

Bioclimática e eficiência energética em habitações sociais: estudo de caso em Ilhéus, BA

RESUMO

Este artigo aborda a bioclimática como estratégia para viabilizar eficiência energética em Habitações Sociais no Litoral Sul da Bahia. Tomou-se como estudo de caso um conjunto habitacional construído em Ilhéus para faixa de 0 a 3 salários mínimos, vinculado ao PMCMV. A Pesquisa compreendeu duas etapas: 1 análise quanto à bioclimática e 2 análise do desempenho térmico, lumínico e da ventilação de uma das habitações, considerando as especificações da NBR 15.575/ 2013 e o ProjetEEE. Constatou-se que, através do método informativo da NBR 15.575/ 2013, o desempenho térmico da habitação analisada é aceitável, porém, por meio do método normativo, é insatisfatório. Já o desempenho lumínico e a ventilação foram considerados satisfatórios, mas não suficientes para moderar o microclima dos ambientes. Verificou-se que aspectos bioclimáticos mínimos não foram considerados na arquitetura e implantação do conjunto habitacional, inviabilizando a eficiência energética.

PALAVRAS-CHAVE: Habitações sociais. Conforto ambiental. Arquitetura bioclimática.

Lara Santos Rodrigues
laraa.srrs@gmail.com
Especialização em Engenharia
Ambiental Urbana. UFSB

Silvia Kimo Costa
skcosta@ufsb.edu.br
Professora Adjunta na
Universidade Federal do Sul da
Bahia. UFSB

INTRODUÇÃO

A construção de Habitações de Interesse Social (HIS) objetiva suprir o déficit habitacional, seja devido ao estoque ou a inadequação das moradias, assegurando à população socioeconomicamente vulnerável o acesso ao imóvel urbano seguro e sustentável. No entanto, segundo Montes (2018), uma parcela significativa dos empreendimentos é construída a partir de projetos arquitetônicos habitacionais padronizados e caracteriza-se pelo desconforto higrotérmico.

A arquitetura padronizada das HIS é proposta para diferentes regiões brasileiras, independentemente de suas condições climáticas e topográficas (ARANTES, 2013). De acordo com Triana et al. (2018), dentre 108 projetos do Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV) é possível identificar cinco modelos representativos de edificação. Segundo Guarda et al. (2018), a padronização não só de tipologias arquitetônicas do PMCMV, mas dos materiais utilizados para construção das habitações, podem ser consideradas as principais causas para o baixo desempenho termo energético das edificações. Como consequência, parte significativa da energia a ser consumida, torna-se destinada a mecanismos artificiais para manutenção do conforto ambiental (ASSIS et al., 2016).

Sendo assim, ao considerar a relevância das Habitações de Interesse Social como meio de subsídio habitacional à população brasileira socioeconomicamente vulnerável, compreende-se a importância do uso de estratégias que promovam a redução dos custos com o consumo energético (MELLO, 2017; VISENTIN, 2017). Nessa perspectiva, a bioclimática aplicada à arquitetura constitui-se numa alternativa que propicia o conforto ambiental com menor dispêndio de energia (VILLA; ORNSTEIN, 2013).

Considerando o exposto, este artigo apresenta os principais resultados do plano de trabalho intitulado “Arquitetura bioclimática e eficiência energética: estudo de caso em Habitação de Interesse Social no município de Ilhéus, BA”. Como objeto de estudo foi escolhido o Residencial Rio Cachoeira concluído em 2017. Tal empreendimento está vinculado ao PMCMV e atende especificamente a população da faixa 1 - de 0 a 3 salários mínimos.

A Pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: a primeira compreendeu a análise da tipologia arquitetônica e implantação do residencial quanto as características bioclimáticas e a segunda a análise do desempenho térmico, lumínico e ventilação de uma das habitações considerando os parâmetros da NBR 15.575/ 2013 – Edificações Habitacionais: Desempenho. Estas análises foram feitas tanto a partir de medições in situ, quanto por meio do Programa Nacional Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (ProjetEEE).

