

## HABITAÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL: RECOMENDAÇÕES BÁSICAS PARA SE PROJETAR NO SEMIÁRIDO DO RN

Dianna Claudine Bezerra Dantas<sup>1</sup>

Msc. Antônio Carlos Matos<sup>2</sup>

### RESUMO

Diante dos problemas ambientais que enfrentamos no Brasil e no mundo, principalmente com a escassez de recursos naturais e as adversidades climáticas, conceber um projeto arquitetônico visando incentivar o uso racional dos recursos naturais, reduzir os custos de construção e manutenção, e ter responsabilidade social com quem utilizará o edifício deve ser uma premissa básica incorporada ao processo de projeto do arquiteto. Em um país onde o déficit habitacional é vergonhoso, verter o olhar para a habitação de interesse social é também um dos tripés da sustentabilidade: o social. Este trabalho propõe estruturar recomendações projetuais básicas, que possam servir como diretriz no processo de projeto de habitações de interesse social para o semiárido do Rio Grande do Norte, com vistas a produzir uma edificação de baixo impacto ambiental. Para tanto, foi utilizado como metodologia uma revisão bibliográfica sobre arquitetura bioclimática, desempenho térmico das habitações, arquitetura vernacular e boas práticas para habitação sustentável. Foi utilizado também o *software Climate Consultant 5.3* para a obtenção de dados sobre os condicionantes ambientais e estratégias bioclimáticas para o conforto adaptativo na cidade de Caicó/RN.

**Palavras-chave:** Habitação. Projeto. Baixo impacto. Recomendações. Arquitetura bioclimática. Semiárido. Conforto adaptativo.

---

<sup>1</sup> Acadêmica do curso de Pós-graduação de Engenharia Civil e Arquitetura Sustentável do Centro Universitário do Rio Grande do Norte – UNI RN – Email: dcbdantas@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Orientador do curso de Pós-graduação de Engenharia Civil e Arquitetura Sustentável do Centro Universitário do Rio Grande do Norte – UNI RN – Email: acmatos.rn@gmail.com

## ABSTRACT

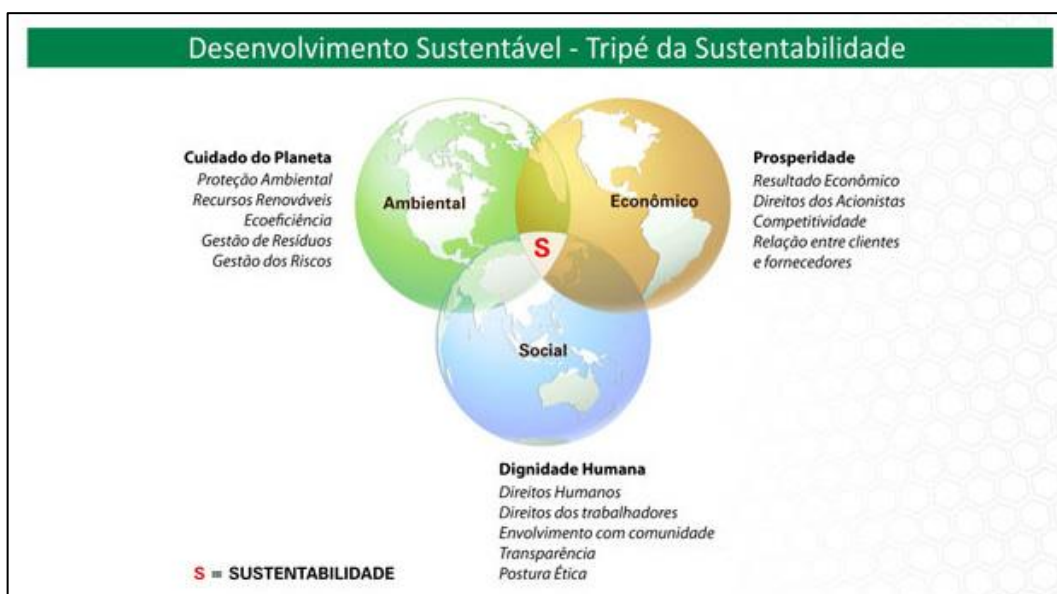
Facing the environmental problems we face in Brazil and in the world, especially with the scarcity of natural resources and climatic adversities, we must design an architectural project to encourage the rational use of natural resources, reduce construction and maintenance costs, and have social responsibility with who will use the building should be a basic premise incorporated into the architect's design process. In a country where the housing deficit is shameful, looking at housing of social interest is also one of the tripods of sustainability: the social. This work proposes to structure basic design recommendations that can serve as guideline in the process of designing housing of social interest for the semi - arid region of Rio Grande do Norte, in order to produce a building with low environmental impact. For this purpose, a bibliographical review on bioclimatic architecture, thermal performance of dwellings, vernacular architecture and good practices for sustainable housing was used as methodology. Climate Consultant 5.3 software was also used to obtain data on environmental conditioning factors and bioclimatic strategies for adaptive comfort in the city of Caicó / RN.

**Keywords:** Housing. Project. Low impact. Recommendations. Bioclimatic architecture. Semi-arid. Adaptive comfort.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a escassez de recursos naturais e as adversidades climáticas que enfrentamos nos últimos tempos no Brasil, pensar arquitetura e construção adaptada ao clima é premissa básica para os profissionais da área ligada à construção civil. O pensar do profissional que está envolvido no processo de projeto deve estar sempre atrelado às questões do tripé básico da sustentabilidade (figura 1), com vistas à produção de uma edificação de baixo impacto ambiental, com enfoque na construção, mas, principalmente, na sua utilização e manutenção.

Figura 1 - Tripé da sustentabilidade

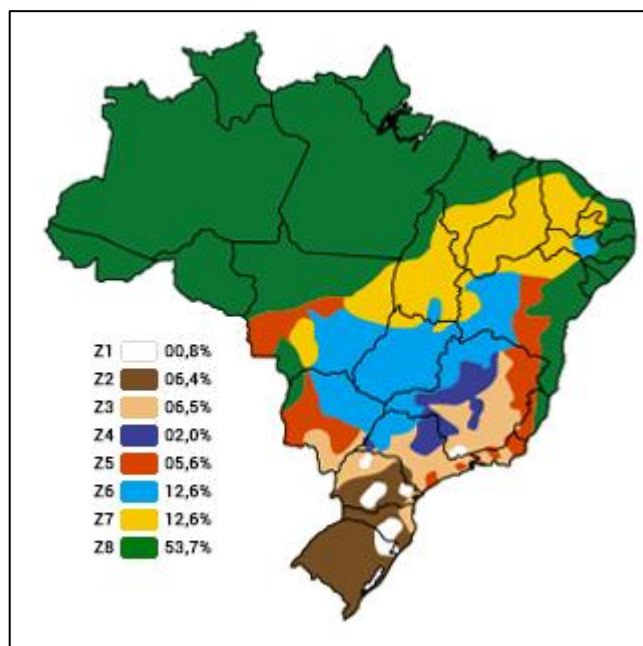


Fonte: Página da TETO – Arquitetura Sustentável na Web<sup>3</sup>

Segundo Everetts (1950, *apud* COSTA, 2016, p.12), desde a década de 1950 cerca de 90% do consumo para resfriamento nas habitações era devido às condições climáticas externas, contra 60% para os edifícios comerciais. Isso porque a relação da área de envoltória com o volume interno, para as trocas de calor, é maior nas habitações. E um dos principais instrumentos de auxílio à tomada de decisões no processo de projeto, utilizada pelo projetista, são as normas que definem recomendações projetuais baseadas no clima. Para tanto, a NBR 15220 (ABNT, 2005) apresenta o zoneamento bioclimático brasileiro (figura 2), dividindo o território nacional em oito zonas bioclimáticas e estabelecendo estratégias para cada uma delas, tendo o estão do Rio Grande do Norte duas: a Zona Bioclimática 8 (ZB8) e a Zona Bioclimática 7 (ZB7). Para esse trabalho foi escolhido como base de dados para estudo a cidade de Caicó, situada na microrregião Seridó Ocidental (figura 3), semiárido do RN, pertencente a ZB7, que apresenta o clima quente e seco.

