externas chegaram a alcançar valores mínimos de 22°C, durante o período noturno, e um máximo de 34°C ao dia. Os valores diários mais freqüentes situam-se entre 24°C e 31°C (conforme o gráfico 1, que mostra os dados de temperatura em um dia típico de medição). A temperatura média encontrada foi de 27°C e encontra-se localizada na região de conforto da Carta Bioclimática. Os valores de umidade mantiveram-se entre 75 e 100%, este último sendo alcançado durante as noites e/ou dias chuvosos.

A partir do gráfico do dia típico, observa-se que os dados dos pontos exterior e varanda posterior delineiam um traçado semelhante. Percebe-se, ainda, um comportamento térmico praticamente constante no interior da edificação. Isto se deve à espessura das paredes exteriores, que, através da inércia térmica, provoca um atraso térmico, permitindo que o calor absorvido por esse elemento de vedação seja liberado em horários cujas temperaturas são menos elevadas (CORBELLA;YANNAS, 2003). Durante o dia, as temperaturas verificadas apresentam-se mais confortáveis que as varandas e o exterior. Entretanto, no período noturno as temperaturas internas se mantêm, e as exteriores apresentam-se mais baixas.

Os dados combinados de temperatura e umidade foram plotados nas **Cartas Bioclimáticas** dos ambientes. Como os pontos internos apresentaram medições virtualmente iguais (com diferença menor que 0,2°C) realizou-se uma média representativa do interior da edificação, haja vista que esta atitude



Figuras 11 e 12 – Colocação dos equipamentos de medição nos ambientes (varanda e ponto exterior).

<sup>3</sup> Software desenvolvido pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE), da Universidade Federal de Santa Catarina, para auxiliar no processo de adequação de edificações ao clima local. O programa utiliza arquivos climáticos anuais ou horários com arquivos resumidos na forma de normais climatológicas, plotando-os na Carta Bioclimática adaptada de Givoni. A versão utilizada foi a 2.1.3, de 2007.

não implicou prejuízos à análise pretendida. No gráfico 2, têm-se os pontos oriundos das medições exteriores; o 3 os da varanda posterior e o gráfico 4 mostra os pontos do interior.

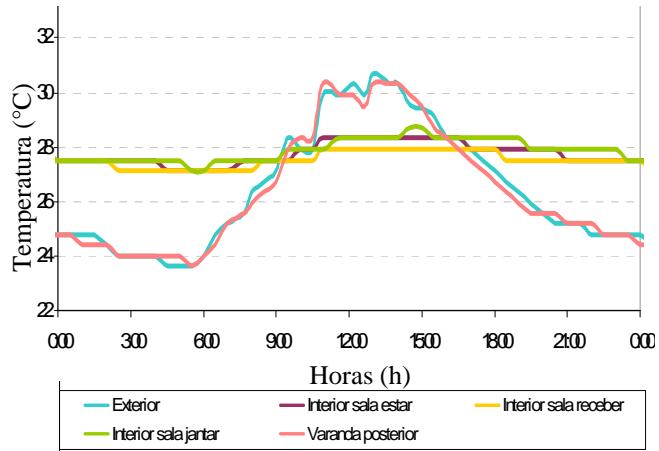


Gráfico 1 – Comportamento térmico em um dia típico de medição.

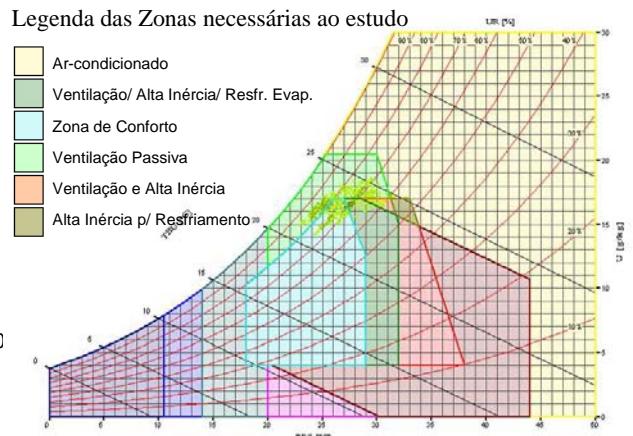


Gráfico 2 – Carta Bioclimática a partir das medições exteriores.

A Carta Bioclimática do exterior apresenta maior quantidade de pontos fora da Zona de Conforto (74%), sugerindo que a edificação se utilize do uso da estratégia ventilação (os mesmos 74%) para alcançar os níveis dessa Zona. O relatório gerado pelo Analysis Bio indica, ainda, a Alta Inércia para Resfriamento (15%), o Resfriamento Evaporativo (12%) e Ar-condicionado (0,15%) como estratégias alternativas e complementares.

