



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Búzios - RJ - 2011

CONTRIBUIÇÃO AO ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO: REFLEXÕES SOBRE O SEMI-ÁRIDO NORDESTINO

Tathiane A. L. Martins (1); Leonardo Bittencourt (2); Cláudia Barroso-Krause (3)

(1) M.Sc., Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, UFRJ, tathianemartins@gmail.com

(2) PhD, Professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFAL, lsb54@hotmail.com

(3) D.Sc., Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ, barroso.krause@gmail.com
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Av. Pedro Calmon,
550/sl.433 – Prédio da Reitoria - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, Tel.: (21) 2598 1661.

RESUMO

O Zoneamento Bioclimático Brasileiro é parte da NBR 15220-3a, em vigor desde 2005, e consiste na divisão do território brasileiro em 8 zonas climáticas. Para cada zona são feitas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Esse Zoneamento foi estabelecido com base nos dados das Normas Climatológicas disponíveis para 330 cidades, os quais foram utilizados também para estimar, através de interpolação, o clima das demais cidades. O estado de Alagoas possui 3 meso-regiões geográficas com características climáticas bem definidas, sendo 43% do seu território situado na meso-região do semi-árido. De acordo com o Zoneamento, apenas 8 cidades alagoanas foram classificadas, sendo que 7 estão localizadas na Zona 8 (clima quente e úmido), entre elas, cidades situadas no litoral de clima quente e úmido e municípios situados no semi-árido com até 8 meses secos. Este trabalho examina o referido Zoneamento no que se refere à classificação das cidades localizadas no semi-árido alagoano onde o clima apresenta características híbridas, do quente e úmido e do quente e seco, dependendo da época do ano. Tal fato sugere a necessidade de se estabelecer zonas compostas que traduzam as características climáticas peculiares dessas zonas em estratégias bioclimáticas adequadas. Para demonstrar essa necessidade, foi realizado um estudo de caso com um município situado no semi-árido do estado de Alagoas, identificando as características climáticas ao longo de um ano típico, bem como as diretrizes bioclimáticas de projeto mais adequadas para região. Verificou-se a necessidade de se estabelecer zonas bioclimáticas compostas que contemplem recomendação de diretrizes de projeto híbridas mais adequadas para a combinação de fatores climáticos existentes.

Palavras-chaves: eficiência energética; zoneamento bioclimático; semi-árido.

ABSTRACT

The Bioclimatic Zoning of Brazil can be found in the Brazilian Standard NBR 15220-3^a which is available since 2005. It consists on a distribution of the national territory into 8 different climate zones. For each zone it has been developed building design guidelines aiming thermal passive performance towards low-cost dwellings. The Brazilian state of Alagoas has 3 different geographical meso-regions with very particular climatic features, one of which raring 43% of its territory situated in the meso-region of the semi-arid. According to the Bioclimatic Zoning mentioned, only 8 cities of Alagoas were classified, 7 of which located in the standard "Zone 8" (Hot and humid climate zone). Among those, it can be found cities of the sea coast with hot and humid climate and also cities situated in the semi-arid region with up to 8 months of drought. This paper examines the Brazilian Bioclimatic Zoning regarding the classification of cities located in the semi-arid region of Alagoas where its hybrid climate features can fluctuate from the hot and humid to the hot and dry depending on the season. This might suggest the need to establish transition zones that reflects the peculiar characteristics of this climatic region better suiting its bioclimatic strategies. To exemplify, it was performed a case study of a city located in the semiarid region of Alagoas, analyzing its climatic data over a typical year, as well as its guidelines for bioclimatic design. It was verified the need to establish bioclimatic zones of transition that include hybrid design guidelines recommendations more suitable for the climate.

Keywords: Energy efficiency; bioclimatic zoning; brazilian semi-arid.

1. INTRODUÇÃO

Diante do atual estágio político-energético mundial, tornou-se indispensável pensar o projeto de arquitetura com respostas construtivas adequadas as características climáticas para onde será executado. Adotar essa prescrição desde a fase de concepção permite não apenas que o edifício possa ter um desempenho ambiental mais adequado do ponto de vista de sua eficiência energética, mas também que as exigências humanas de conforto em seus espaços de abrigo possam ser melhor atendidas.

No Brasil, existe atualmente uma importante demanda por soluções arquitetônicas que possam agregar tais preocupações no âmbito das habitações de interesse social. No entanto, para que diretrizes de desenho em arquitetura possam ser orientadas com vistas a torná-la mais coerente ao clima, prescinde-se um conhecimento sensível por parte dos profissionais arquitetos e urbanistas sobre um conjunto de indicadores climáticos. Assim, o mapeamento e cadastramento sistemático desses indicadores traduzindo-os em estratégias mais aplicáveis podem facilitar o entendimento e proporcionar a adoção de práticas mais comprometidas com a qualidade ambiental dos espaços criados.

O território brasileiro, todavia, em virtude de sua larga extensão, abrange uma larga diversidade climática e de particularidades regionais. Tal fato evidencia a necessidade de identificação dessas características e agrupamento de suas principais zonas bioclimáticas para que sejam formuladas diretrizes construtivas para cada uma delas (RORIZ et al., 2003). No entanto, alguns importantes limitadores impõem-se na construção de um mapeamento mais preciso. Uma dessas limitações consiste na ausência de séries históricas completas de dados climáticos, assim como de poucos estudos dessa temática em muitas das municipalidades brasileiras.

O atual zoneamento Bioclimático Brasileiro é parte da NBR 15220-3a, em vigor desde 2005 e, consiste na divisão do território brasileiro em 8 zonas bioclimáticas. Para cada zona são feitas recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Esse Zoneamento foi estabelecido com base nos dados das Normas Climatológicas disponíveis para 330 cidades, os quais foram utilizados também para estimar, através de interpolação, o clima das demais cidades.