METODOLOGIA

Local e objeto do estudo

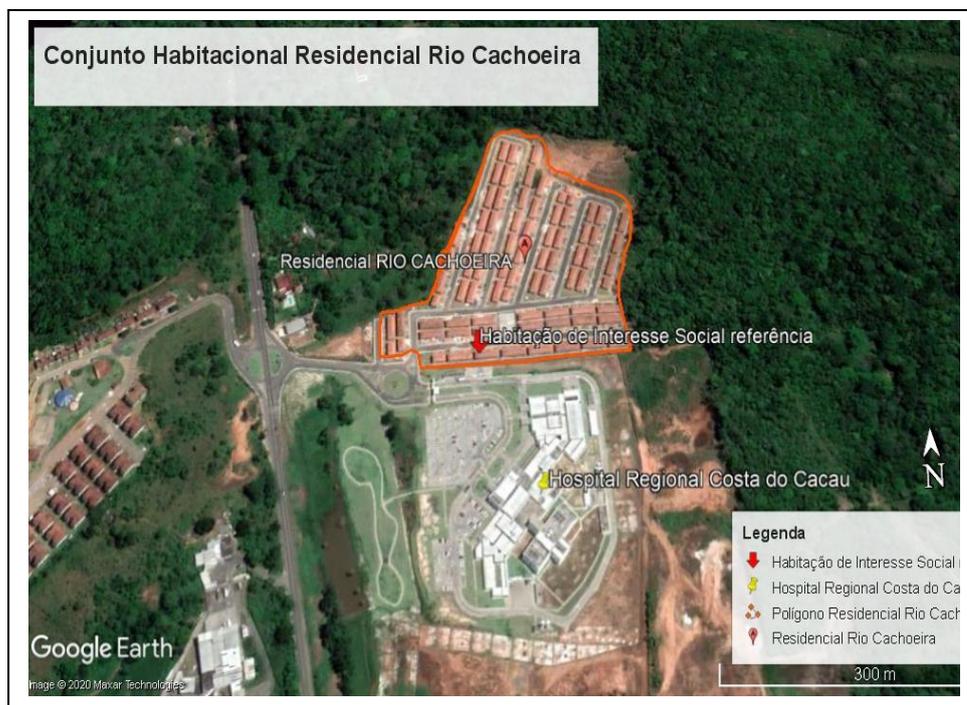
A área de estudo compreende o município de Ilhéus, localizado no Estado da Bahia, Litoral Sul; uma região caracterizada pela cultura do cacau. Ilhéus tem 485 anos e junto a municípios cacaueiros adjacentes, tais como Itabuna e Uruçuca, foram no início do século XX a principal economia do Estado.

Os empreendimentos do Programa Minha Casa Minha (PMCMV), voltados para a população que se enquadra na faixa de 0 a 3 salários mínimos, começaram a ser construídos em Ilhéus em 2010 (RAMOS; NOIA, 2014). Ao todo foram cerca de 10 residenciais ou condomínios concluídos entre 2012 e 2019. Segundo Jesus et al. (2019), a arquitetura dos empreendimentos seguiu duas tipologias padrão: a) planta para apartamentos geminados de até dois pavimentos de 39m² cada e b) planta para apartamentos geminados de até quatro pavimentos de 43,50m² cada.

O objeto de estudo, selecionado para as atividades do plano de trabalho, foi o Residencial Rio Cachoeira, localizado na Rodovia Jorge Amado, BR 415, Km 4 (Figura 1). O conjunto habitacional está vinculado ao PMCMV e a construção foi concluída em 2017. A tipologia arquitetônica é a de apartamentos geminados de até dois pavimentos de 39m² cada (Figura 2), constituída por dois dormitórios, uma sala de estar, cozinha e área de serviço conjugadas e banheiro.

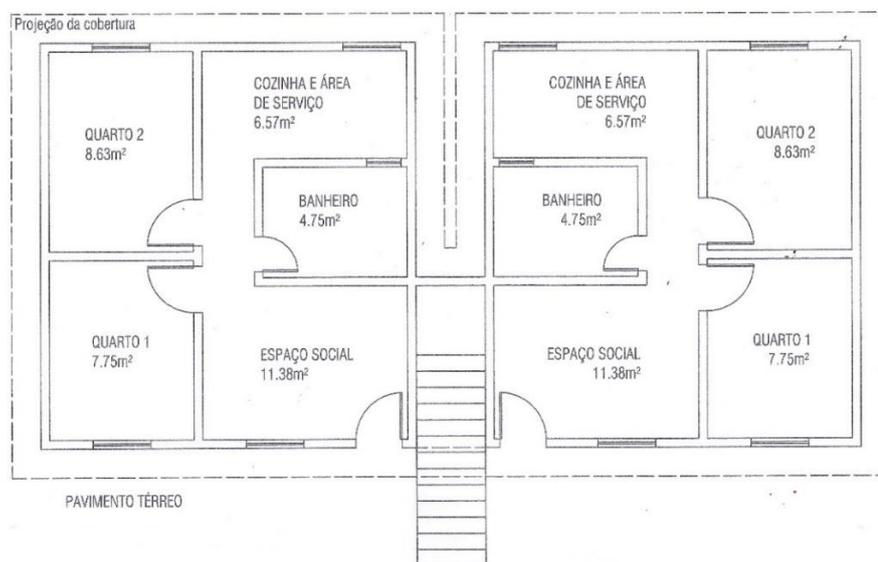
De acordo com a NBR 15.220-3/ 2005 (Desempenho Térmico de Edificações: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social), o município de Ilhéus, BA se enquadra na zona bioclimática 8 (ZB 8). A região caracteriza-se pelo clima quente, úmido e subúmido, com temperaturas anuais variando entre 20º e 30ºC (SANTOS; FRANÇA, 2009). O nível de desconforto térmico em função do calor, principalmente entre os meses de novembro e março, equivale a 64% (ProjetEEE, 2016).

Figura 1. Localização do Residencial Rio Cachoeira, Ilhéus, BA



Fonte: elaborado por Lara Santos Rodrigues (2020)

Figura 2. Planta padrão para apartamentos geminados de edificações de dois pavimentos do Residencial Rio Cachoeira em Ilhéus, BA



Fonte: Jesus et al. (2019, p. 39)

Etapas do plano de trabalho: coleta e análise dos dados

Roteiro de Observação direcionado

A análise da tipologia arquitetônica e implantação do Residencial Rio Cachoeira foi feita a partir da aplicação de um roteiro de observação direcionado elaborado por Jesus et al. (2019). Este roteiro considerou as seguintes variáveis para análise: I. alterações ou preservação da topografia natural; II. Vegetação (suprimida e inserida); III. implantação das edificações (considerando carta solar e direção dos ventos dominantes); IV. elementos construtivos (materiais convencionais e/ ou alternativos); V. mecanismos de sombreamento; VI. pavimentação urbana (nível de impermeabilização do solo); VII. fontes alternativas de energia.