<sup>3</sup> Disponível em: < <http://teto2r.com/tripe-da-sustentabilidade/>>. Acesso em jan. 2018

**Figura 2 - Zoneamento bioclimático brasileiro**



Fonte: Página da Weiku<sup>4</sup>

**Figura 3 - Mapa das microrregiões do RN**



Fonte: Site Coisas de Florânia<sup>5</sup>

Não menos importante do que conhecer o clima da área aonde se vai projetar, é avaliar as estratégias que a arquitetura bioclimática e a arquitetura

<sup>4</sup> Disponível em: < <http://www.weiku.com.br/calculadora.php>>. Acesso em mai. 2018

<sup>5</sup> Disponível em: < <http://coisasdeflorania.blogspot.com/2011/07/florania-organizacao-espacial-e.html>>. Acesso em mai. 2018.

vernacular local têm para oferecer, como forma de se buscar subsídios para um maior desempenho e conforto térmico. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o assunto e se buscou nas estratégias adotadas nas casas de fazenda do século XIX da região Seridó, como exemplo de adaptação ao clima semiárido.

Por fim, buscou-se no Guia Caixa de Sustentabilidade Ambiental – Selo Casa Azul, que categorias de boas práticas para habitação sustentável mais se adequava a ZB7, especialmente nas categorias: Projeto e Conforto, Eficiência Energética e Gestão da Água.

Para auxiliar na análise climática e obtenção de estratégias de projeto, foi utilizado o *software Climate Consultant 5.3* (LIGGETT; MILNE, 2008)<sup>6</sup>, que fornece uma grande quantidade de estratégias de projeto, obtidas através da Carta Bioclimática e da entrada dos dados climáticos anuais, onde foram inseridos os dados da cidade de Caicó/RN. As estratégias são organizadas em ordem de importância e explicadas através de desenhos. Os dados climáticos são organizados em várias tabelas, gráficos e diagramas. O objetivo é ajudar os usuários a criar edifícios mais eficientes em termos de energia, mais sustentáveis, cada um dos quais é especialmente adequado para o seu local específico. Utilizou-se ainda o *software ZZBR* (RORIZ, 2004)<sup>7</sup>, que fornece a classificação bioclimática da cidade escolhida para estudo, e as diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, conforme a NBR 15220 (ABNT, 2005). Possui um banco de dados de 330 cidades principais (dados medidos) e outras 5231 cidades com os dados climáticos estimados por interpolação.

Este artigo tenta apresentar e discutir a importância de incorporar ao processo de projeto de habitações de interesse social, estratégias com enfoque no desempenho e conforto térmico e na gestão de água, para que possam ter baixo impacto ambiental. Tem por objetivo estruturar recomendações projetuais, com base nas normas de desempenho, na configuração da arquitetura vernacular, e na escolha de boas práticas para habitação mais sustentáveis do Selo Azul da Caixa, para a elaboração de um projeto arquitetônico de baixo impacto ambiental para o semiárido do RN.

---

<sup>6</sup> NICOLAU; CHVATAL, 2010

<sup>7</sup> Idem

## 2 DESEMPENHO E CONFORTO TÉRMICO NAS HABITAÇÕES

O estudo de conforto térmico visa analisar e estabelecer condições necessárias à satisfação das pessoas, permitindo que essas possam se sentir termicamente confortável tanto no ambiente familiar, como no social, e no de trabalho, onde se supõe que seu desempenho físico e/ou intelectual é aumentado (ANDREASI, 2003). Outro ponto fundamental é o bem-estar que esses ambientes devem proporcionar. Para tanto, é necessário que o ambiente de permanência prolongada seja projetado dentro de parâmetros estabelecidos em norma para o desempenho térmico satisfatório da edificação. Segundo Lamberts e Triana (2010, *apud* MEDEIROS *et. Al*, 2012), destacam que a arquitetura deve ser tratada como uma envoltória reguladora, permeável e controlada entre o meio externo e interno, levando em consideração o desempenho térmico da edificação, através de soluções que visam propiciar maior conforto térmico, dentre as quais se destacam: a orientação solar, os vetos dominantes, e os elementos paisagísticos.

Ainda segundo Medeiros *et. al.* (2012), as estratégias para se atingir um bom desempenho e conforto térmico podem se diferenciar de acordo com o clima para o qual se está se projetando. Ainda segundo os autores, para a zona bioclimática 7, em específico, a caracterização do clima aponta para médias térmicas anuais superiores a 25°C. Já as médias anuais de chuvas são, em geral, inferiores a 1.000mm. As chuvas além de escassas, são irregulares, concentrando-se em aproximadamente três meses do ano: fevereiro, março e abril. Isso quando não ocorrem longos períodos de estiagem.

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)<sup>8</sup>, desde março de 1995 a menor temperatura registrada em Caicó foi de 16,3°C em 16 de março de 2008, e a maior atingiu 40°C nos dias 18 de janeiro de 2003 e 28 de janeiro de 2007. Os maiores acumulados de precipitação registrados em 24 horas foram 171,2mm em janeiro de 1996, 121,3mm em 21 de abril de 2011, 114,4mm em 23 de março de 2016, e 113,9mm em 12 de fevereiro de 2017. O recorde mensal é de 342,2mm em janeiro de 2004.

A NBR 15220 (ABNT, 2005), determina as seguintes estratégias para a ZB7:

1. Uso de aberturas pequenas para ventilação e com sombreamento;

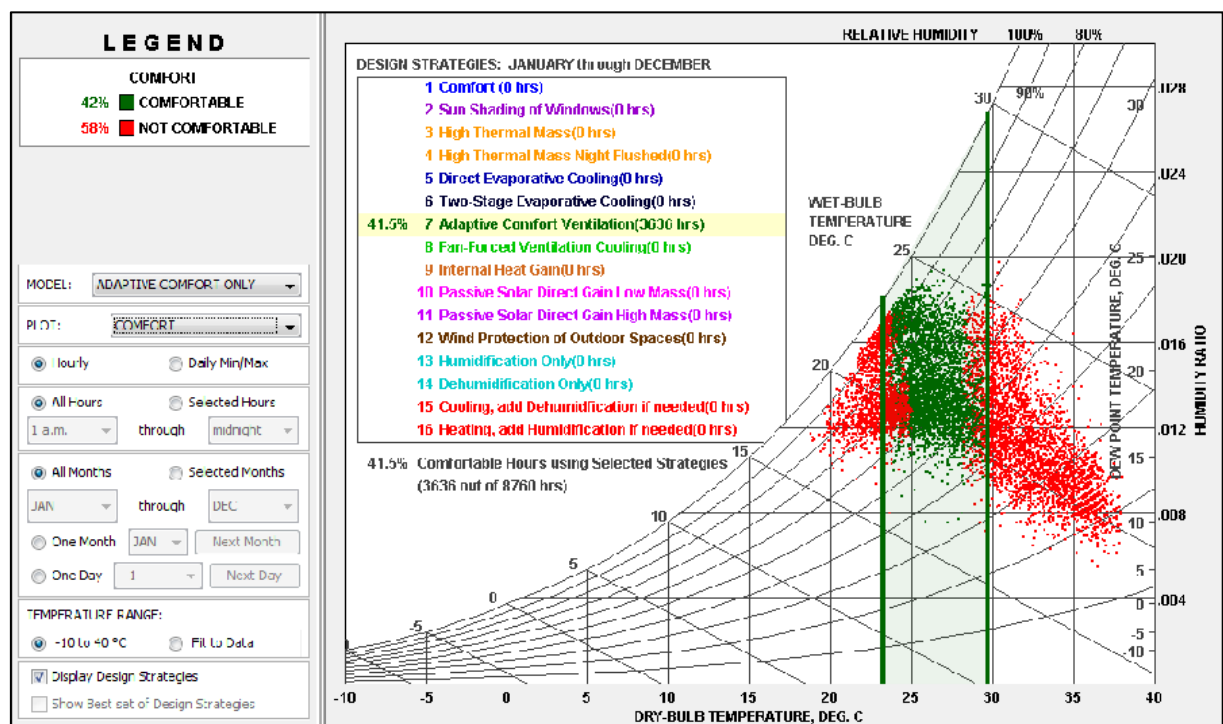
---

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Caic%C3%A3o#Clima>>. Acesso em dez. 2017

2. Vedações externas (paredes e cobertura) confeccionadas com material de alta inércia térmica;
3. Uso do resfriamento evaporativo e massa térmica pesada, como estratégia de condicionamento térmico passivo;
4. Ventilação seletiva, para os períodos quentes em que a temperatura interna seja superior à externa.

Segundo os dados obtidos no *Climate Consultant 5.3*, a carta psicométrica da cidade de Caicó/RN apresenta 42% de horas anuais de conforto e 58% de desconforto (figura 4), e mesmo na zona de conforto há períodos de desconforto.

**Figura 4** - Carta psicométrica obtida no *Climate Consultant 5.3* para a cidade de Caicó/RN



Fonte: Elaborada pela autora, 2017

O programa forneceu (figura 5), ainda, dados gerais sobre temperatura máxima e mínima, e a temperatura operativa (temperatura da pessoa em movimento) confortável com mínima de 23,3°C e máxima de 29,7°C, utilizando ventilação natural controlada.



Figura 5 - Dados de temperatura obtidos no *Climate Consultant* 5.3

7. ADAPTIVE COMFORT USING NATURAL VENTILATION:	
90.0	% Acceptability Limits (80% or 90%)
25.8	Maximum Mean Monthly Outdoor DB Temp (33.5° C or less)
30.3	Maximum Mean Monthly Outdoor DB Temp (33.5° C or less)
23.3	Comfort Low - Min Operative Temp in this Climate (°C)
29.7	Comfort High - Max Operative Temp in this Climate (°C)
(Air Velocity is controlled by opening and closing windows)	

Fonte: Elaborado pela autora, 2017

Para melhor entender o conforto adaptativo da região estudada, principalmente por se tratar de projeto de habitação de interesse social, foram estudados **intervalos de tempos** onde se imaginou atividades que poderiam estar sendo executadas pelos moradores, e tudo isso para os doze meses do ano, mostrados na figura 6.

Figura 6 – Tabela com dados de conforto e desconforto por meses e horas do dia obtidas no *Climate Consultante* 5.3

CONFORTO ADAPTATIVO													
horário	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
6h - 11h	13% 47% (90h)	52% 48% (87h)	55% 45% (103h)	65% 34% (110h)	62% 38% (116h)	57% 43% (102h)	50% 50% (93h)	44% 56% (81h)	45% 55% (77h)	46% 54% (77h)	43% 57% (77h)	51% 49% (95h)	51% 49% (1116h)
11h - 12h	0% 100% (0h)	0% 100% (0h)	6% 94% (4h)	10% 90% (8h)	19% 81% (12h)	18% 82% (11h)	15% 85% (9h)	6% 94% (4h)	3% 97% (2h)	0% 100% (0h)	0% 100% (0h)	2% 98% (1h)	7% 93% (44h)
12h-15h	2% 98% (3h)	1% 99% (1h)	10% 90% (12h)	17% 83% (20h)	16% 84% (20h)	9% 91% (11h)	6% 94% (3h)	2% 98% (3h)	3% 97% (4h)	0% 100% (0h)	0% 100% (0h)	0% 100% (0h)	6% 94% (8h)
15h-18h	9% 91% (11h)	7% 93% (8h)	27% 73% (31h)	51% 49% (61h)	41% 59% (56h)	22% 78% (26h)	19% 81% (24h)	11% 89% (14h)	3% 97% (4h)	0% 100% (0h)	1% 99% (1h)	0% 100% (0h)	16% 84% (238h)
18h-21h	10% 90% (346h)	63% 37% (283h)	62% 38% (309h)	67% 33% (322h)	64% 36% (319h)	54% 46% (288h)	46% 54% (228h)	50% 50% (249h)	45% 55% (216h)	48% 52% (238h)	51% 49% (247h)	63% 37% (300h)	55% 45% (204h)
21h-6h	77% 23% (240h)	70% 30% (195h)	57% 43% (176h)	57% 43% (161h)	50% 50% (158h)	38% 62% (115h)	30% 70% (93h)	43% 57% (132h)	41% 59% (123h)	48% 52% (148h)	59% 41% (126h)	73% 27% (222h)	83% 17% (944h)

DIREÇÃO DOS VENTOS													
horário	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
6h - 11h	NE/E/SE	NE/E	NE/E/SE	E/SE	SE	SE	SE	SE	E/SE	E/SE	NE/E/SE	NE/E	E/SE
11h - 12h	SE	NE/E/SE	NE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	NE/E/SE	E/SE	SE
12h-15h	SE	NE	NE/E/SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	NE/E/SE	SE	SE
15h-18h	E/NE	NE	NE/E/SE	NE/E/SE	SE	SE	SE	SE	E/SE	SE	E/NE	NE	SE
18h-21h	E/NE	NE/E/SE	NE/E/SE	NE/E/SE	E/SE	SE	SE	E/SE	NE/E/SE	NE/E/SE	E/NE	NE/E/SE	E/SE
21h-6h	NE/E/SE	E/SE	NE/E/SE	E/SE	E/SE	SE	SE	E/SE	NE/E/SE	E/SE	NE/E/SE	NE/E/SE	E/SE

NOTAS: PORAM CONSIDERADOS OS VENTOS QUE INCIDIAM ACIMA DE 10%. DAS HORAS

LEGENDA:

- CONFORTÁVEL
- NÃO CONFORTÁVEL
- CONFORTO ADAPTATIVO POR VENTILAÇÃO

NOTA: Nessa Época (Horário) os ventos ficam abaixo de 10% - indicados em coroa as direções mais próximas de 10%.