O estado de Alagoas possui 3 meso-regiões geográficas com características climáticas bem definidas, sendo 43% do seu território situado na meso-região do semi-árido. De acordo com o Zoneamento, apenas 8 cidades alagoanas foram classificadas, sendo que 7 estão localizadas na Zona 8 (clima quente e úmido), entre elas, cidades situadas no litoral de clima quente e úmido e municípios situados no semi-árido com até 8 meses secos, caso da cidade de Pão de Açúcar.

1.1. O contexto semi-árido e o zoneamento bioclimático brasileiro

Nimer (1979) classifica o Nordeste Brasileiro como uma das climatologias mais complexas do mundo, devido à irregularidade espacial e temporal na distribuição de chuvas. Como consequência desse fenômeno é possível encontrar na região Nordeste do Brasil mesorregiões geográficas muito particulares cujos climas vão do super-úmido, característico das zonas litorâneas, até o clima seco quase desértico do sertão¹: *o semi-árido* (NIMER, 1979).

O clima tropical semi-árido brasileiro caracteriza-se, predominantemente, pela ocorrência de amplitudes significativas de temperatura diária e sazonal, e de grandes massas de ar quentes, condutoras de poeira. Este clima, também denominado “quente-seco”, apresenta duas estações bem distintas: um longo período de seca e um curto período de chuva, radiação direta intensa e baixo teor de umidade relativa do ar (ROMERO, 1988).

Como já mencionado, conforme o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, 8 cidades alagoanas foram classificadas, sendo que 7 estão localizadas na Zona 8 (clima quente e úmido), a saber: Porto de Pedras (1), Maceió (2), Pilar (3), Coruripe (4), Anadia (5), Palmeira dos Índios (6) e Pão de Açúcar (7), indicados na Figura 1. Apenas a cidade de Água Branca (8) foi classificada na Zona 5. Como mostra a figura 1, verifica-se que nenhum dos municípios incluídos no semi-árido (clima quente com 6 ou mais meses secos), o que a princípio se enquadraria na Zona 7, possuiu seu clima classificado (BATISTA, 2006).

¹ O nordeste está dividido por 4 mesorregiões geográficas: Zona da mata (litoral), Agreste, Sertão e Meio Norte. “Sertão” consiste em denominação para região de clima tropical semi-árido.



Figura 1: Mapa de climas para o estado de Alagoas (fonte: adaptado IBGE, 2005).

A partir das 8 cidades do Estado classificadas foi estabelecido o zoneamento das demais por interpolação, ficando o atual zoneamento bioclimático de Alagoas como mostra a figura 2 abaixo.



Figura 2: Zoneamento bioclimático atual para os Estados de Alagoas e Pernambuco (ABNT, 2003).

2. OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho consiste em apresentar uma contribuição ao atual zoneamento bioclimático brasileiro, no que se refere à classificação das cidades localizadas no semi-árido alagoano.

3. MÉTODO

Para alcançar o objetivo acima exposto foram obedecidas as seguintes etapas metodológicas:

- Apresentação e análise comparativa dos dados climáticos de dois municípios exemplares cada um pertencente a uma das duas zonas bioclimáticas (zona 7 e 8) que classificam grande parte do semi-árido e, do município, estudo de caso deste trabalho, Pão de Açúcar – AL (zona 8);
- Análise bioclimática sazonal de todos os dados levantados a partir do diagrama psicrométrico;
- Análise comparativa das estratégias bioclimáticas recomendadas para os climas examinados e distinção de suas características para formulação de recomendações construtivas de condicionamento térmico passivo no município objeto de estudo do trabalho, Pão de Açúcar.

3.1. Apresentação e análise comparativa dos dados climáticos

Para realização dessa etapa, foram estudados e registrados graficamente os dados das variáveis climáticas de cidades situadas em duas zonas bioclimáticas que classificam a maior parte dos municípios do semi-árido nordestino, zonas bioclimáticas 7 e 8.

Para isso foram selecionados dois exemplares, um para cada zona bioclimática. O primeiro critério para seleção foi a disponibilidade de dados climáticos completos para ambas. Primeiramente, foi selecionado

um exemplar que estivesse na mesma zona na qual a cidade de Pão de Açúcar está classificada. Nesse caso, optou-se por trabalhar com os dados para a cidade de Maceió que se encontra no mesmo Estado que Pão de Açúcar e situados na mesma zona bioclimática 8. Visto isso, a fim de realizar o estudo comparativo, foi então selecionado um exemplar para zona bioclimática 7. Para este último foi escolhida a cidade Petrolina, situada no semi-árido de Pernambuco, visto que nenhum município do semi-árido alagoano, mesmo apresentando indicadores climáticos bastante assemelháveis ao de Petrolina, não possui nenhuma de suas cidades classificadas na zona 7.

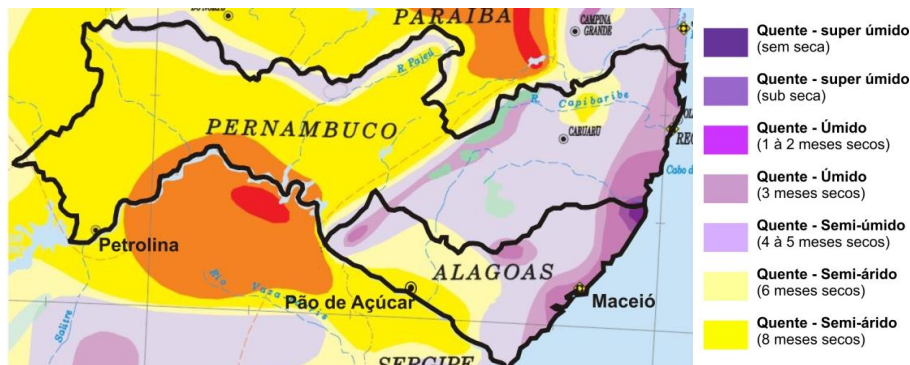


Figura 3: Cidades selecionadas para o estudo (IBGE, 2010); destacando Petrolina e Pão de Açúcar com a mesma classificação climática do IBGE – quente e seco com até 8 meses secos.