O roteiro foi aplicado no mês de setembro de 2019, no período vespertino e não houve comunicação com os moradores do residencial.

Plataforma ProjetEEE

Além da aplicação do roteiro de observação direcionado, também foi realizada uma avaliação de desempenho térmico de uma das habitações (um apartamento) do Residencial Rio Cachoeira. Analisou-se especificamente o elemento de vedação (cobertura e paredes externas) com auxílio da plataforma Projetando Edificações Energeticamente Eficientes (ProjetEEE). Para esta análise, foi considerada a habitação representativa do primeiro pavimento que está mais exposta a radiação solar direta durante todos os meses do ano.

Os materiais de construção da habitação foram identificados por meio de observações in situ e registros fotográficos disponibilizados pela Empresa Construtora do empreendimento. Na plataforma ProjetEEE, foram inseridas informações quanto a localidade (o município de Ilhéus), as dimensões e a

descrição dos materiais. O programa disponibilizou propriedades de resistência, capacidade, transmitância térmica e atraso térmico das paredes e cobertura (Quadro 1).

Quadro 1. Camadas de materiais construtivos das paredes externas e da cobertura da habitação analisada

Camada	Parede Externa		Cobertura	
	Material	Espessura (cm)	Material	Espessura (cm)
1	Concreto maciço	10,0	Telha cerâmica	-
2	Gesso interno	2,0	Câmara de ar	>5,00
3	-	-	Concreto maciço	10,00
4	-	-	Gesso interno	2,00

Fonte: elaborado por Lara Santos Rodrigues com base no ProjetEEE

A partir dos dados obtidos foi analisado o desempenho térmico da habitação por meio do método normativo da NBR 15.575/ 2013. Para tanto, a absorvância estabelecida para as paredes externas, cuja coloração é branco gelo, e para a telha cerâmica foram de 0,3 e 0,75, respectivamente, conforme recomendado pelas NBR 15.220/ 2005 e NBR 15.575/ 2013. Também foram calculados o Fator Solar (FS) para as paredes e cobertura e o Fator de Correção da Transmitância Térmica (FT) para a cobertura, considerando a abertura nos beirais para a ventilação do ático de 6 cm.

Desempenho térmico informativo

Para a análise de desempenho térmico informativo foram realizadas as medições de temperatura dos ambientes da habitação selecionada. As medições ocorreram durante o mês de março de 2020 (conforme orientado pela norma técnica), durante o dia às 8h, 12h, 15h e 18h.

As medições foram realizadas com auxílio de um termo higrômetro modelo K29-5070H, cuja precisão é de $\pm 1^\circ\text{C}$. O procedimento consistiu na medição das temperaturas instantâneas e máximas no centro dos recintos dos dormitórios e sala de estar, a 1,20 m do piso, conforme orienta a NBR 15.575/ 2013.

Assim como, na medição das temperaturas externas, máximas e instantâneas, com auxílio do cabo estendido até a janela de cada cômodo. Durante o processo de medições a unidade habitacional estava habitada e mobiliada. Para fins de análise, os resultados foram comparados com a NBR 15.575-1/ 2013 - Edificações Habitacionais - Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais.

Desempenho lumínico

Para análise de desempenho lumínico, foram realizadas medições de iluminância interna e externa da habitação. As medições ocorreram às 9h, 12h e 15h. Foram realizadas nos mesmos dias das medições da temperatura dos ambientes.

Os dados foram coletados com uso de um luxímetro digital modelo MLM-1011, no centro dos cômodos (sala de estar, dormitórios e cozinha) e no ambiente externo à sombra, a uma altura de 0,75 m acima do piso. O Fator de Luz Diurna (FLD), um dos critérios de desempenho definidos pela NBR 15575-1/ 2013 (Edificações Habitacionais - Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais), foi calculado através da equação a seguir, onde E_i representa a iluminância no interior da dependência e E_e a iluminância externa à sombra.

$$FLD = 100 \times \frac{E_i}{E_e}$$

Diante dos dados obtidos, avaliou-se o desempenho lumínico de acordo com a NBR 15575-1/ 2013.

Ventilação

As aberturas, mais especificamente as janelas, foram analisadas apenas quanto a área passível de ventilação. Para isso, se fez necessário a identificação de suas dimensões, áreas, e comparação com as áreas de cada cômodo. A partir dos dados obtidos, avaliou-se as aberturas de acordo com a NBR 15575-4/ 2013 - Edificações Habitacionais - Desempenho, Parte 4 (sistemas de vedações verticais internas e externas).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bioclimatologia pode ser entendida como a ciência que relaciona aspectos ambientais e climáticos com os seres vivos (KIBERT, 2013). Sendo assim, ao relacioná-la com a arquitetura, pode-se definir estratégias projetuais passivas e ativas que priorizem condicionantes naturais onde as edificações serão construídas (VILLA; ORNSTEIN, 2013).

Tais estratégias possibilitam minimizar o uso de sistemas artificiais de climatização e iluminação e reduzir custos relacionados as etapas de implantação, ocupação e manutenção, fatores relevantes quando se trata do projeto e construção de Habitações de Interesse Social (JACOSKI et al., 2016).