LEGENDA DE CORES:

- Extremamente desconfortável
- Desconfortável
- Confortável
- Muito Confortável

Fonte: Elaborado pela autora, 2017



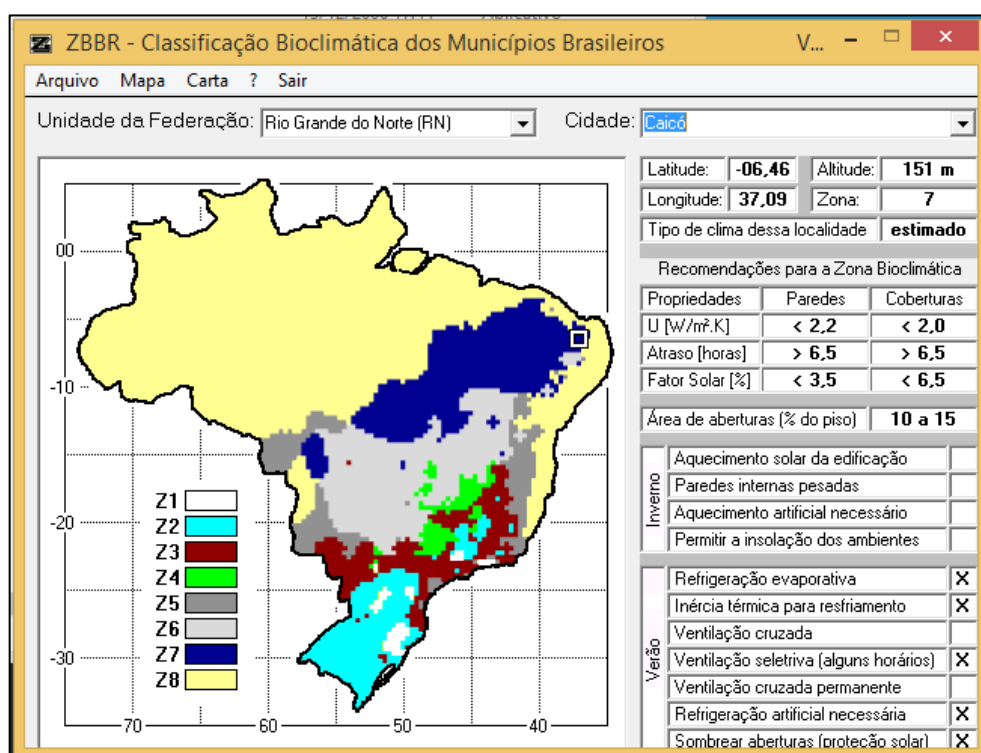
Outra estratégia de análise dos dados fornecidos foi estabelecer quatro **gradações de conforto** de acordo com a porcentagem obtida em cada intervalo de horário e mês. Foram elas:

1. Até 30% - Extremamente desconfortável;
2. De 30,1% até 49,9% - Desconfortável;
3. De 50% até 60% - Confortável;
4. Acima de 60% - Bem confortável.

Com isso, foi percebido que no intervalo das 11h até às 18h, em todos os meses do ano, exceto abril e maio, a gradação é de extremamente desconfortável. Outro dado apresentado na figura 6 é que os meses de setembro e outubro são os mais desconfortáveis do ano.

Ainda para obtenção de dados que pudessem ajudar a traçar estratégias bioclimáticas, utilizou-se o programa ZBBR 1.1 desenvolvido na Universidade Federal de São Carlos – UFSCar e se obteve os dados representados na figura 7.

**Figura 7** - Classificação bioclimática e estratégias para a cidade de Caicó/RN



Fonte: Elaborado pela autora, 2017

O programa forneceu como recomendações dados correspondentes aos índices de Transmitância Térmica – U, Atraso Térmico –  $\phi$  e Capacidade Térmica – Ct, que são importantes para a escolha de materiais. A transmitância térmica

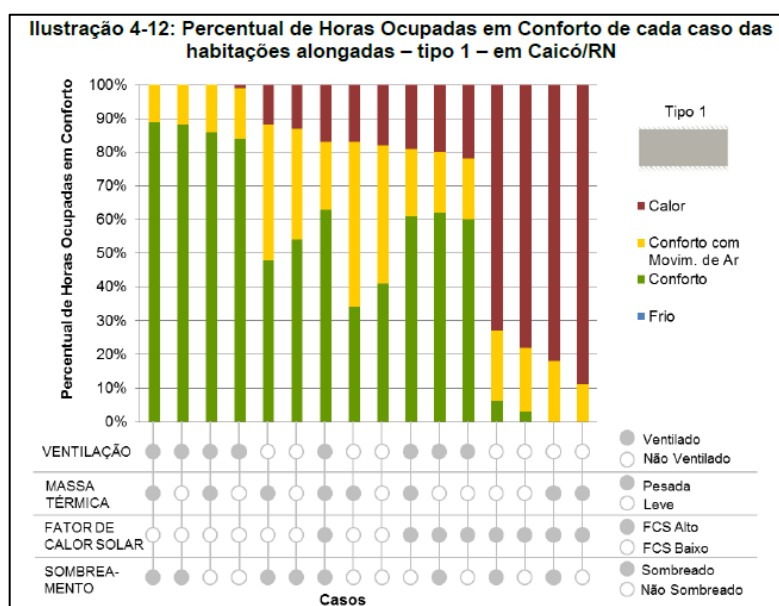
caracteriza o fluxo de calor transferido por um sistema construtivo quando há diferenças de temperaturas do ar entre dois ambientes (interno-interno ou interno-externo). Quanto maior a transmitância, mais calor é transmitido (MEDEIROS *et.al*, 2012). O atraso térmico é o tempo transcorrido entre uma variação térmica em um meio e sua manifestação na superfície oposta de um componente construtivo, submetido a um regime periódico de transmissão de calor (ABNT, 2005). Já a capacidade térmica é a quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema (ABNT, 2005).

O ZBBR 1.1 forneceu também as seguintes estratégias:

1. Refrigeração evaporativa - técnica de arrefecimento, que utiliza a evaporação da água para baixar a temperatura de um determinado local ou material;
2. Inércia térmica para resfriamento;
3. Ventilação seletiva em alguns horários (mais quentes);
4. Refrigeração artificial necessária;
5. Sombreamento de aberturas (proteção solar).

Analisando o melhor formato de edificação para proporcionar um bom conforto e desempenho térmico para a cidade de Caicó/RN, segundo Pacheco (2016), uma das melhores soluções para a planta baixa de uma residência para o clima quente e seco é o tipo alongado, conforme figura 8.

**Figura 8** - Desempenho térmico das habitações alongadas na cidade de Caicó/RN






Fonte: PACHECO, 2016, p. 89

Segundo Pacheco (2016), nesse formato de edificação é possível obter desempenhos sem desconforto ao calor, mas também com desconforto ao calor em quase todas as horas do ano, a depender das recomendações da figura 8. Para ele, O Fator de Calor Solar - FCS e a ventilação têm grande impacto no desempenho dos casos. Os melhores casos são obtidos com ventilação natural e FCS baixo. E os piores casos são os que apresentam ausência de ventilação junto com FCS alto. Os casos intermediários resultam da combinação destas com as demais variáveis. O único caso com FCS alto que aparece entre os melhores possui sombreamento, ventilação e massa pesada.

Com isso podemos concluir que com ventilação adequada, massa térmica pesada nas envoltórias, Fator de Calor Solar baixo e sombreamento das aberturas, o **tipo alongado**, descrito na figura 9, é o mais indicado para a região por proporcionar uma edificação com bons níveis de conforto térmico.

