ANÁLISE DO DESEMPENHO TÉRMICO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL EM COLATINA-ES COM BASE NA CARTA BIOCLIMÁTICA DE GIVONI[1]

MALTA, N.S., Universidade Federal do Espírito Santo, email: nayarasalera@hotmail.com;
AMORIM, A.C., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, email: cypreste@ifes.edu.br

ABSTRACT

Quality housing is the right of all citizens. However, several current examples of housing, especially those aimed at the low-income population, present flaws in terms of thermal comfort. The inefficiency detected often originates in the absence of individualized planning of housing. The objective of this research was to analyze the thermal performance of housing of social interest, in the city of Colatina-ES, having as main parameter of analysis the bioclimatic chart of Givoni. The dwellings of the Renzo Morelato Housing Set were also evaluated in the design phase, in comparison to the recommendations prescribed in NBR 15220-3/2005. Measurements of temperature, humidity and wind velocity were also carried out. The results showed that the social housing in Colatina does not count on thermal performance considered adequate to ZB8, where they are implanted. It was also verified that the housing program does not follow the normative recommendations and parameters established for the good performance of the buildings, such as the use of linings or slabs. It was noted also that even with the relative amplitude of the comfort zone proposed by Givoni, temperature humidity index of the air, in the studied households, proved unsatisfactory, corroborating the conditions of thermal discomfort of users.

***Keywords**: Thermal performance. Architectural design. Housing of social interest.*

1 INTRODUÇÃO

O conforto ambiental pode se configurar como instrumento de otimização da utilização dos recursos naturais e da melhoria da qualidade de vida da população, fazendo de um abrigo uma moradia – ou seja, uma habitação (ROLNIK, 2009). No Brasil, o aumento na produção das habitações de interesse social (HIS) está vinculado, frequentemente, à perda de sua qualidade arquitetônica e ambiental (ROLNIK, 2011).

A percepção dos cidadãos que já residem neste tipo de habitação contribui para a compreensão do diagnóstico ambiental das HIS. Como elucidado por Ornstein e Abiko (2002), a Avaliação Pós-Ocupação (APO) é utilizada para diagnosticar os edifícios, proporcionando melhorias na qualidade dos projetos dos espaços construídos.

As moradias populares construídas na cidade de Colatina, no Espírito Santo, tendem a acompanhar os padrões gerais de produção, com o aumento da quantidade unitária de habitações populares, em detrimento à sua qualidade, desconsiderando-se as particularidades ambientais de sua zona

[1] MALTA, N.S.; AMORIM, A.C. A influência da implantação no desempenho térmico de habitações de interesse social em Colatina-ES. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

bioclimática. As habitações do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foram implantadas, em Colatina, entre o primeiro semestre de 2011 e o segundo semestre de 2014 (Figura 1).

Figura 1: Produção habitacional - Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV)



Fonte: Prefeitura Municipal de Colatina (2012)

Ratifica-se, assim, a necessidade de estudos que corroborem à compreensão do quadro atual das HIS produzidas na cidade de Colatina, visando correções e minimizações nas falhas térmicas detectadas, bem como a elaboração de modelos que diferenciem a produção habitacional, ajustando seus preceitos climáticos às reais condições, de acordo com cada zona bioclimática brasileira e seu respectivo clima característico.

2 OBJETIVO GERAL

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência da implantação no desempenho térmico das edificações-tipo do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), na cidade de Colatina – ES.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento metodológico consistiu em:

3.1 Revisão e levantamento de dados bibliográficos

A coleta de dados sobre as HIS locais, junto à Prefeitura Municipal de Colatina (PMC) e os parâmetros de análise, foram embasados sobretudo, pela Carta Bioclimática de Givoni (1992) e pela norma brasileira regulamentadora NBR 15220 – 3 (ABNT, 2005).