Por eficiência energética, entende-se:

(...) um atributo inerente à edificação representante de seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia (LAMBERTS et al., 2014, p. 5).

A qualidade ambiental de uma habitação está diretamente ligada ao conforto higrotérmico dos ambientes que, conforme Oliveira (2014) e Corbella e Yannas (2003), pode ser atingido mediante o cumprimento de normas e diretrizes de desempenho que estabelecem soluções projetuais baseadas nos aspectos bioclimáticos locais e uso de materiais construtivos adequados. Deste modo, a concepção arquitetônica, os elementos construtivos da envoltória e aspectos

bioclimáticos interferem diretamente no desempenho energético das edificações (MARTÍN, 2019; LAMBERTS et al., 2014).

Considerando o exposto, os resultados foram apresentados e discutidos considerando: a) tipologia arquitetônica e implantação do Residencial Rio Cachoeira; b) desempenho térmico normativo; c) desempenho térmico informativo; d) desempenho lumínico; e) ventilação.

a) Tipologia arquitetônica e implantação do Residencial Rio Cachoeira

A partir da aplicação do Roteiro de Observação Direcionado e dos relatórios fotográficos da obra, disponibilizados pela Empresa Construtora, pôde-se verificar que, no que se refere ao item I. alterações ou preservação da topografia natural, durante a fase de implantação do Residencial, houve cortes e aterros que modificaram a topografia do terreno (Figura 3). Quanto ao item II. vegetação (suprimida e inserida), observou-se a preservação da vegetação existente apenas no entorno imediato ao empreendimento.

Figura 3. Área de implantação do Residencial Rio Cachoeira



Fonte: Adaptado de 2MS Engenharia (2019)

A moderação do microclima em qualquer edificação, pode ser viabilizada quando é construída predominantemente voltada para o nascente e considerando a direção dos ventos dominantes, os de sentido Leste-Oeste (CAMARGO, 2013). Sendo assim, no que tange ao item III. implantação das edificações (considerando carta solar e direção dos ventos dominantes), constatou-se que as edificações foram implantadas considerando a incidência solar e a direção dos ventos, porém, a configuração geminada dos apartamentos não permite a ventilação cruzada e não existem aberturas superiores para saída do ar quente (Figura 4).

Figura 4. Aberturas para ventilação dos apartamentos do Residencial Rio Cachoeira



Fonte: Adaptado de 2MS Engenharia (2020)

Quanto ao item IV. elementos construtivos (materiais convencionais e ou alternativos), verificou-se que os materiais utilizados na construção das edificações são convencionais, tais como: paredes de tijolos de cimento e laje em concreto; pisos cerâmicos; esquadrias em alumínio com vidro e sem veneziana, e cobertura em telha cerâmica.

Pontua-se que existem habitações de interesse social construídas com materiais alternativos. Santos e Gouveia (2018) e Kanning et al. (2004) destacam: o bloco de concreto produzido com isopor e garrafa PET (Polietileno Tereftalato) e tijolos ecológicos cuja característica de isolamento termoacústico favorece o desempenho térmico das edificações. Para cobertura Monteiro (2012) recomenda a telha sanduíche de poliuretano ou a Isotelha as quais, devido à baixa transmitância térmica e alta reflectância em comparação a telha cerâmica, também contribuem para um desempenho térmico satisfatório.

Em relação ao item V. mecanismos de sombreamento, não há fachadas verdes, *brises soleil* ou outras estratégias que promovam a moderação do microclima dos ambientes. Entretanto, foi observado o uso do papel filme em janelas para a redução da incidência solar direta e aparelhos de ar condicionado (Figura 5).

Figura 5. Papel filme em janelas e ar condicionados instalados nos apartamentos do Residencial Rio Cachoeira



Fonte: Acervo pessoal de Lara Santos Rodrigues (2020)

Quanto ao item VI. pavimentação urbana (nível de impermeabilização do solo), observou-se que as vias de acesso são pavimentadas com asfalto, as calçadas são de cimento com juntas secas de dilatação e existem poucas áreas para o plantio de árvores, cultivo de jardins e hortas comunitárias, contribuindo para impermeabilização do solo e consequente impacto nos sistemas de micro e macrodrenagem (ABREU; LABAKI, 2010).

Por fim, no que se refere ao item VII. fontes alternativas para geração de energia, constatou-se que o residencial não os possui e não coleta e armazena águas pluviais, ainda que as características climáticas do município de Ilhéus, BA sejam favoráveis a implementação de ambos. De acordo com Gomes et al. (2019), a incidência de irradiação solar global no município de Ilhéus, em um plano horizontal é da ordem de 4,2 kWh/m² por dia, o que contribui para um alto potencial para geração de energia por meio de placas fotovoltaicas. O município também apresenta distribuição pluviométrica regular, podendo atingir em determinados meses mais de 300 mm (ProjeTEEE, 2016).

b) Desempenho térmico normativo

O quadro 2 apresenta as propriedades térmicas das paredes externas e da cobertura da habitação analisada.