A inércia térmica atrasa a entrada de calor para as horas mais frias. O resfriamento evaporativo em regiões muito úmidas, como é o caso da estudada, não representa boa alternativa devido à pequena capacidade evaporativa do ar. O requerimento de ar-condicionado corresponde a um valor irrisório. Essas três estratégias somadas correspondem apenas a 27,15%. Portanto, pode-se afirmar que com ventilação e adequado sombreamento é possível assegurar o conforto do usuário, afinal, a principal característica deste ambiente é sua integração com o exterior. Além disso, sombreamento e ventilação são as características mais marcantes da edificação estudada, bem como suas semelhantes.

O gráfico 3, mostra que a varanda posterior proporciona conforto em 32% das horas consideradas. As 68% restantes podem ser alcançadas pela ventilação. A alta inércia (17%), o resfriamento evaporativo (14%) e o ar-condicionado (0,14%) apresentam valores semelhantes e podem ser justificadas da mesma maneira em relação à Carta Bioclimática do exterior.

O interior da edificação (Gráfico 4), por sua vez, apresenta 34% das horas em conforto, sendo as demais (66%), novamente alcançada pela estratégia da ventilação. A Carta demonstra que a alta inércia e o resfriamento evaporativo podem auxiliar em 24% das horas, e não aponta a necessidade de ar-condicionado. Todavia, as mesmas explicações dadas aos resultados do gráfico 3 se aplicam a este.

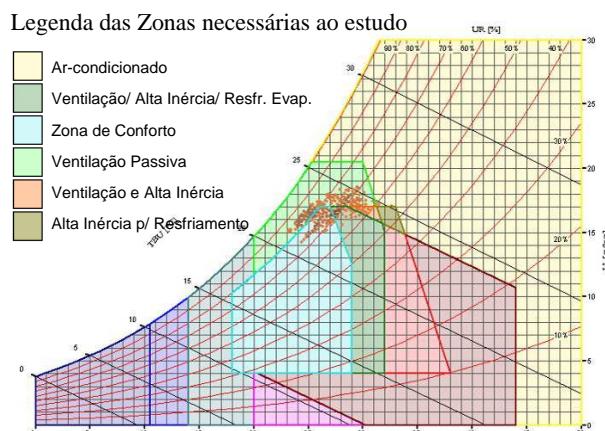


Gráfico 3 – Carta Bioclimática a partir das medições da varanda posterior.

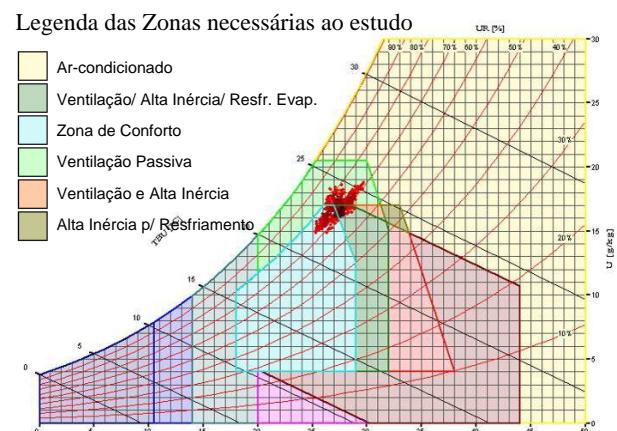
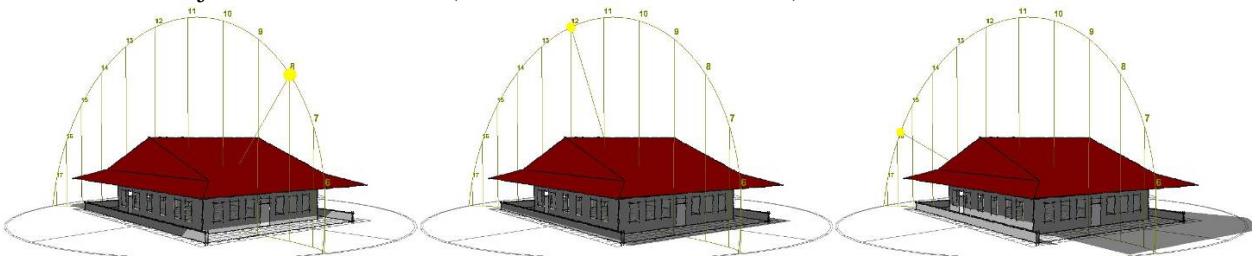
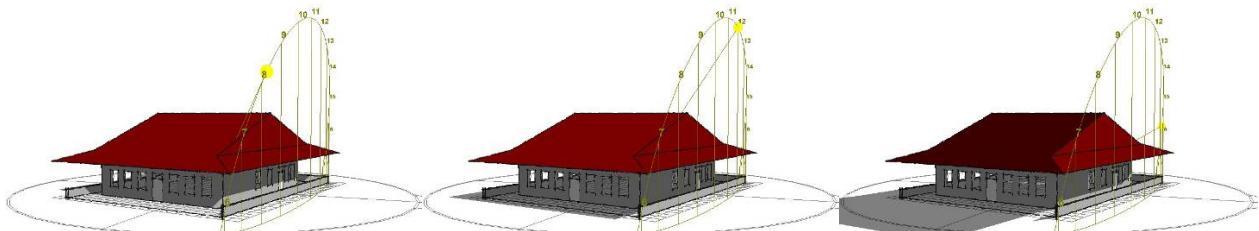