3.2 Visitas a campo, medições térmicas e coleta de dados

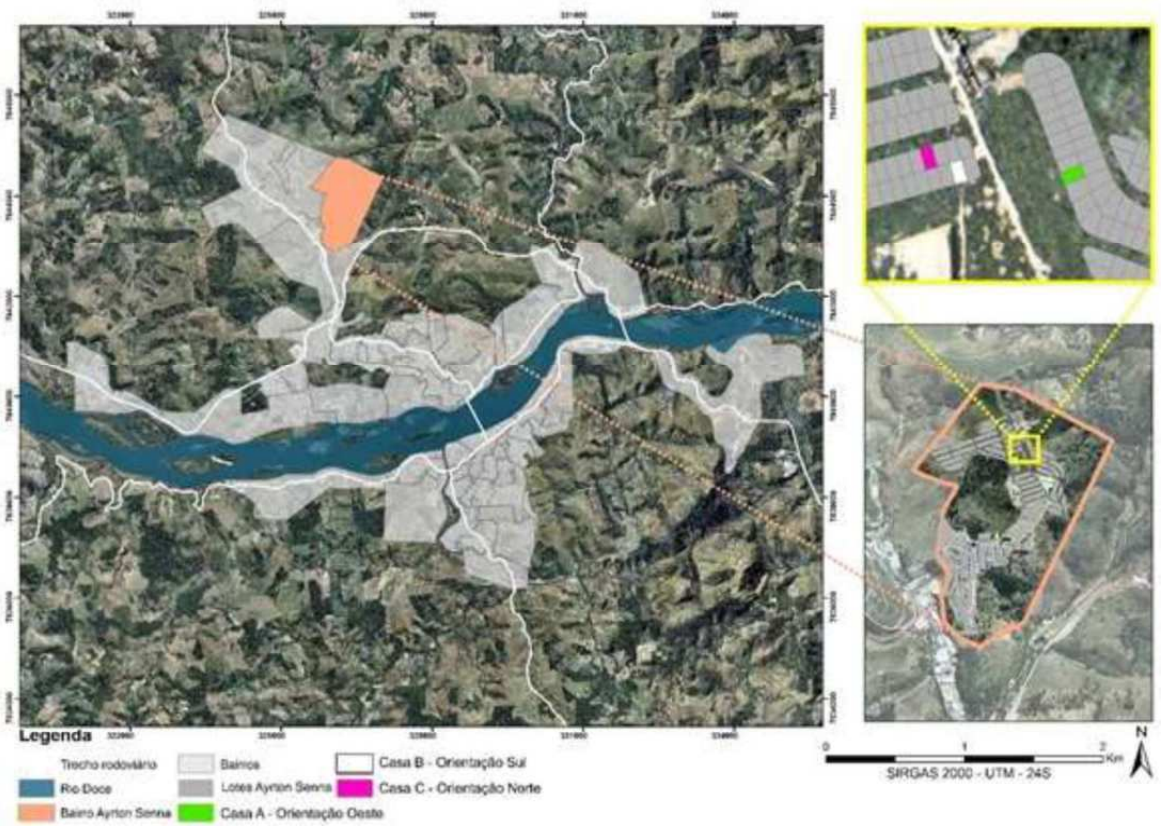
Foram realizadas visitas ao conjunto habitacional selecionado, do dia 24 ao dia 31 de março de 2017, visando à comparação das moradias às recomendações e ao desempenho mínimo descrito pela NBR 15220 – 3. Foram efetuadas, também, medições de velocidade dos ventos, temperatura e umidade relativa do ar e temperatura superficial.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Seleção e Caracterização do Conjunto Habitacional

As HIS selecionadas como universo amostral da pesquisa foram construídas na cidade de Colatina, localizada a Noroeste do estado do Espírito Santo, situada na Zona Bioclimática Brasileira 8 (ZB8). A partir de dados e documentos recolhidos junto à PMC, selecionou-se o Conjunto Habitacional Renzo Morelato (CHRM), no bairro Ayrton Senna (Figura 2), onde foram construídas 173 unidades habitacionais (UH), pelo PMCMV.

Figura 2: Mapa de localização geográfica do Conjunto Habitacional Renzo Morelato, no bairro Ayrton Senna, destacando as HIS analisadas



Fonte: Os autores

A seleção das casas permitiu a realização de medições nas orientações que apresentam maior rigor térmico, devido à trajetória solar e à radiação incidente. As medições térmicas foram efetuadas em três UHs, selecionadas de acordo com sua implantação dentro do conjunto. As casas identificadas como 'A' (medidores 3,4,5), 'B' (medidor 1) e 'C' (medidor 2) contavam com fachadas frontais voltadas às orientações oeste, sul e norte, respectivamente. A implantação estratégica da casa 'A' possibilitou, ainda, a análise do desempenho térmico da fachada voltada à orientação leste, que correspondia à parte posterior (fundos) da edificação (Figura 3).