Quadro 2. Propriedades térmicas da vedação externa e da cobertura

Propriedades térmicas	Parede externa	Cobertura
Resistência Térmica Total	0,26	0,52
Atraso Térmico (horas)	3,5	5,8
Capacidade Térmica (kJ/m ² K)	255,7	274,1
Transmitância Térmica (W/m ² K)	3,9	1,9
Fator Solar (%)	4,68	5,7

Fonte: Elaborado por Lara Santos Rodrigues (2020)

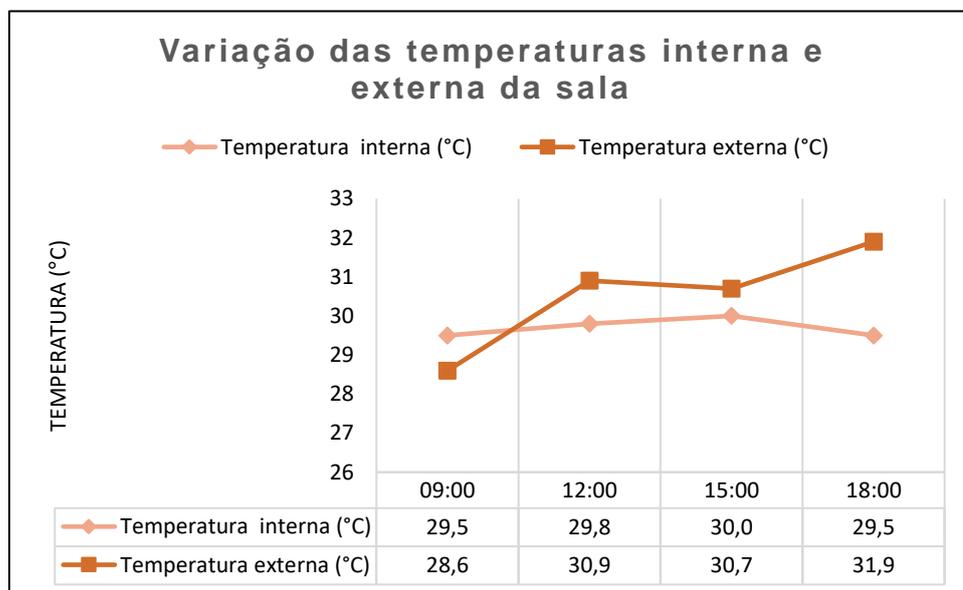
Os resultados mostraram que as paredes externas da habitação apresentam desempenho térmico insatisfatório. Uma vez que, a NBR 15575-4 (Sistemas de vedações verticais internas e externas) estabelece que as edificações situadas em municípios da Zona Bioclimática 8 (ZB8), tal como Ilhéus, BA, devem apresentar paredes externas leves e refletoras, cuja transmitância térmica seja $\leq 3,70 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. A norma não define diretrizes para o atraso térmico e a capacidade térmica para essa zona bioclimática não apresenta requisito.

Assim como para as paredes externas, a NBR 15575-4 também recomenda que as coberturas das unidades habitacionais situadas na ZB8, sejam leves e refletoras e, deste modo, apresentem transmitância térmica $\leq 1,5 \text{ FT}$. Diante do exposto, ao considerar o FT calculado de 1,004, constatou-se que a cobertura do apartamento também possui desempenho térmico insatisfatório. Dado que a transmitância térmica obtida para a cobertura de $1,9 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ é $\geq 1,51 \text{ W/m}^2$ e, por consequência, não se enquadra no recomendado pela norma.

c) Desempenho térmico informativo

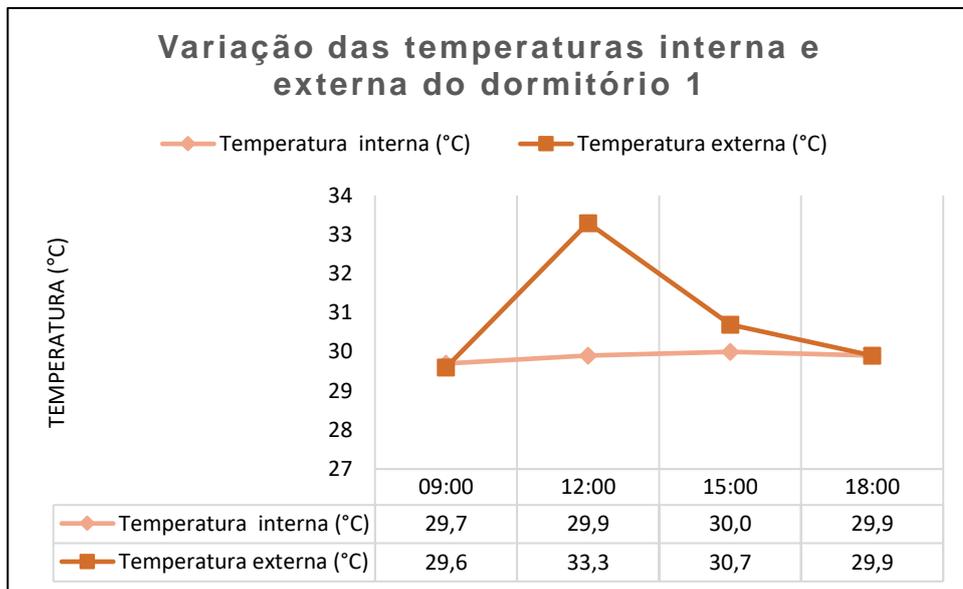
As figuras 6, 7 e 8 apresentam os resultados da variação de temperatura interna e externa na sala e nos dormitórios da habitação analisada. Estes resultados indicam que os ambientes apresentam desempenho térmico, na maior parte do dia, aceitáveis. Uma vez que, a variação térmica no período das 12 às 18h é menor ou igual a temperatura externa da residência, exceto no dormitório 2 às 18h. Assim como, as temperaturas internas máximas no interior da habitação são menores ou iguais as temperaturas externas máximas, ao longo do dia (Tabela 1).