Em seguida, o mesmo procedimento foi realizado para o município objeto de estudo deste trabalho, Pão de Açúcar – AL. Para as duas primeiras cidades (Maceió e Petrolina) foram utilizados arquivos climáticos completos em extensão EPW, analisados a partir do *software Climate Consultant*; e para cidade de Pão de Açúcar foram utilizados os dados fornecidos por estação meteorológica instalada no lugar desde 1997 e dirigida pelo INMET.

3.2. Classificação bioclimática e análise comparativa

As informações sobre temperatura do ar são, juntamente com os dados sobre os índices de umidade relativa e ventilação², as principais variáveis para desenvolvimento das análises e estudos das estratégias bioclimáticas que possibilitam orientar a definição das diretrizes arquitetônicas mais adequadas para as cidades em relação a esse aspecto.

Para analisar os dados climáticos³, estes foram inseridos no *software AnalysisBio*⁴ para conhecimento das principais estratégias de condicionamento ambiental para as cidades. Para melhor entender o comportamento do clima a partir das estratégias recomendadas pela metodologia de Givoni (1992), optou-se por analisá-las em conjunto anual e também sazonal a fim de identificar a existência de oscilações importantes.

4. RESULTADOS

A seguir são apresentados, então, todos os dados levantados acompanhados de sua avaliação bioclimática. As informações foram organizadas de modo que possibilitasse observar o comportamento climático e de distribuição das estratégias bioclimáticas ao longo do ano e por estação. Para isso foram definidas duas estações: uma compreendendo os meses de primavera e verão e, outra com os meses de outono e inverno.

4.1. Maceió – AL

A cidade de Maceió encontra-se na mesorregião da Zona da Mata Atlântica (situada na costa litorânea nordestina). A capital alagoana está situada na latitude 9°40' ao Sul do equador e longitude 35°42' Oeste. O clima da cidade é caracterizado como quente e úmido, com radiação solar intensa, apresentando pequenas

² No presente estudo, foram apenas levantados os dados requeridos para realizar a análise bioclimática via diagrama psicrométrico de Givoni (1994) cuja zona de conforto foi por este delimitada sem que fosse levado em conta o movimento do ar. Ressalva-se, todavia, que o estudo dos dados de vento é de extrema importância para identificação do potencial do seu uso como estratégia para condicionamento no lugar.

³ Foram utilizadas as médias máximas, mínimas e médias mensais, visto a indisponibilidade de arquivos climáticos completos (TRY, CSV, EPW) com dados horários para o município de Pão de Açúcar. Evidentemente, para este caso, ambientes de uso noturno serão objeto de simulações e recomendações específicas.

⁴ Programa computacional desenvolvido pelo Laboratório de Conforto Ambiental (LABEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), baseado no diagrama psicrométrico de Givoni (1992).

oscilações de temperatura tanto diária como sazonalmente. Possui temperatura média anual de 24,8°C e variação anual de 2,8°C entre os valores médios mensais de temperaturas médias. Apesar de ter sido registrado para efeito de análise nesse trabalho os dados referentes às médias de temperatura (que excluem os picos), a cidade pode apresentar valores de temperatura absoluta em torno dos 38°C nos meses mais quentes (BRASIL, 1992).

Analisando os dados do arquivo climático para cidade em questão por meio dos gráficos gerados pelo software *Climate Consultant*, observa-se que Maceió apresenta um elevado e pouco oscilante índice de umidade relativa do ar (63% do tempo do ano com umidade sempre superior a 90%) que contribui significativamente para que temperatura ao longo do ano também oscile muito pouco (Gráfico 1).

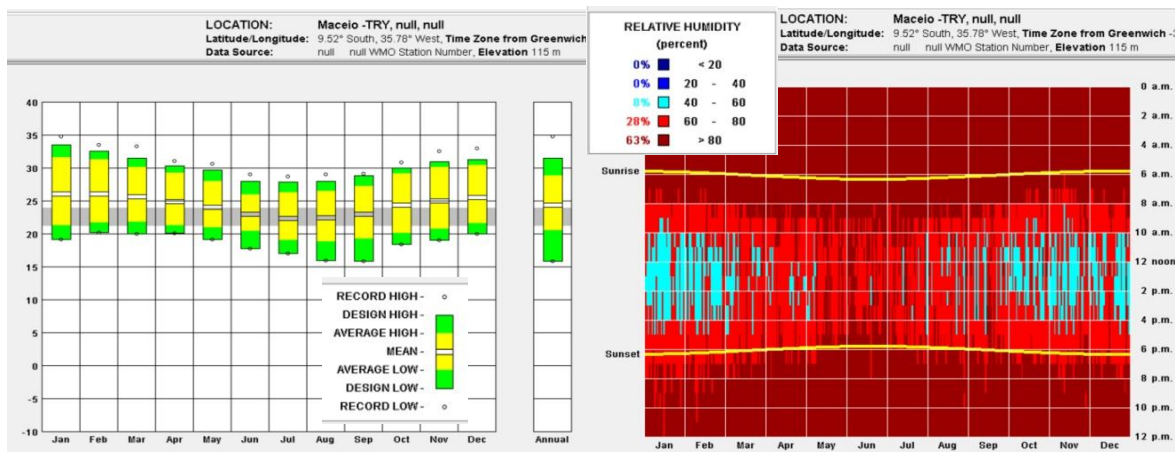


Gráfico 1: Gráficos gerados pelo *Climate Consultant* para a cidade de Maceió - AL: a. dados de variação da temperatura do ar; b. dados de umidade relativa do ar.