Gráfico 4 – Carta Bioclimática a partir das medições internas.

A **trajetória solar** foi simulada através do programa Ecotect (figuras de 13 a 18), apresentando as projeções de sombreamento das orientações menos favoráveis para os horários de 08:00h, 12:00h e 16:00h, nas trajetórias mais críticas (solstícios de verão e inverno):



Figuras 13, 14 e 15 – Representação da trajetória solar em 22 de dezembro – solstício de verão, respectivamente nos horários indicados acima, com vista em perspectiva das fachadas Leste e Sul.



Figuras 16, 17 e 18 – Representação da trajetória solar em 22 de junho – solstício de inverno, respectivamente nos horários indicados acima, com vista em perspectiva das fachadas Leste e Norte.

Ao observar as imagens, pode-se concluir que a proteção proporcionada pelos alpendres é responsável por atenuar o impacto da radiação solar direta. Observa-se ainda que as dimensões dos beirais majoram a necessária proteção, haja vista que, praticamente, impede a incidência direta do sol nas paredes do edifício no período entre as 8:00h e as 16:00, ao passo que a literatura sugere os horários entre 9:00h e 15:00h como críticos.

Os últimos resultados a serem discutidos compreendem as simulações (aproximadas) do **comportamento do vento**, coletados a partir dos ensaios na Mesa D'água. No corte A A' (figura 19), percebe-se que o pequeno muro (0,80m de altura), localizado a 5m de distância da projeção da coberta, constituiu-se um obstáculo significativo ao fluxo de ar, desviando-o para cima. A varanda se mostrou, mais uma vez, interessante, pois sua cobertura foi responsável por redirecionar parte deste fluxo de ar para o interior da edificação.

A outra parcela segue por cima da coberta, contribuindo para a dissipação do calor absorvido pela cobertura, e provocando uma significativa esteira (zona de turbulência, ou seja, de menor pressão) na parte posterior da casa o que força a saída do ar do interior e movimentando-o, ventila a edificação.

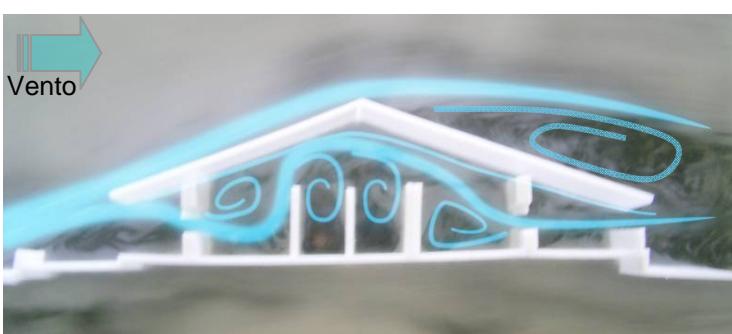


Figura 19 – Simulação do comportamento dos ventos no corte longitudinal.

vento se deu logo abaixo da coberta, através de uma separação entre esta e as paredes. Apesar de o fluxo de ar penetrado pelo espaçamento mencionado ser singelo, auxilia a dissipação do calor absorvido pela cobertura e irradiado para o interior, minorando a quantidade de calor dentro da edificação. Além disso, ressalta-se a eficiência das edificações vazadas para as regiões dos trópicos úmidos.