Figura 6. Variação das temperaturas externa e interna na sala da Habitação



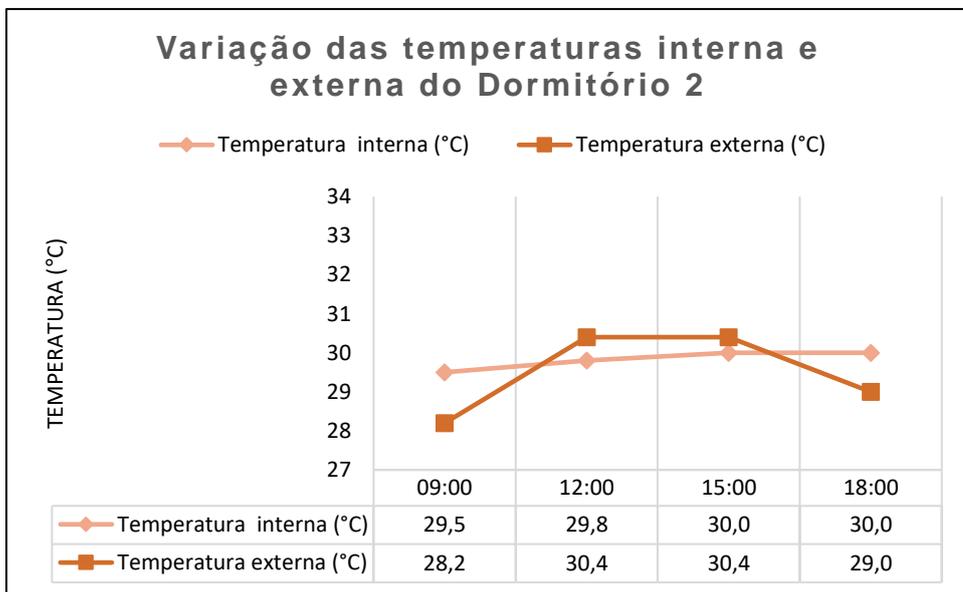
Fonte: Elaborado por Lara Santos Rodrigues (2020)

Figura 7. Variação das temperaturas externa e interna no dormitório 1 da Habitação



Fonte: Elaborado por Lara Santos Rodrigues (2020)

Figura 8. Variação das temperaturas externa e interna no dormitório 2 da Habitação



Fonte: Elaborado por Lara Santos Rodrigues (2020)

Tabela 1. Variação das temperaturas internas e externas máximas nos cômodos da habitação analisada ao longo do dia

Cômodo	09:00		12:00		15:00		18:00	
	T. interna máx. (°C)	T. externa máx. (°C)	T. interna máx. (°C)	T. externa máx. (°C)	T. interna máx. (°C)	T. externa máx. (°C)	T. interna máx. (°C)	T. externa máx. (°C)
Sala	29,8	29,9	29,8	30,9	30,0	30,8	29,5	30,9
Dormitório 1	29,8	29,9	29,9	33,7	30,0	31,0	29,9	31,9
Dormitório 2	29,8	29,9	29,9	33,8	30,0	31,0	30,0	31,9
Média	29,8	29,9	29,9	32,8	30,0	30,9	29,8	31,6

Fonte: Elaborado por Lara Santos Rodrigues (2020)

d) Desempenho lumínico

Os resultados mostraram que a habitação analisada apresenta desempenho lumínico satisfatório. Os níveis gerais de iluminância nas diferentes dependências, tais como, sala de estar, dormitório, cozinha e área de serviço são $\geq 60\text{lux}$ (Tabela 2). Assim como, os valores obtidos para o Fator de Luz Diurna estão dentro do recomendado pela norma, ou seja, $\geq 0,5\%$, considerando os valores obtidos para iluminância externa de 8215, 5920 e 4610 lux no período das 9, 12 e 15 horas, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 2. Desempenho lumínico dos cômodos do apartamento analisado

Cômodo	iluminância (lux)		
	09:00	12:00	15:00
Sala	548	988	553
Dormitório 1	236	1458	1339
Dormitório 2	380	407	521
Cozinha	403	382	321

Fonte: Elaborado por Lara Santos Rodrigues (2020)

Tabela 3. Fator de Luz Diurna dos cômodos

Cômodo	Fator de Luz Diurna (%)		
	09:00	12:00	15:00
Sala	6,67	16,69	12,00
Dormitório 1	2,87	24,63	29,05
Dormitório 2	4,63	6,88	11,30
Cozinha	4,91	6,45	6,96

Fonte: Elaborado por Lara Santos Rodrigues (2020)

e) Ventilação

As aberturas da habitação analisada apresentam áreas de ventilação aceitáveis, dentro do intervalo estabelecido pela NBR 15575-4 (Quadro 3).