Conforme mostram os gráficos abaixo (Gráfico 2), a cidade pode ser caracterizada por apresentar duas estações: uma com altas temperaturas e pouca pluviosidade com ocorrência de chuvas passageiras (setembro a fevereiro), e outra bastante chuvosa, que consiste em um período de intensa pluviosidade e temperaturas um pouco mais baixas em relação à estação anterior (abril a julho).

Por ser uma cidade litorânea e estar sob a influência de grandes massas d'água, apresenta taxas de umidade relativa do ar, com **média de 78,3%**. A média pluviométrica anual da cidade é de **2.167,70 mm**, entretanto, apresenta importante variação anual quanto à distribuição de chuvas (BRASIL, 1992). As temperaturas médias mensais variam entre 22,9 °C e 27,9°C ao longo do ano. A máxima temperatura média do período analisado ocorreu no mês de março em 1998 (27,9°C), já a mínima temperatura média mensal ocorreu em julho de 2004 (22,9°C).

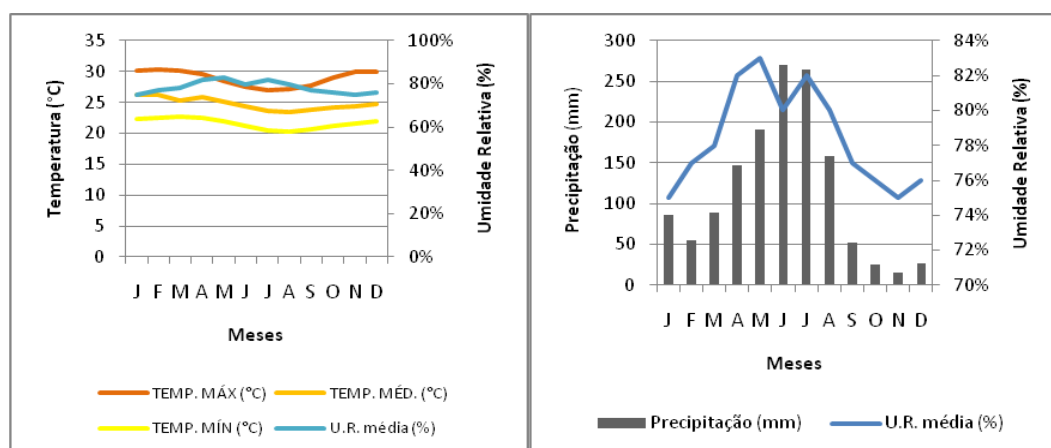


Gráfico 2: Resumo dos dados climáticos para Maceió – AL: a. dados referentes a temperatura e umidade relativa do ar; b. dados combinando umidade e as médias de precipitação.

4.1.1. Análise bioclimática para Maceió

Como conseqüência das variáveis climáticas que pouco oscilam ao longo dos meses, as orientações fornecidas pelo diagrama psicrométrico para Maceió apresentaram certa uniformidade durante todo o ano (Figura 4). Por essa razão, estas podem ser facilmente empregadas, uma vez que as recomendações de condicionamento térmico para o projeto não apresentariam restrições em diferentes períodos de ocupação,

em virtude da baixa amplitude térmica tanto diária quanto sazonal.

Em resumo, a estratégia recomendada para o clima de Maceió para melhoria do desempenho térmico nas edificações pode ser dada por meio essencialmente do uso da ventilação associado ao sombreamento solar. O percentual do tempo do ano na zona de conforto foi de 48,5%. Para expansão dessa zona recomenda-se, então, o uso da ventilação em 42,6 % do tempo do ano e, ainda o uso combinado da ventilação, inércia térmica durante 10,2% do tempo.

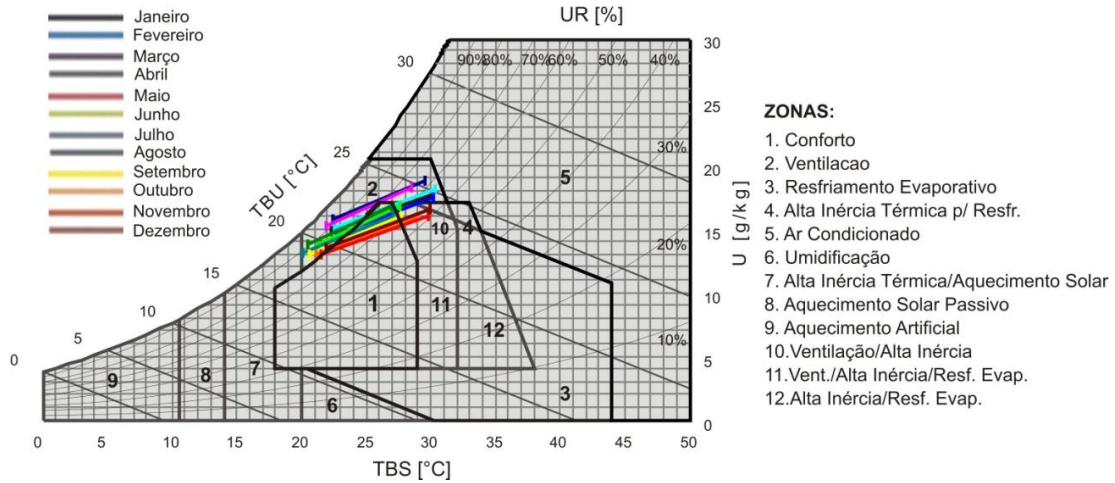


Figura 4: Carta bioclimática para o município de Maceió – AL (Digrama gerado pelo *software AnalysisBio* adaptado de GIVONI, 1992).