**Figura 9** - Tipo de edificações estudadas por PACHECO (2016) para a cidade de Caicó/RN

<b>Tabela 3-8: Quadro das características dos tipos selecionados.</b>		
<b>Tipo Alongado</b>	<b>Tipo Compacto</b>	<b>Tipo Ramificado</b>
 <p><b>Referência:</b> habitações vernaculares de centros urbanos.</p> <p><b>Formato:</b> retangular alongado, com dimensões 5 x 12 m.</p> <p><b>Implantação:</b> geminada nas duas laterais</p> <p><b>Aberturas:</b> apenas nas fachadas frontal e posteriores.</p> <p><b>Área de abertura:</b> pequena, 10% da área do piso.</p>	 <p><b>Referência:</b> habitações de conjuntos habitacionais.</p> <p><b>Formato:</b> retangular levemente alongado, com dimensões 7 x 8,33 m.</p> <p><b>Implantação:</b> geminada em uma lateral</p> <p><b>Aberturas:</b> nas fachadas livres.</p> <p><b>Área de abertura:</b> média, 20% da área do piso.</p>	 <p><b>Referência:</b> recomendações da literatura para o clima quente e úmido.</p> <p><b>Formato:</b> ramificado</p> <p><b>Implantação:</b> livre</p> <p><b>Aberturas:</b> na maioria das faces.</p> <p><b>Área de abertura:</b> grande, 40% da área do piso.</p>
Fonte: elaborado pelo autor		

Fonte: PACHECO, 2016, p. 63

### **3 CASA DE FAZENDA DO SERIDÓ: ARQUITETURA VERNACULAR COMO EXEMPLO DE ADAPTAÇÃO AO CLIMA SEMIÁRIDO**

Baseada na premissa de que arquitetura bioclimática é aquela que leva em consideração as condições climáticas do lugar, utilizando de forma eficaz os recursos naturais disponíveis (sol, vento, vegetação, chuva) para minimizar os impactos ambientais e reduzir consumo energético, segundo Cunha (2016) as construções antigas dos diferentes climas mostram que, desde a época remota, eram conhecidas e exploradas as possibilidades de controle térmico que oferece a envoltória. Para o autor supracitado, antes do aparecimento e da difusão de métodos modernos de climatização artificial, o problema térmico era quase corretamente resolvido com recursos de formas, materiais, orientação e localização das edificações. E foi em busca dessas lições que as casas de fazenda da região Seridó se tornaram uma opção de estudo.

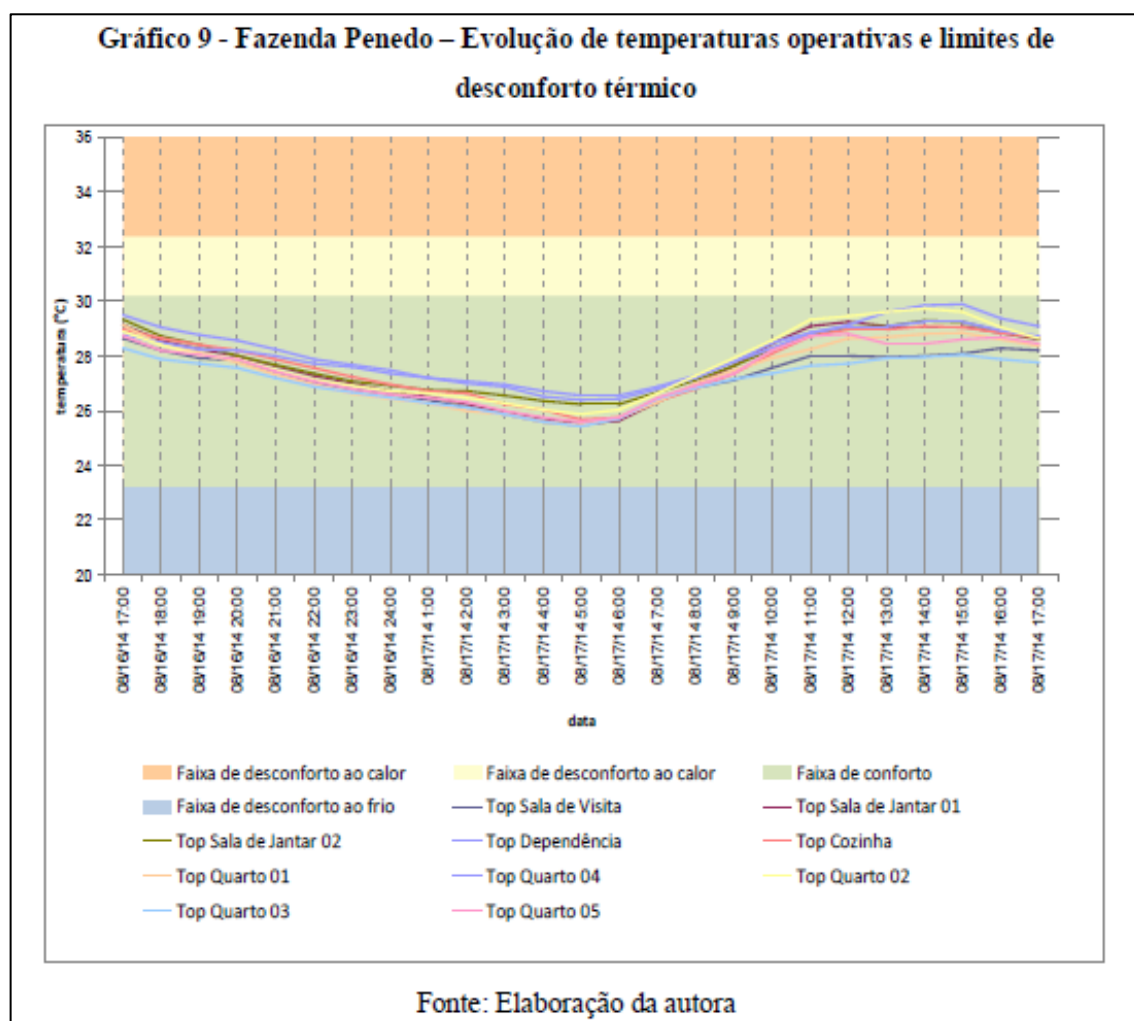
Para isso, foi feita uma revisão bibliográfica na dissertação Vernacu(lares): A casa de fazenda seridoense do século XIX, da autora Ariane Magda Borges, como exemplo de adaptação ao clima semiárido. A citada dissertação tinha como um dos objetivos identificar quais as particularidades das casas de fazenda do Seridó que contribuem para a adaptabilidade destas edificações ao clima, como ambiente de proteção.

Segundo Borges (2015), para auxiliar na análise foram escolhidos cinco exemplares de fazendas nos municípios de Caicó e Acari, onde foi feito monitoramento térmico ao longo de aproximadamente um dia representativo (dia típico), relacionando o desempenho térmico das casas como o modelo de conforto térmico adaptativo. Ainda segundo a autora, as características das casas foram analisadas conforme o atendimento às estratégias de condicionamento térmico passivo recomendado pela NBR 15220 (ABNT, 2005) para a ZB7. A análise das temperaturas operativas das casas revelou que durante mais de 90% das horas do dia, os ambientes encontram-se dentro da faixa de conforto. No caso da fazenda Penedo, os ambientes analisados encontram todos dentro da faixa de conforto (figura 10), o que confirma que as estratégias da arquitetura vernacular devem ser utilizadas como premissa básica para o processo de projeto. A fazenda Penedo (figura 11) apresentou as seguintes estratégias:

1. Implantação, prioritariamente, para o nascente;

2. Massa térmica pesada nas paredes externas;
3. Massa térmica baixa da cobertura, mas com alta permeabilidade;
4. Sombreamento das paredes externas;
5. Pé direito alto;
6. Paredes externas com cores claras;
7. Permeabilidade aos ventos.

**Figura 10** - Estudo da evolução das temperaturas operativas da Fazenda Penedo no município de Caicó/RN



Fonte: BORGES, 2015, p. 125

**Figura 11** - Fachada nordeste da Fazenda Penedo no município de Caicó/RN



**Fonte:** BORGES, 2015, p. 119

Como conclusão, a pesquisa de BORGES (2016) apresenta que o bom desempenho térmico das casas de fazenda pesquisadas, e em especial a fazenda Penedo, é proporcional à quantidade de estratégias bioclimáticas adotadas para o clima semiárido. A autora afirma ainda que as casas que apresentam melhores desempenhos térmicos são, justamente, aquelas que atendem todas, ou quase todas, as estratégias bioclimáticas recomendadas em norma.