Quadro 3. Resultados referentes a dimensão das aberturas conforme a NBR 15575-4

Cômodo	Área de piso (m ²)	Área da abertura (m ²)	NBR 15575-4	Resultado	
Sala	11,38	0,96	Abertura ≥ 8,00% do piso	8,44%	Satisfatório
Dormitório 1	7,75	0,72		9,29%	Satisfatório
Dormitório 2	8,63	0,72		8,34%	Satisfatório

Fonte: Elaborado por Lara Santos Rodrigues (2019)

Embora as janelas estejam dimensionadas adequadamente, o mecanismo de ventilação cruzada não foi usado como estratégia passiva nas habitações do Residencial. A promoção adequada da ventilação natural representa uma estratégia projetual eficiente, sustentável e de baixo custo, que permite o condicionamento térmico passivo da edificação a partir do deslocamento do ar (LUKIANCHUKI et al., 2016; FERREIRA; SOUZA, 2009; MORAIS, 2013). Quando dimensionadas adequadamente, e associadas a outras estratégias projetuais, podem contribuir para a redução considerável do uso de condicionantes térmicos e do consumo de energia (ALBUQUERQUE; AMORIM, 2012; GHISI et al., 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Aplicar princípios mínimos bioclimáticos durante o processo de projeto e construção de habitações de interesse social, como estratégia para eficiência energética, pode viabilizar uma economia de até 60% de energia em um ano para os usuários (BAJCINOVCI; JERLIU, 2016; MINGOZZI; BOTTIGLIONI, 2007). Entretanto, segundo Jesus et al. (2019), no cenário brasileiro, esta realidade ainda parece distante.

A carência do uso de estratégias bioclimáticas que possibilitam a melhoria do desempenho térmico do ambiente construído pode ser constatada na análise do Residencial Rio Cachoeira. Alteração considerável da topografia local; supressão da vegetação existente sem reposição; pavimentação excessiva do solo são algumas das intervenções realizadas durante a construção do empreendimento que comprometem a moderação do microclima interno e externo das habitações.

As habitações apresentam tipologia arquitetônica geminada, foram construídas com materiais convencionais (que não são leves e refletivos) e embora as aberturas para ventilação apresentem dimensões adequadas, não permitem ventilação cruzada. Já o desempenho lumínico é satisfatório e não demanda maior consumo de energia com iluminação artificial. Na prática, as alternativas para maximizar o desempenho térmico destas habitações são, principalmente: mecanismos de sombreamento por meio da arborização, uso de telhado e fachadas verdes e instalação de *brises soleil*.

Em relação ao desempenho térmico da habitação analisada, os resultados do método informativo não sobrepõem os resultados do método normativo, conforme orienta a NBR 15.575/ 2013. Portanto, ainda que em grande parte do dia as temperaturas internas (instantâneas ou máximas) dos cômodos sejam menores ou iguais as temperaturas externas, não se pode afirmar que o desempenho térmico da habitação é satisfatório e, deste modo, viabilizaria a eficiência energética.

Bioclimatics and energy efficiency in low-income housings: case study in Ilhéus, BA

ABSTRACT

This article addresses bioclimatics as a strategy to enable energy efficiency in Low-income Housing on the South Coast of Bahia. A complex of low-income housing buildings in Ilhéus, designed for a range of 0 to 3 minimum wages, linked to the PMCMV, was used as a case study. The research comprised two stages: 1 analysis as to the bioclimatic and 2 analysis of the thermal, lighting and ventilation performance of one of the houses, considering the specifications of NBR 15.575/ 2013 and ProjetEEE. It was found that, through the informative method of NBR 15.575/ 2013, the thermal performance of the analyzed housing is acceptable, however, through the normative method, it is unsatisfactory. The lighting performance and ventilation were considered satisfactory, but not enough to moderate the microclimate of the environments. It was found that minimal bioclimatic aspects were not considered in the architecture and implementation of the housing complex, making energy efficiency unfeasible.

KEYWORDS: Low-income housing. Environmental comfort. Bioclimatic architecture.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo: 402387/2016-3.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. V.; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente construído**, v. 10, n. 4, p. 103-117, 2010.

ALBUQUERQUE, M. S. C de.; AMORIM, C. N. D. Iluminação natural: indicações de profundidade-limite de ambientes para iluminação natural no Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais - RTQ-R. **Ambiente construído**, v. 12, n. 2, p. 37-57, 2012.

ARANTES, B. **Conforto térmico em habitação de interesse social**: um estudo de caso. 99f. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual Paulista, Bauru.

ASSIS, E. S de.; et al. Habitação social e eficiência energética: um protótipo para o clima de Belo Horizonte. In: Congresso Brasileiro de Eficiência Energética, **II. Anais...Vitória**: ABEE, 7p. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: Desempenho Térmico de Edificações, Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais - Desempenho, Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais - Desempenho, Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5**: Edificações Habitacionais - Desempenho, Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013.

BAJCINOVI, B.; JERLIU, F. Achieving energy efficiency in accordance with bioclimatic architecture principles. **Environmental and Climate Technologies**, v. 18, n. 1, p. 54-63, 2016.

CAMARGO, S. **Atlas eólico**: Bahia. Salvador: SECTI/ SEINFRA/ CIMATEC/ SENAI. 2013, 96p.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Revan, 2003, 287p.

FERREIRA, C. C.; SOUZA, R. V. G de. Investigação sobre o potencial de economia de energia da iluminação natural. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de conforto no ambiente construído. **Anais...** Natal, 2009.