Ao entrar, o vento se projeta no nível do peitoril até encontrar a primeira parede, da qual desvia e segue o percurso até encontrar a saída. Ainda nesta figura, observa-se que nos cômodos internos a ventilação não é satisfatória, porém esta análise deve ser complementada pelas subsequentes devido a principal restrição do instrumento utilizado: não considerar (isoladamente) a tridimensionalidade do fluxo de ar.

Um outro caminho realizado pelo

No corte transversal, a passagem do vento quase não encontra obstáculos, apresentando fluxo contínuo na altura do peitoril até sua saída através das janelas laterais, pois as aberturas das esquadrias são alinhadas. Quando as portas encontram-se fechadas, parte do fluxo de ar passa pelas bandeiras vazadas e outra parte é desviada por cima, onde a inexistência de forro permite tal encaminhamento e consequente renovação do ar dentro dos recintos.

Nas plantas baixas, foram simulados os ventos advindos das orientações Nordeste (figura 20), Leste (figura 21) e Sudeste (figura 22), respectivamente. A porosidade da edificação permite, nas situações submetidas, que o fluxo de ar percorra os ambientes de modo satisfatório, através da ventilação cruzada. Os pilares, apesar de muitos, não representam obstáculo significativo aos ventos.

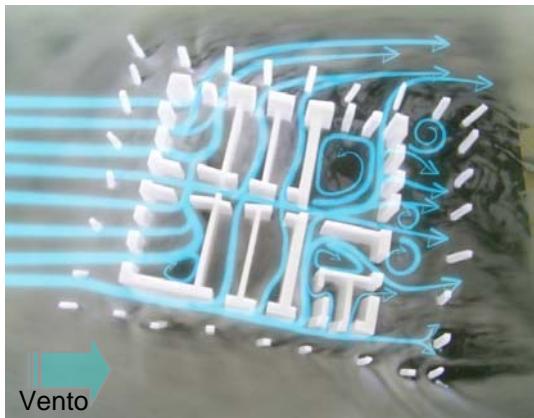


Figura 20 - Simulação do comportamento dos ventos na planta baixa, submetida à orientação Nordeste.

passagem dos fluxos de ar. Por fim, os ventos do Leste são os que apresentam percurso passando um significativo fluxo de ar através do corredor principal, que, por sua vez, se encarrega de distribuir (precariamente) algum vento para os demais cômodos, se as portas não se encontrarem fechadas.

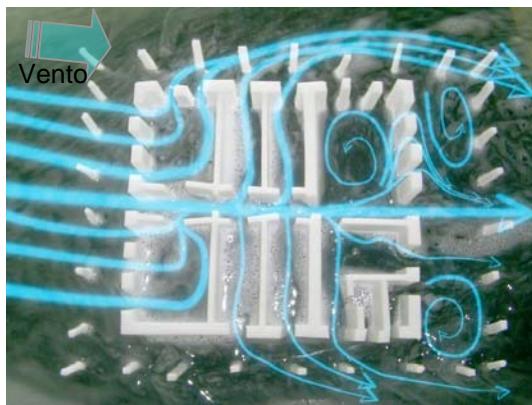


Figura 21 - Simulação do comportamento dos ventos na planta baixa, submetida à orientação Leste.

Comparativamente, as orientações Nordeste e Sudeste apresentam melhor comportamento dos ventos, devido sua maior distribuição. Nas três direções, as duas salas da frente são bem ventiladas. Os ventos do Nordeste ventilam, também, toda a lateral direita da edificação, porém os cômodos do lado esquerdo só receberão fluxo de vento se as portas não estiverem fechadas. A sala de jantar apresenta uma zona de turbulência que possibilita a renovação de ar, mas não há ventilação direta na área central do ambiente.

Os ventos advindos do Sudeste, que incidem durante o ano todo, favorecem a ventilação da lateral esquerda da edificação, inclusive da sala de jantar, onde a ventilação varre praticamente todo o ambiente. Já os cômodos situados no lado direito, apenas serão ventilados se as portas estiverem abertas para permitir a



Figura 22 - Simulação do comportamento dos ventos na planta baixa, submetida à orientação Sudeste.

Vale lembrar que as direções de vento não ocorrem isoladamente, mas oscilam com freqüência. Além disso, os resultados relativos à ventilação devem ser encarados com cautela devido as limitações inerentes ao equipamento mesa d'água, principalmente porque as simulações da distribuição dos ventos não representam com exatidão a tridimensionalidades do escoamento do ar. Contudo, se consideradas as análises conjugadas (todos os ensaios) é possível uma razoável compreensão do comportamento dos ventos no interior das edificações.