#### **4 BOAS PRÁTICAS PARA HABITAÇÃO SUSTENTÁVEL: SELO AZUL DA CAIXA**

Como já dito anteriormente, deve-se utilizar de forma eficaz os recursos naturais disponíveis ao máximo para minimizar os impactos ambientais e reduzir o consumo energético das edificações, produzindo, assim, habitações mais sustentáveis. O prefácio do guia Selo Casa Azul da Caixa (2010), vem a corroborar com esse entendimento dizendo que:

“...ao se projetar uma habitação, é necessário aproveitar ao máximo as condições bioclimáticas e geográficas locais, estimular o uso de construções de baixo impacto ambiental, garantir a existência de áreas permeáveis e arborizadas, adotar técnicas e sistemas que propiciem o uso eficiente de água e energia...A habitação também deve ser duradoura e adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários, criando um ambiente interior saudável e proporcionando saúde e bem-estar aos moradores.”

Portanto, para auxiliar no processo de projeto para a região do semiárido do RN é importante utilizar parâmetros estabelecidos no manual de Boas Práticas para



Habitação mais Sustentável – Selo Casa Azul da Caixa, primordialmente, em três categorias: Projeto e Conforto; Eficiência Energética; e Gestão de Água. A escolha pelo guia Selo Casa Azul da Caixa se deu porque ele:

“...embora tenha sido desenvolvido com o foco nos critérios para a obtenção do Selo casa Azul, voltado a empreendimentos habitacionais, pretende também ser útil a todos os estudantes, profissionais e empresas da área de construção que busquem contribuir para o desenvolvimento sustentável, melhorando de forma progressiva e contínua suas práticas de projeto e construção, e desenvolvendo novas soluções.”<sup>9</sup>

Na categoria Projeto e Conforto, desenvolvido por Roberto Lamberts e Maria Andrea Triana, o guia apresenta os aspectos relacionados com o planejamento e concepção do projeto, levando em conta, principalmente, “as ações relativas à adaptação da edificação às condições climáticas, às características físicas e geográficas locais, bem como a previsão de espaços na edificação destinados a usos e fins específicos.” Para isso, estabeleceu alguns critérios a serem atendidos, obrigatórios e acessórios, conforme demonstrados na figura 12:

**Figura 12** – Critérios de avaliação – categoria Projeto e Conforto

2. Projeto e conforto		
2.1	Paisagismo	obrigatório
2.2	Flexibilidade de projeto	
2.3	Relação com a vizinhança	
2.4	Solução alternativa de transporte	
2.5	Local para coleta seletiva	obrigatório
2.6	Equipamentos de lazer, sociais e esportivos	obrigatório
2.7	Desempenho térmico - vedações	obrigatório
2.8	Desempenho térmico - orientação ao sol e ventos	obrigatório
2.9	Iluminação natural de áreas comuns	
2.10	Ventilação e iluminação natural de banheiros	
2.11	Adequação às condições físicas do terreno	

**Fonte:** Guia Selo Azul da Caixa, 2010, p.62

Na categoria Eficiência Energética, desenvolvido por Maria Andrea Triana, Racine T. A. Prado e Roberto Lamberts, o guia diz que para se desenvolver projetos

<sup>9</sup> Texto extraído da apresentação do Guia Selo Casa Azul da Caixa (2010), p.6.

residenciais mais sustentáveis é necessário que se busque uma “redução no consumo de eletricidade, lenha e gás, e um aumento do uso de fontes renováveis de energia, como alternativa às anteriores.” Que a eficiência energética seja, portanto, premissa básica para se implementar no processo de projeto. Para isso, estabelece os critérios da figura 13, como premissas básicas:

**Figura 13** - Critérios de avaliação - categoria Eficiência Energética

<b>3. Eficiência energética</b>		
3.1	Lâmpadas de baixo consumo – áreas privativas	obrigatório para HIS até três salários mínimos
3.2	Dispositivos economizadores – áreas comuns	obrigatório
3.3	Sistema de aquecimento solar	
3.4	Sistemas de aquecimento a gás	
3.5	Medição individualizada – gás	obrigatório
3.6	Elevadores eficientes	
3.7	Eletrodomésticos eficientes	
3.8	Fontes alternativas de energia	

**Fonte:** Guia Selo Azul da Caixa, 2010, p.107

E por fim, na categoria Gestão de Água, desenvolvido por Lúcia Helena de Oliveira e Marina Sangoi de Oliveira Ilha, por ser a água um insumo de caráter finito, a gestão desse recurso nos edifícios a serem projetados é indispensável, como forma de mitigar os problemas de escassez, tão comuns na região do semiárido, bem como amenizar a poluição das águas superficiais e profundas e reduzir os riscos de inundação nos centros urbanos. Essa categoria é de suma importância para a região Seridó, por se tratar de uma área onde a falta de água, por questões naturais, é recorrente. Os critérios estabelecidos para essa categoria estão demonstrados na figura 14:

**Figura 14** - Critérios de avaliação - categoria Gestão de Água

5. Gestão da água		
5.1	Medição individualizada – água	obrigatório
5.2	Dispositivos economizadores – bacia sanitária	obrigatório
5.3	Dispositivos economizadores – arejadores	
5.4	Dispositivos economizadores – registros reguladores de vazão	
5.5	Aproveitamento de águas pluviais	
5.6	Retenção de águas pluviais	
5.7	Infiltração de águas pluviais	
5.8	Áreas permeáveis	obrigatório

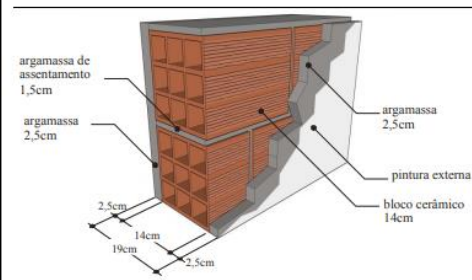
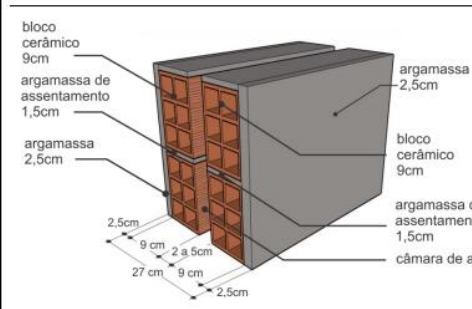
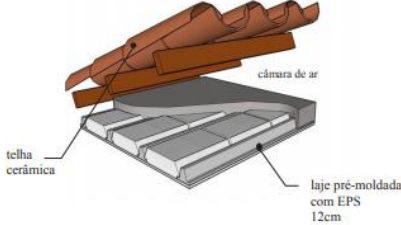
**Fonte:** Guia Selo Azul da Caixa, 2010, p.158

Como pode ser percebido, o arquiteto deve iniciar seu processo de projeto utilizando esses critérios mínimos de sustentabilidade, principalmente quando projeta habitações de interesse social para o semiárido.