Figura 3: Mapa de localização dos pontos de implantação dos aparelhos registradores de temperatura e umidade do ar



Fonte: Os autores

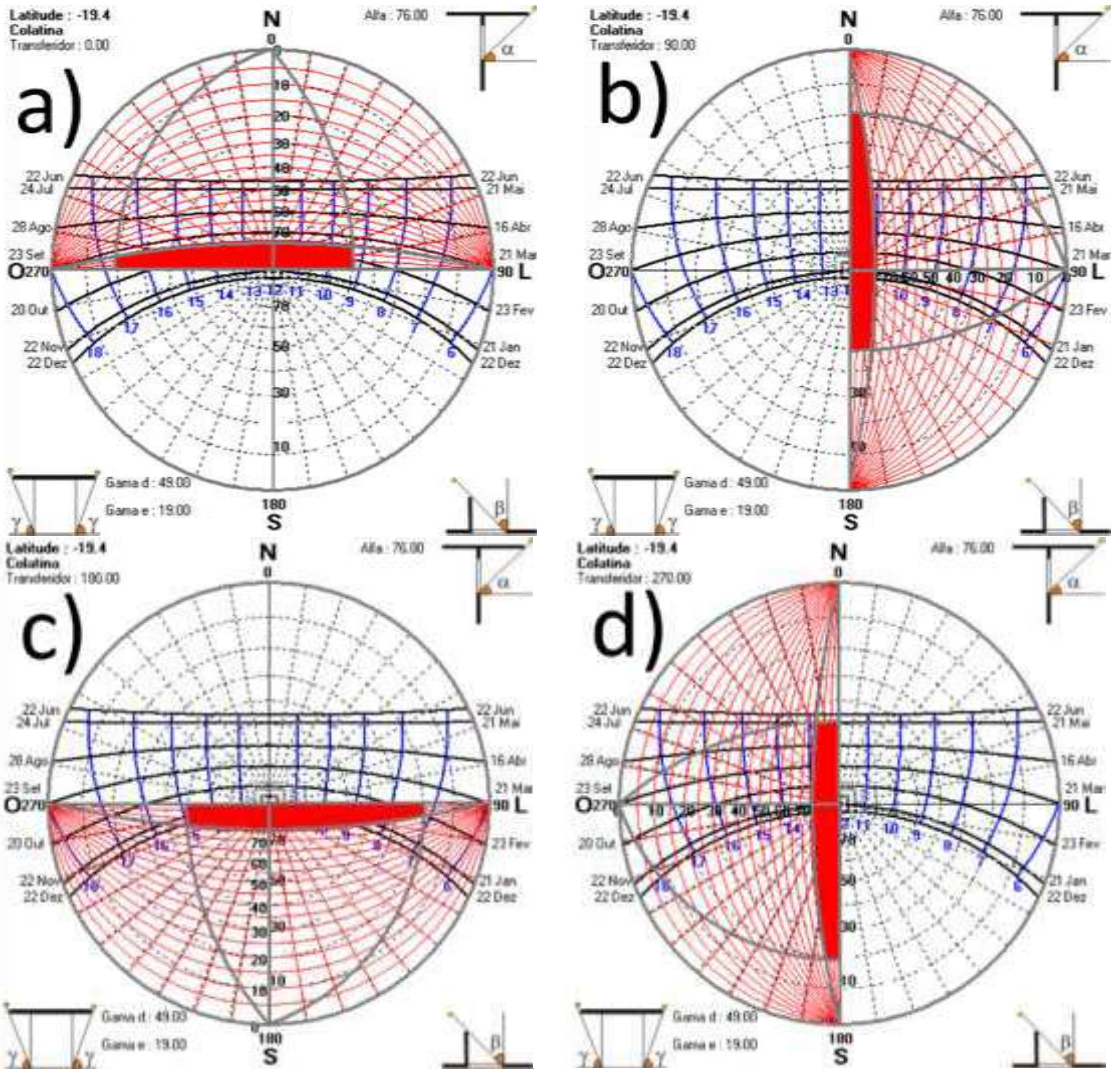
Os medidores contínuos de temperatura e umidade do ar foram instalados internamente às fachadas frontais das três UHs, diferenciando-se segundo sua implantação. Apenas na casa 'A', foram instalados mais dois medidores contínuos de temperatura e umidade do ar, interna e externamente à fachada posterior, para registro dos dados e verificação de temperatura e umidade do ar externos.