GHSI, E.; et al. Área de janela e dimensões de ambientes para iluminação natural e eficiência energética: literatura versus simulação computacional. **Ambiente Construído**, v. 5, n. 4, p. 81-93, 2005.

GOMES, R. L.; et al. Mapeamento do potencial solar para microgeração de energia elétrica: O caso da cidade de Ilhéus. **Sociedade & Natureza**, v. 31, n. 1, p.14-23, 2019.

GUARDA, E. L. A da.; et al. Estratégias construtivas para adequação da envoltória de uma Habitação de Interesse Social às Zonas Bioclimáticas Mato-Grossenses. **E & S Engineering And Science**, v. 7, n. 1, p. 45-57, 2018.

JACOSKI, C. A.; et al. Conceitos de bioclimatologia e sustentabilidade aplicados a fase de projeto em habitações de interesse social. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n. 1, p. 145-159, 2016.

JESUS, C. C de.; et al. Avaliação de aspectos bioclimáticos em habitações sociais no Litoral Sul da Bahia. **Revista Cesumar– Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**, v. 24, n. 1, p. 29-58, 2019.

KANNING, R C.; et al. ISOPET - análise do desempenho térmico de um protótipo habitacional construído com blocos de concreto com isopor e garrafas PET. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável. **Anais...** Santa Catarina: Universidade de São Paulo, p. 4136 – 4143, 2004.

KIBERT, C. J. **Sustainable construction: green building design and delivery**. New Jersey: John Wiley & Sons Inc, 2013, 922p.

LAMBERTS, R.; et al. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3.ed. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2014, 366p.

LUKIANCHUKI, M. A.; et al. Sheds extratores e captadores de ar: influência da geometria e da dimensão das aberturas no desempenho da ventilação natural nas edificações. **Ambiente construído**, v. 16, n. 1, p. 83-104, 2016.

MARTÍN, F. da C.; et al. Metodología para elaborar una cartografía regional y aplicar estrategias bioclimáticas según la carta de Givoni. **Revista Habitat Sustentable**, v. 9, n. 2, p. 52-63, 2019.

MELLO, M. F.; et al. A importância de estratégias bioclimáticas aplicadas no projeto arquitetônico. **Brazilian Journal of Management/Revista de Administração da UFSC**, v. 10, p. 09-25, 2017.

MINGOZZI, A.; BOTTIGLIONI S. Bioclimatic architecture, the case study of the sustainable residential settlement in Pieve Di Cento. In: 2nd Palenc Conference and 28th Aivc Conference on building low energy cooling and advanced ventilation technologies in the 21st century. **Anais...** Crete Island, Greece, p. 669-673, 2007.

MONTEIRO, V. M. L de M. **Por uma moradia termicamente confortável**: proposta de habitação de interesse social com ênfase no conforto térmico. 141fl. 2012. Dissertação (Mestrado em Conforto no Ambiente Construído; Forma Urbana e Habitação) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

MORAIS, J. M da S. C. **Ventilação natural em edifícios multifamiliares do "Programa Minha Casa Minha Vida"**. 211fl. 2013. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo.

MONTES, M. A. T. Mudança de Paradigmas nos Projetos de Habitação de Interesse Social: Arquitetura Resiliente e Avaliação no Ciclo de Vida. **Revista Ímpeto**, v. 8, p. 52-59, 2018.

OLIVEIRA, L. da S.; et al. Avaliação dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos da NBR 15220-3, para Habitações de Interesse Social, da Zona Bioclimática 2. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais...** Maceió: ENTAC, p. 273 – 282, 2014.

ProjetEEE. **Projetando Edificações Energeticamente Eficientes**, 2016. Disponível em: <http://www.projeteee.mma.gov.br>. Acesso em fev. 2020.

RAMOS, J. da S.; NÓIA, A. C. Análise da execução do Programa Minha Casa Minha Vida nos municípios de Ilhéus e Itabuna, Bahia. In: IV Semana do Economista & IV Encontro de Egressos. **Anais...**, p. 1-20, 2014.

SANTOS, M. B dos, GOUVEIA, F. P. Análise do desempenho térmico de habitações de interesse social construídas em paredes de concreto: Um estudo de caso em Tucuruí-PA. **Revista de Engenharia**, v. 55, p. 5-18, 2018.

SANTOS, A. A. P. dos; FRANÇA, S. Caracterização espaço-temporal do regime pluviométrico da Região Sul da Bahia. In: Seminário de Pós-Graduação da UNESP Rio Claro. **Anais...**, p. 14-33, 2009.

TRIANA, M. A.; et al. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, p. 524-541, 2015.

VILLA, S. B, ORNSTEIN, S. W. **Qualidade Ambiental na Habitação: avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, 513p.

VISENTIN, T. G.; et al. Arquitetura Bioclimática: Avaliação Pós Ocupação (APO) em escola pública estadual. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 6, n. 1, p. 49-61, 2017.

Recebido: 21/05/2020

Aprovado: 16/06/2021

DOI: 10.3895/rts.v17n49.12433

Como citar: RODRIGUES, L S.; COSTA, S. K. Bioclimática e eficiência energética em habitações sociais: estudo de caso em Ilhéus, BA. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 49, p. 267-285, out./dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/12433>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