4.2. Petrolina – PE

A cidade de Petrolina está situada na mesorregião do sertão pernambucano (região do semi-árido nordestino), na latitude 9°22' Sul e longitude 40°32' Oeste. O clima da cidade caracteriza-se por ser bastante quente ao longo do ano. Por outro lado, como a umidade relativa do ar oscila diariamente e sazonalmente, o lugar apresenta importante amplitude térmica, durante o dia e também entre as estações de verão e inverno (Gráfico 3).

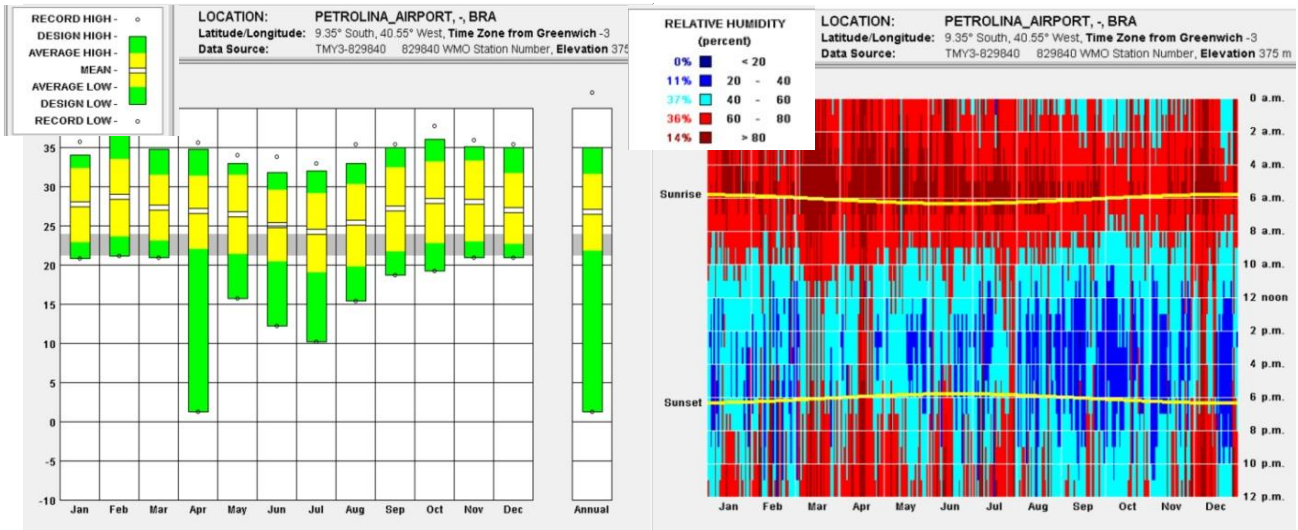


Gráfico 3: Gráficos gerados pelo *Climate Consultant* para cidade de Petrolina - PE: a. dados de variação da temperatura do ar; b. dados de umidade relativa do ar.

Observa-se que a umidade média acompanha o índice pluviométrico baixo e concentrado da região, como mostra o gráfico 4. A média calculada para umidade atinge seu máximo ao mês de março 68% e menor média em setembro com 50%. A precipitação pluviométrica média do período analisado (1987-2004) é 520 mm anuais (INMET, 2009).

Quanto às médias de temperatura do ar, estas são mais elevadas nos meses de verão, registrando média das máximas com 33,5°C e média mínima mais baixa com ocorrência em julho com 19°C.

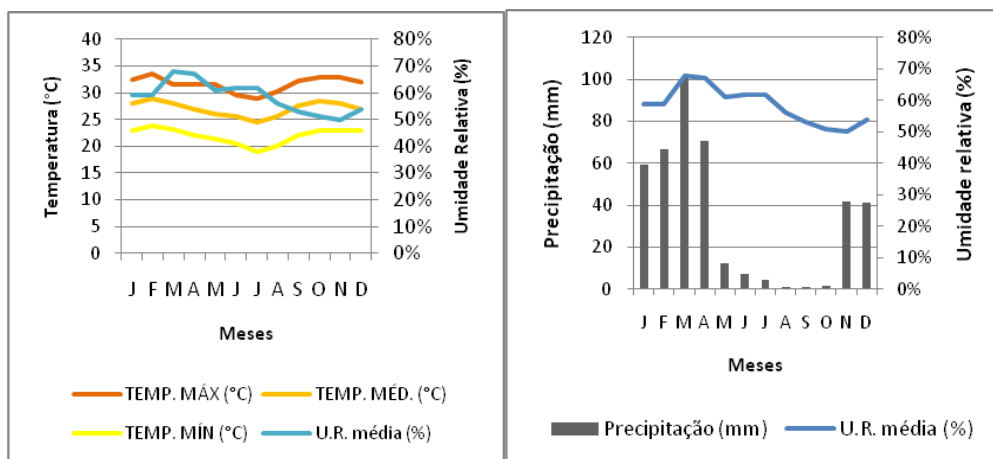


Gráfico 4: Resumo dos dados climáticos para Petrolina. a. dados referentes a temperatura e umidade relativa do ar; b. dados combinando umidade e as médias de precipitação.

4.2.1. Análise bioclimática para Petrolina - PE

Como pode ser observado pelas informações acima expostas - diferentemente das características presentes em Maceió - Petrolina apresenta importantes oscilações nos valores dos seus indicadores climáticos. Tal fato repercute na prescrição de estratégias bioclimáticas distintas para determinadas épocas do ano.