## 6 RESULTADOS OBTIDOS

Como já dito na introdução deste artigo, o pensar do profissional que está envolvido no processo de projeto deve estar sempre atrelado às questões do tripé básico da sustentabilidade, com vistas à produção de uma edificação de baixo impacto ambiental, com enfoque na construção, mas, principalmente, na sua utilização e manutenção. Para isso que foram escolhidos critérios que pudessem estruturar recomendações projetuais, com base nas normas de desempenho, na configuração da arquitetura vernacular, e na escolha de boas práticas para habitação mais sustentáveis do Selo Azul da Caixa, para a elaboração de um projeto arquitetônico de baixo impacto ambiental para o semiárido do RN.

Após toda a revisão de literatura, elaboramos os quadros abaixo, compilando as recomendações projetuais básicas que julgamos essenciais para nortear o processo de projeto de habitação de interesse social no semiárido do RN.

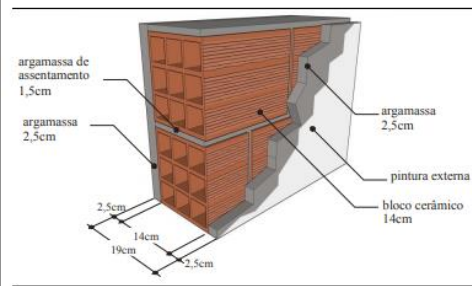
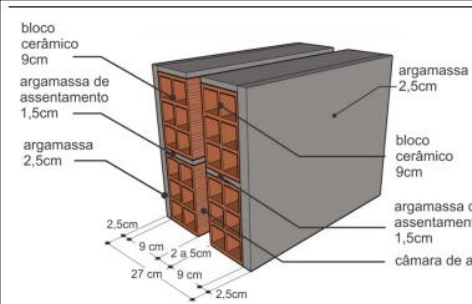
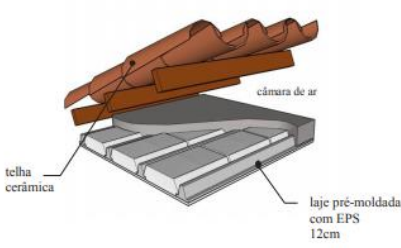
QUADRO 1 - ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS PARA O CONFORTO ADAPTATIVO													
TIPOLOGIA	1. Formato alongado das edificações com pelo menos um lado (voltado para oeste) conjugado.												
PAREDES EXTERNAS	<p>2. Feita com material com inércia térmica, com assentamento simples quando sombreada e duplo quando não sombreada;</p> <div>  <div> <p>Descrição: 14</p> <p>Argamassa interna (2,5cm) Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm) Argamassa externa (2,5cm) Pintura externa (<math>\alpha</math>)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th><th>C<sub>T</sub></th></tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th><th>[kJ/m²K]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,85</td><td>161</td></tr> </tbody> </table> </div> </div> <p>Fonte: Site do INMETRO<sup>10</sup></p> <div>  <div> <p>Descrição: 38</p> <p>Argamassa interna (2,5cm) Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm) Câmara de ar (2 a 5cm) Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm) Argamassa externa (2,5cm)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th><th>C<sub>T</sub></th></tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th><th>[kJ/m²K]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,25</td><td>195</td></tr> </tbody> </table> </div> </div> <p>Fonte: Site do INMETRO<sup>11</sup></p> <p>3. Devem apresentar Fator de Calor Solar baixo, ou seja, devem ser pintadas com cores claras.</p>	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,85	161	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,25	195
U	C <sub>T</sub>												
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]												
1,85	161												
U	C <sub>T</sub>												
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]												
1,25	195												
COBERTURA	<p>4. Deve apresentar inércia térmica;</p> <p>5. Pé direito alto;</p> <p>6. Permeabilidade para a renovação de ar, utilizando o recurso de câmara de ar.</p> <div>  <div> <p>Descrição: 14</p> <p>Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm) Câmara de ar (&gt; 5,0 cm) Telha cerâmica</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U</th><th>C<sub>T</sub></th></tr> <tr> <th>[W/(m²K)]</th><th>[kJ/m²K]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1,52</td><td>150</td></tr> </tbody> </table> </div> </div> <p>Fonte: Site do INMETRO<sup>12</sup></p>	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,52	150						
U	C <sub>T</sub>												
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]												
1,52	150												
ABERTURAS	7. Devem apresentar de 10 a 15% da área de piso.												
VENTILAÇÃO	8. A ventilação natural deve ser controlada nos dias mais quentes, através de mecanismos como venezianas móveis;												
RESFRIAMENTO DO AMBIENTE	9. Deve ser previsto o resfriamento artificial do ambiente para dias e meses mais quentes.												

<sup>10</sup> Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/AnexoV.pdf>>. Acesso em abr. 2018.

<sup>11</sup> Idem

<sup>12</sup> Idem

## QUADRO 2 - ESTRATÉGIAS BIOCLIMÁTICAS SEGUNDO A ARQUITETURA VERNÁCULA DA REGIÃO SERIDÓ

IMPLANTAÇÃO	1. Os ambientes de longa permanência voltados para o nascente.												
PAREDES EXTERNAS	<p>2. Feita com material com massa térmica pesada, com assentamento simples quando sombreada e duplo quando não sombreada;</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;">  <div style="float: right; text-align: right;"> <b>Descrição:</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">14</span>  Argamassa interna (2,5cm)  Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)  Argamassa externa (2,5cm)  Pintura externa (<math>\alpha</math>) </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">U</th><th style="text-align: center;">C<sub>T</sub></th></tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th><th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th></tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,85</td><td style="text-align: center;">161</td></tr> </table> </div> <p style="text-align: center;">Fonte: Site do INMETRO<sup>13</sup></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px;">  <div style="float: right; text-align: right;"> <b>Descrição:</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">38</span>  Argamassa interna (2,5cm)  Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)  Câmara de ar (2 a 5cm)  Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)  Argamassa externa (2,5cm) </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">U</th><th style="text-align: center;">C<sub>T</sub></th></tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th><th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th></tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,25</td><td style="text-align: center;">195</td></tr> </table> </div> <p style="text-align: center;">Fonte: Site do INMETRO<sup>14</sup></p> <p>3. Devem apresentar Fator de Calor Solar baixo, ou seja, devem ser pintadas com cores claras.</p>	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,85	161	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,25	195
U	C <sub>T</sub>												
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]												
1,85	161												
U	C <sub>T</sub>												
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]												
1,25	195												
COBERTURA	<p>4. Deve apresentar inércia térmica;  5. Pé direito alto;  6. Permeabilidade para a renovação de ar, utilizando o recurso de câmara de ar.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-top: 10px;">  <div style="float: right; text-align: right;"> <b>Descrição:</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">14</span>  Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + EPS 7cm + argamassa 1cm)  Câmara de ar (&gt; 5,0 cm)  Telha cerâmica </div> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">U</th><th style="text-align: center;">C<sub>T</sub></th></tr> <tr> <th style="text-align: center;">[W/(m²K)]</th><th style="text-align: center;">[kJ/m²K]</th></tr> <tr> <td style="text-align: center;">1,52</td><td style="text-align: center;">150</td></tr> </table> </div> <p style="text-align: center;">Fonte: Site do INMETRO<sup>15</sup></p>	U	C <sub>T</sub>	[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	1,52	150						
U	C <sub>T</sub>												
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]												
1,52	150												
ABERTURAS	7. Devem apresentar de 10 a 15% da área de piso.												
VENTILAÇÃO	8. A ventilação natural deve ser controlada nos dias mais quentes, através de mecanismos como venezianas móveis;												

<sup>13</sup> Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/regulamentos/AnexoV.pdf>>. Acesso em abr. 2018.