Portanto, é possível afirmar que o edifício estudado responde de maneira satisfatória às necessidades de movimentação do ar. Em visita ao local pôde-se perceber que esta variável atua de modo bastante significativo, contribuindo decisivamente para o conforto do usuário no interior da edificação.

## 5. CONCLUSÕES

A arquitetura bioclimática apresenta tipologias arquitetônicas diferentes para responder às necessidades humanas nas distintas regiões climáticas. Nos trópicos úmidos, pelos elevados índices de temperatura e umidade do ar apresentados, a resposta arquitetônica consiste em reduzir a entrada do sol; abrigar a edificação da radiação solar direta, ocupando uma área de sombra delimitada a partir, em especial, da sua cobertura; e se abrir completamente para a ventilação a fim de dissipar o ar aquecido e a umidade excessiva gerados no interior das construções.

O presente trabalho visou analisar o comportamento de uma edificação típica dos períodos de engenhos do século XIX. Avarandada e suficientemente arejada, este exemplar da arquitetura rural de Alagoas ressalta a importância de se construir respeitando o clima (e a cultura) em que se insere. A casa-grande do engenho Lamarão, em suas características gerais, se adequa satisfatoriamente ao clima quente e úmido, além de apresentar soluções arquitetônicas interessantes que favorecem a resposta requerida pela abordagem bioclimática.

As análises indicam a eficácia da tipologia no tocante às principais estratégias solicitadas para o contexto climático estudado: **sombreamento** (haja vista que as simulações apontaram uma proteção adequada) e **ventilação** (edificação bastante porosa). As paredes internas a meia altura, a ausência de forros e o telhado recoberto por telhas cerâmicas, além do tipo de esquadria adotado, também favorecem a continua renovação de ar dentro dos cômodos.

Assim, pode-se afirmar que o desempenho térmico da edificação atende bem às exigências de conforto do usuário, principalmente se considerado que o incremento da ventilação oferece “a possibilidade de extensão da Zona de Conforto de Givoni até os 32°C” (ARAÚJO *et al*, 2005, p.9).

Lembra-se, ainda, que a edificação foi construída com técnica e materiais locais, basicamente barro e madeira, esta última, na época, abundante na região. Embora considerados, a princípio, materiais frágeis, estes provam sua durabilidade ao perpassar gerações, resistindo muito bem às ações das intempéries até os dias atuais, cerca de 150 anos depois.

Diante do exposto, sugere-se que o “diálogo” com as construções históricas pode representar o enriquecimento do repertório arquitetônico coerente e preocupado com o clima e a cultura. Estudos semelhantes não somente constituem potenciais fontes de técnicas, materiais e soluções a serem empregadas (por certo, com tecnologia contemporânea), como também, e principalmente, podem auxiliar o restabelecimento do equilíbrio entre o novo e o antigo, afinal é preciso conviver com as experiências temporais e compreender que o presente é um continuum de tempos. A continuidade do singular e a harmonia entre os ambientes natural e construído dependem desta conscientização.

## 6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, V. M. D. *et al*. Índices de conforto térmico: revisão e proposta para o clima quente e úmido de Natal-RN. In: *Anais ENCAC – ELACAC 2005*. Maceió, 2005.
- BITTENCOURT, Leonardo; CÂNDIDO, Cristina. (2005). **Introdução à ventilação Natural**. Maceió: edUFAL. 147p.
- BATISTA, Juliana. O.; LAMBERTS Roberto. (2006). A arquitetura e o usuário no contexto do sertão alagoano. In: *Anais ENTAC 2006*. Florianópolis, SC.
- CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos – conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan, 2003. 288p.
- GOMES, Geraldo. (1998). **Engenho & Arquitetura – Tipologia dos Edifícios dos Antigos Engenhos de Açúcar de Pernambuco**. 2<sup>a</sup> ed. Recife: Fundação Gilberto Freyre.
- HARVEY, David. (2006). Sobre arquitetos, abelhas e o “ser da espécie”. In: **Espaços de Esperança**. São Paulo: Edições Loyola. Pp. 261-278.
- RHEINGANTZ, Paulo A. (2001). Pequena digressão sobre conforto ambiental e qualidade de vida nos centros urbanos. In: *Ciência & Ambiente*, v. 1, n. 1. Universidade Federal de Santa Maria. Pp.35-58.

## 7. AGRADECIMENTOS

À Isabela Cristina da Silva Passos pelas instruções nos ensaios na Mesa D’água e na modelagem e simulação no programa Ecotect. Ao David Costa de Almeida pelo auxílio nos levantamentos de campo. À Rosa Elena Nogueira pela permissão de realizar o estudo em sua propriedade.