Para ampliar a zona de conforto (que corresponde a 45,4% do tempo do ano) nas edificações a serem projetadas na cidade de Petrolina, recomenda-se o uso da ventilação durante 24,5% do ano e a esta associada ao resfriamento evaporativo e alta inércia térmica para 14,4% do ano (Figura 5). No entanto, uma característica importante a ser ressaltada, diz respeito à assimetria na distribuição dessas recomendações ao longo dos meses do ano. Por exemplo, apesar da estratégia da ventilação ser recomendada em cerca de 25% do ano, esta só acontece isoladamente durante 4 meses. Mesmo número de meses em que o ar-condicionado também é recomendado, porém com menos expressão (7,5%). Já o uso da alta inércia térmica associada ao resfriamento evaporativo aparece de forma mais uniforme como recomendação ao longo de todas as estações do ano, em função da baixa umidade relativa do ar e elevadas taxas de temperatura registradas no lugar.

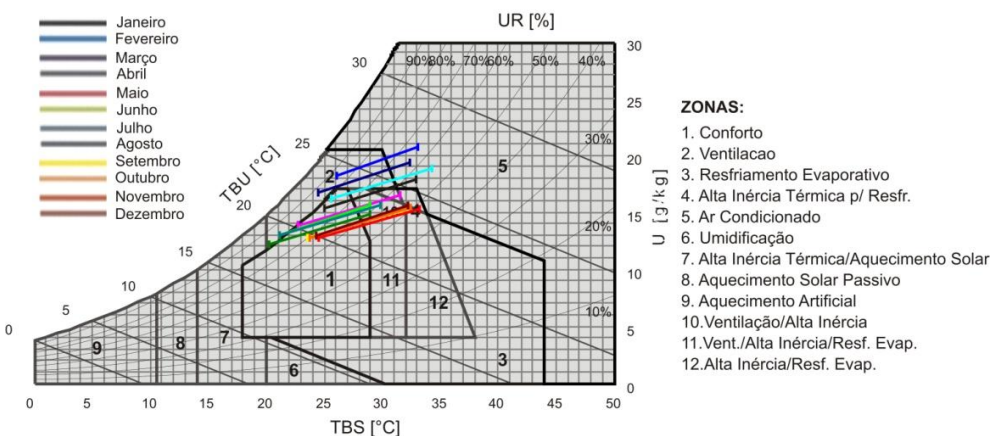


Figura 5: Carta bioclimática para o município de Petrolina - PE (Digrama gerado pelo software AnalysisBio adaptado de GIVONI, 1992).

4.3. Pão de Açúcar – AL

Os dados coletados para Pão de Açúcar - AL (série histórica de 10 anos, 1997 – 2007) foram cedidos pela estação meteorológica do INMET situada no município. Para melhor compreensão, optou-se por representá-los em gráficos com médias históricas, de modo a demonstrar seu comportamento ao longo do ano.

Como já foi dito, uma das principais características do clima de localidades situadas na região semi-árida, de clima quente e seco, no Brasil é a significativa oscilação térmica ao longo do dia com elevada temperatura durante o período diurno associada a baixas taxas de umidade relativa do ar. No entanto, como demonstra o gráfico 5, essa configuração é mais evidenciada nos períodos de Outubro à Abril (especialmente nos meses de verão). No período de Maio à Setembro, há uma significativa queda da média de temperatura (meses de inverno), apesar da amplitude diária ainda ser razoável. Também neste período a umidade sofre significativo acréscimo tornando o clima menos hostil.

Conforme dados fornecidos pelo INMET, a cidade de Pão de Açúcar – AL apresenta uma temperatura média anual de 28,1°C e uma amplitude anual de 11,02°C. O mês mais quente é Dezembro com temperatura média máxima de 36,5°C e média mínima de 24°C (oscilação diária média de 12°C). O mês mais frio é Julho com média máxima de 29,3°C e média mínima de 20,7°C. A amplitude térmica diária máxima registrada foi de 13,4°C no mês de dezembro. Apesar de terem sido utilizados dados em médias, complementa-se para efeito de ilustração, assim como foi dito para as demais cidades, que Pão de Açúcar pode apresentar valores de temperatura absoluta em torno dos 46°C nos meses mais quentes e secos (BRASIL, 1992).

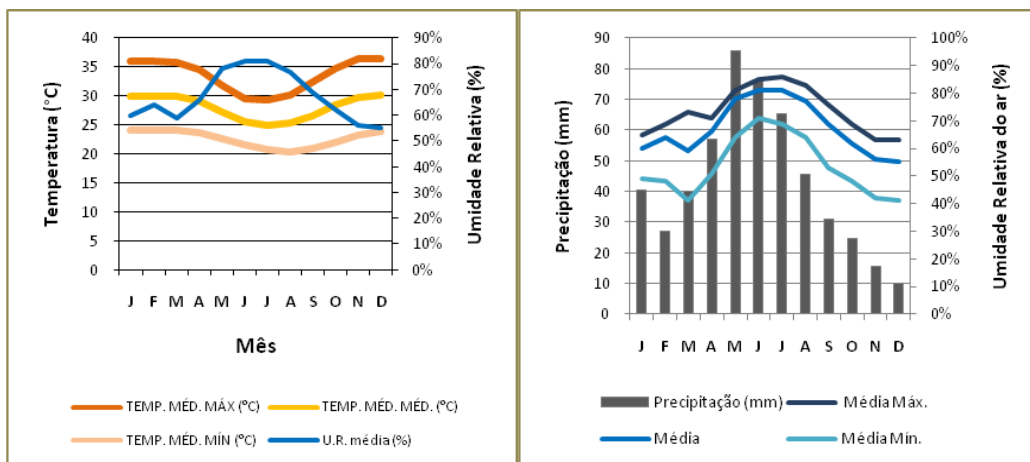


Gráfico 5: Resumo dos dados climáticos para Pão de Açúcar – AL (INMET, 2008). a. dados referentes a temperatura e umidade relativa do ar; b. dados combinando umidade com as médias de precipitação.