<sup>14</sup> Idem

<sup>15</sup> Idem

<b>QUADRO 3 – ESTRATÉGIAS MÍNIMAS SUSTENTÁVEIS BASEDAS NO GUIA SELO CASA AZUL DA CAIXA</b>	
<b>PROJETO E CONFORTO</b>	
PAISAGISMO	1. O projeto deve prever um paisagismo de baixo impacto, com espécies locais ou adaptadas ao local; 2. Deve preservar, sempre que possível, a vegetação existente no local.
FLEXIBILIDADE DO PROJETO	3. O projeto deve dar a possibilidade de modificações e/ou ampliações.
RELAÇÃO COM A VIZINHANÇA	4. O projeto deve apresentar soluções que garantam à vizinhança condições adequadas de insolação, ventilação, luminosidade e vistas panorâmicas
LOCAL PARA COLETA SELETIVA	5. O projeto deve apresentar local correto para armazenamento dos resíduos sólidos, dando ênfase a coleta seletiva
DESEMPENHO TÉRMICO-VEDAÇÕES	6. O projeto deve obedecer ao estabelecido nas normas de desempenho térmico da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (NBR 15220 e NBR 15575), que estabelecem parâmetros para a correta especificação de paredes e coberturas, de acordo com a zona bioclimática 7.
DESEMPENHO TÉRMICO – ORIENTAÇÃO AO SOL E VENTOS	7. O projeto deve ser orientado, sempre que possível, com os ambientes de longa permanência voltado para o nascente e na direção predominante dos ventos.
VENTILAÇÃO E ILUMINAÇÃO NATURAL DE BANHEIROS	8. Existência de janela voltada para o exterior da edificação com área mínima de 12,5% da área do ambiente (área correspondente à iluminação e ventilação).
ADEQUAÇÃO ÀS CONDIÇÕES FÍSICAS DO TERRENO	9. O projeto deve tirar partido das declividades e elementos naturais do terreno, como rochas, corpos hídricos, vegetação minimizando, assim, cortes, aterros e contenções.
<b>EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b>	
LÂMPADAS DE BAIXO CONSUMO – ÁREAS PRIVATIVAS	10. Especificação de lâmpadas de baixo consumo de energia a serem utilizadas nas áreas comuns
DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES DE ENERGIA	11. Especificação de dispositivos economizadores de energia nas áreas de transição dos ambientes (circulação, terraço)
MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA - GÁS	12. Utilização da medição individualizada de gás, no caso de habitação de interesse social coletivo
<b>GESTÃO DE ÁGUA</b>	
MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DA ÁGUA	13. Utilização da medição individualizada de água, no caso de habitação de interesse social coletivo
DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES – BACIA SANITÁRIA	14. Especificação de bacia sanitária com dispositivos economizador de água.



DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES - AREJADORES	15. Especificação de torneiras com arejadores
DISPOSITIVOS ECONOMIZADORES – REGISTROS REGULADORES DE VAZÃO	16. Especificação de registros com reguladores de vazão para economia de água
APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	17. Utilização das águas pluviais do telhado para utilização não potável (lavagem de áreas comuns, rega de jardim, descarga), independente do sistema de abastecimento de água potável; 18. O sistema deverá apresentar redução mínima de 10% no consumo de água potável.
ÁREAS PERMEÁVEIS	19. Previsão de percentual do terreno para permeabilidade das águas de chuva, no mínimo, nos percentuais estabelecidos em Plano Diretor, sendo o ideal 10% acima do admitido na legislação; 20. Na ausência de Plano Diretor, o coeficiente de permeabilidade deve ser de no mínimo 20%.

Com a utilização desses critérios no processo de projeto, podemos entender ser possível um projeto arquitetônico de habitação de interesse social de baixo impacto ambiental.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação de recomendações projetuais básicas, que julgamos essenciais para nortear o processo de projeto de habitação de interesse social no semiárido do RN é fundamental para se conceber um projeto de baixo impacto ambiental. A revisão de literatura feita levou a constatação de que seguindo as estratégias bioclimáticas elencadas na NBR 15220 para a ZB7, aliadas às geradas nos programas *Climate Consultant* 5.3 e ZBBR 1.1, nos dá subsídios suficientes para projetar uma habitação com boa perspectiva de conforto ambiental.

É importante também, nesse processo, verter o olhar para as lições que a arquitetura vernacular local tem a oferecer. Isso porque as construções antigas foram construídas em épocas remotas, antes do aparecimento e da difusão de métodos modernos de climatização artificial, e assim o problema térmico era quase corretamente resolvido com recursos de formas, materiais, orientação e localização das edificações.

Não menos importante levar em consideração também nesse processo, a utilização dos preceitos do manual de Boas Práticas para Habitação mais Sustentável – Selo Casa Azul da Caixa, para se buscar a sustentabilidade do projeto.

A compilação das recomendações projetuais básicas que julgamos essenciais para nortear o processo de projeto de habitação de interesse social no semiárido do RN, portanto, são indicações válidas para que o projetista e o construtor possam utilizar para produzir um projeto com vistas à produção de uma edificação de baixo impacto ambiental, com enfoque na construção, mas, principalmente, na sua utilização e manutenção. Ademais, esses profissionais devem ter o compromisso social e ambiental com o usuário final da edificação, com a comunidade e com o desenvolvimento equilibrado do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **Desempenho térmico de edificações Parte 1: Definições, símbolos e unidades**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, NBR15220-1, 2005a.

\_\_\_\_\_. **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social - NBR 15220-3**. ABNT. Rio de Janeiro, NBR15220-3, 2005b.

\_\_\_\_\_. **NBR 15575-4**: Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: Xx, 2013.

BORGES, Ariana Magda. **Vernacu(lares)**: a casa de fazenda seridoense do século XIX como exemplo de adaptação ao clima semiárido. 2015. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/21171>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

CUNHA, Eduardo Grala da. **Elementos de arquitetura de climatização natural**. 2. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2016. Organizador.

LIGGETT, R. e MILNE, M. **Climate Consultant, version 5.3**. CUNHA, Eduardo Grala da. **Elementos de arquitetura de climatização natural**. 2. ed. Porto Alegre: Masquatro, 2016. Organizador. UCLA Design Tool Group, USA. 2013. Disponível em: < <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/>>. Acesso em: 19 maio 2017.

PACHECO, Giovani Hudson Silva. **Determinação de Recomendações Bioclimáticas para Habitação de Interesse Social de Quatro Climas do Rio Grande do Norte**. 2016. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Centro de Tecnologia, Universidade Feral do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Cap. 5. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/21037>>. Acesso em: 19 maio 2017.

RORIZ, M. **ZBBR, versão 1.1**. Iniversidade Federal de São Carlos, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, 2004. Disponível em: < <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/zbbr>>. Acesso em: 19 maio 2017.

SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU - BRICS E A HABITAÇÃO COLETIVA SUSTENTÁVEL, 9., 2012, São Paulo. **Construindo no clima quente e seco do Brasil: conforto térmico e eficiência energética para a zona bioclimática 7**. São Paulo: Fauusp, 2012. 0 p. Disponível em: <[https://www.usp.br/nutau/nutau\\_2012/2dia/CONSTRUINDO\\_NO\\_CLIMA\\_QUEENTE\\_E\\_SECO\\_DO\\_BRASIL\\_\(1\).pdf](https://www.usp.br/nutau/nutau_2012/2dia/CONSTRUINDO_NO_CLIMA_QUEENTE_E_SECO_DO_BRASIL_(1).pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2017.

Vanderley Moacyr John (Org.). **Selo Casa Azul: boas práticas para habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas & Letras, 2010. 204 p. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo\\_casa\\_azul/Selo\\_Casa\\_Azul.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Selo_Casa_Azul.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2017.