Como mostram os dados acima, pode-se considerar que a cidade apresenta uma configuração climática anual híbrida, com duas marcantes características sazonais – uma quente e seca durante o período de verão, com temperaturas bastante elevadas e umidade relativa baixa e, uma quente e úmida, no período de inverno, com temperaturas um pouco mais amenas e elevada umidade relativa do ar, alcançando em média até 85%. Essa constatação é de fundamental importância para conhecimento e integração das estratégias bioclimáticas mais adequadas para o projeto de arquitetura na cidade.

4.3.1. Análise bioclimática para Pão de Açúcar - AL

O resultado indica que para ampliar a zona de conforto (onde se encontram apenas 26% das horas de um ano típico de Pão de Açúcar) são recomendadas as estratégias de ventilação natural (37%), e ventilação combinada com as estratégias que envolvem alta inércia da envoltória e resfriamento evaporativo (17%) e alta inércia com resfriamento evaporativo (5%), sendo, porém, necessário e recomendado pelo diagrama, durante 15% do ano, o uso de ar condicionado (Figura 6).

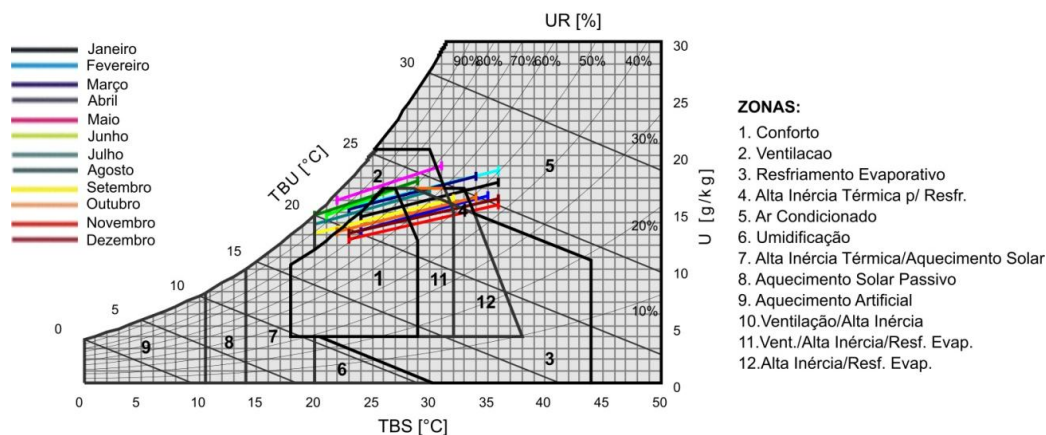


Figura 6: Carta bioclimática para o município de Pão de Açúcar – AL (Diagrama gerado pelo software AnalysisBio adaptado de GIVONI, 1992).

No entanto, essas estratégias aparecem marcadamente isoladas, semelhante ao que ocorre para cidade de Petrolina. É possível verificar, como mostra o diagrama na figura 7 abaixo que ao existir duas situações distintas, em função da oscilação da umidade relativa do ar ao longo, a estratégia de ventilação (que deve ser associada ao sombreamento das aberturas) aparece indicada para 100% no período de Maio, Junho e Julho e,

ainda com mais de 80% para o mês de Agosto. No entanto, a partir de setembro, esta é substituída por estratégias de um clima que passa a ser mais seco e, e por isso, permitindo que os índices de temperatura do ar sejam bastante elevadas. Ou seja, recomendando-se o uso da alta inércia associado ao resfriamento evaporativo.

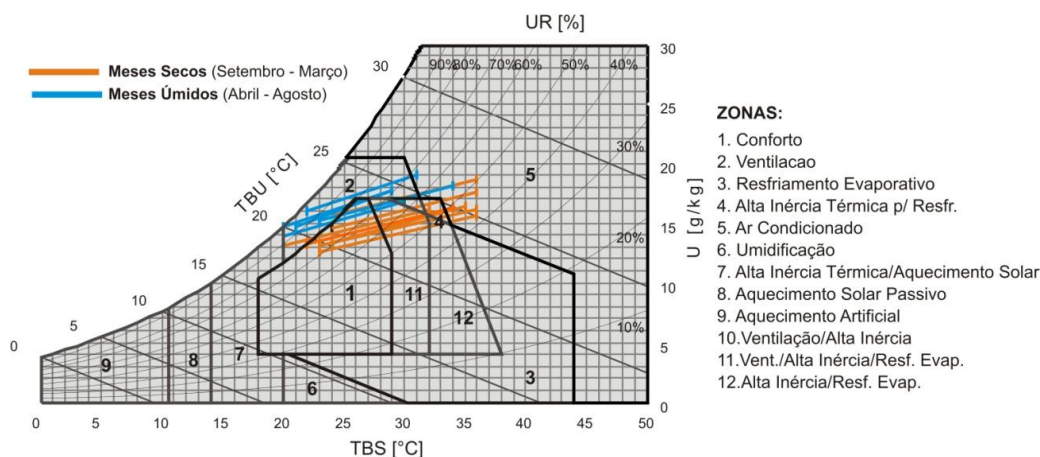


Figura 7: Carta bioclimática para o município de Pão de Açúcar – AL (Digrama gerado pelo software *AnalysisBio* adaptado de GIVONI, 1992), destacando os meses secos e úmidos.

4.4. Síntese e análise comparativa

Para melhor identificar as características climáticas das cidades analisadas e assim poder compará-las as características de Pão de Açúcar, foram colocadas abaixo as principais informações que as distinguem (tabela 1), oscilações térmicas sazonal e anual, precipitação e umidade relativa do ar.

Tabela 1: Síntese das variáveis analisadas para cidades (INMET, 2008; *Climate Consultant*).

VARIÁVEIS CLIMÁTICAS	CIDADES		
	Maceió	Pão de Açúcar	Petrolina - PE
Temperatura do ar (°C)	22,9 a 27,9	23,0 a 34,6	22,5 a 31,8
Amplitude Térmica Sazonal (°C)	3,8	8,1	4,6
Amplitude Térmica Diária (°C)	10,2	13,4	12,3
Precipitação anual (mm)	2.167,70	534	520
Umidade Relativa do ar (%)	72,7 a 83,1	53,6 a 85	50 a 68

Como se pode observar pelas informações colocadas ao longo do trabalho, o clima da cidade de Pão de Açúcar – AL apresenta características e estratégias bioclimáticas mais próximas das atribuídas à outra cidade sertaneja, Petrolina - PE. Ambas apresentam como recomendação para seus microclimas, o uso da alta inércia associado ao resfriamento evaporativo. No entanto, Pão de Açúcar também possui 40% do seu ano típico onde o conjunto de estratégias são os mesmos que os apresentados para todo o ano na capital alagoana situada na zona bioclimática 8 (clima quente e úmido). Essa ocorrência pode ser justificada pela localização da cidade às margens do rio São Francisco cujo volume d'água pode acarretar em acréscimos importantes na umidade relativa no período de inverno quando a temperatura diminui a precipitação aumenta.

Destaca-se em Pão de Açúcar, portanto, nuanças que permite conjecturar a necessidade de uma zona bioclimática híbrida para algumas cidades situadas no semi-árido nordestino como a cidade em questão.

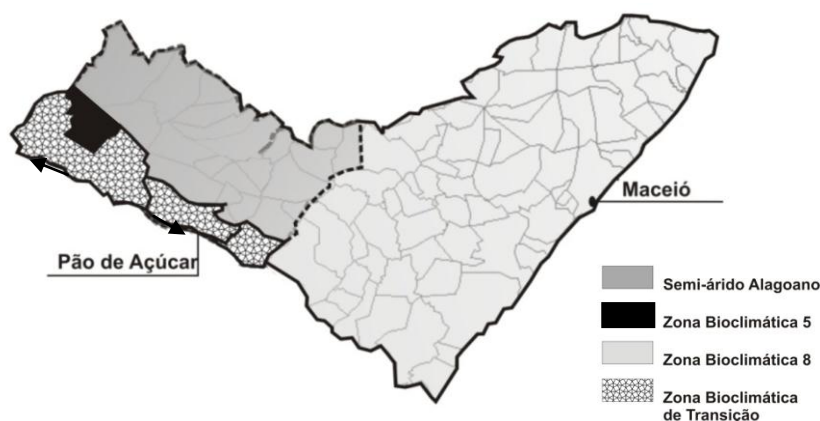


Figura 8: Zoneamento bioclimático sugerido para o Estado de Alagoas.

5. CONCLUSÃO

O trabalho apresentado discutiu algumas questões referentes ao Zoneamento Bioclimático Brasileiro e a classificação deste para uma cidade situada na região do semi-árido do Estado de Alagoas.

O município de Pão de Açúcar está classificado na zona bioclimática 8, assim como todos os demais municípios do estado alagoano, salvo Água Branca - AL (Zona 5), apesar da existência de características geográficas e climáticas bastante particulares entre as mesorregiões do Estado que vão desde a Zona da Mata Atlântica (Litoral, quente e úmido), até o Sertão (clima semi-árido com até 8 meses secos).

Com o objetivo de entender melhor as características bioclimáticas da região semi-árida do estado, os dados do município de Pão de Açúcar foram levantados e plotados em um diagrama psicrométrico para identificação das suas principais estratégias bioclimáticas. Para isso, foram, então, analisados o comportamento e a recorrência dessas estratégias também sazonalmente.

Com vistas a apresentar uma contribuição ao zoneamento bioclimático para o Estado, foi realizada uma análise comparativa com dois outros municípios em zonas bioclimáticas distintas. Um presente na mesma zona onde Pão de Açúcar encontra-se classificado e, outro presente na zona 7, com características geográficas mais assemelháveis com a cidade em estudo.

Com isso, verificou-se que Pão de Açúcar apresenta estratégias que expressivamente traduzem, em uma estação do ano, características da zona bioclimática 7, como Petrolina (sertão Pernambuco), e também características da zona bioclimática 8, como Maceió (litoral de Alagoas). Para tanto, conjectura-se a necessidade de se estabelecer uma zona bioclimática de transição para cidades como Pão de Açúcar, de modo a contemplar recomendações mais adequadas para a combinação de fatores climáticos existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. **Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes construtivas para habitações de interesse social**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, 2003.
- BATISTA, J. O. **A arquitetura e seu desempenho térmico no contexto do semi-árido alagoano: Estudos de caso em Santana do Ipanema – AL**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2006.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Dep. Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, DNMET, 1992. 84p.
- GIVONI, B. **Comfort climate analysis and building design guidelines**. Energy and Buildings, v.18, n.1, p. 11 – 23, 1992.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa Brasil Climas** - escala 1:5.000.000. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/clima/viewer.htm>>. Acesso em 24 de agosto de 2008. 2002.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados horários: temperaturas, umidade relativa, vento e precipitação das estações meteorológicas de Pão de Açúcar**. CD-ROM. (1997-2008). 2008.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: FIBGE, 1989.
- PASSOS, I. C. S. **Clima e arquitetura habitacional em Alagoas: estratégias bioclimáticas para Maceió, Palmeira dos Índios e Pão de Açúcar**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Alagoas. Maceió - AL, 2009.
- RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, L. **Um zoneamento bioclimático para a arquitetura no Brasil**. ANAIS...ENCAC, 2003.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à CAPES pelo auxílio financeiro concedido ao longo do desenvolvimento da pesquisa.