4.2 Análise Projetual

A análise projetual ocorreu em caráter de avaliação pós-ocupação de desempenho térmico. Foram avaliados os parâmetros da NBR 15220-3, verificando-se a compatibilidade entre os requisitos colocados pela norma e a caracterização real das habitações.

Como principais resultados, destaca-se que nenhuma das vedações externas apresentou desempenho satisfatório frente à NBR 15220-3 e que o sombreamento proporcionado pelos beirais, com cerca de 50cm de projeção, também não é suficiente para resguardar as habitações nos horários mais intensos da ação solar, como demonstrado por meio dos estudos das máscaras de sombreamento, no *software* Sol-AR (LABEEE, 2017), das principais aberturas e fachadas das HIS em Colatina (Figura 4).

Figura 4: Mosaico das máscaras de sombreamento das seguintes aberturas: a) janela da fachada frontal (orientação norte), b) janela da fachada frontal (orientação leste), c) janela da fachada frontal (orientação sul), d) janela da fachada frontal (orientação oeste)



Fonte: Os autores

Destaca-se, ainda, a ausência de lajes ou forros nas unidades habitacionais – descumprindo as recomendações da NBR 15220-3. A incidência solar atuante, durante todo o dia, sobre a cobertura, associada à capacidade térmica das paredes, provoca o acúmulo de calor interno, resultando em habitações termicamente desconfortáveis.

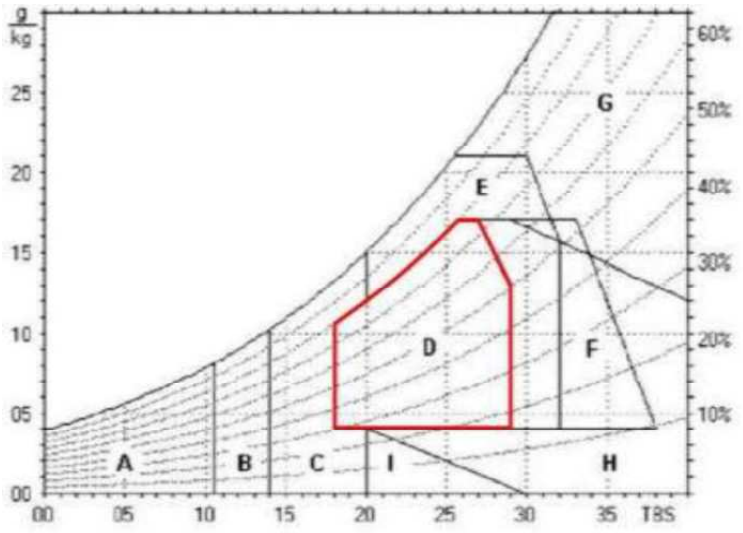
4.2 Análise de dados e medições

Como resultados comparativos, foram realizadas medições, com registradores contínuos de temperatura e umidade do ar, para a verificação do desempenho térmico das habitações, quanto ao sistema de vedações externas e à orientação solar dos cômodos.

Adotou-se, como parâmetro de análise, a carta bioclimática de Givoni (1992), elaborada para países em desenvolvimento. Verificou-se, para cada

orientação avaliada, o percentual de temperaturas que permanecia dentro da faixa de conforto térmico mínimo e máximo de, respectivamente, 18°C e 29°C, e de umidades relativas do ar, entre 20% e 80% (GIVONI, 1992). Ponderou-se, contudo, que a zona de conforto considerada pelo autor, denominada como Zona D (Figura 5), abrange um extenso intervalo de resultados, que podem extrapolar, em alguns aspectos, o estímulo real de conforto higrotérmico no cenário local.

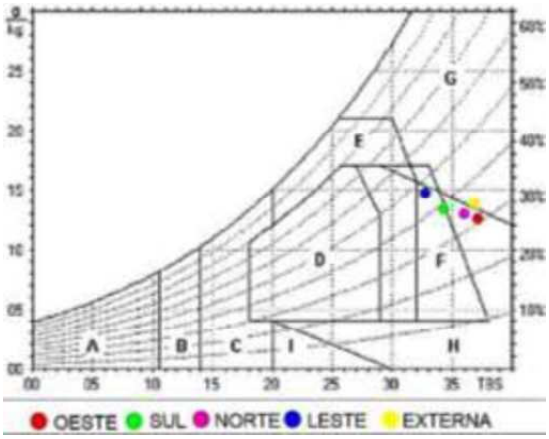
Figura 5: Zona de conforto da carta bioclimática de Givoni (1992)



Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

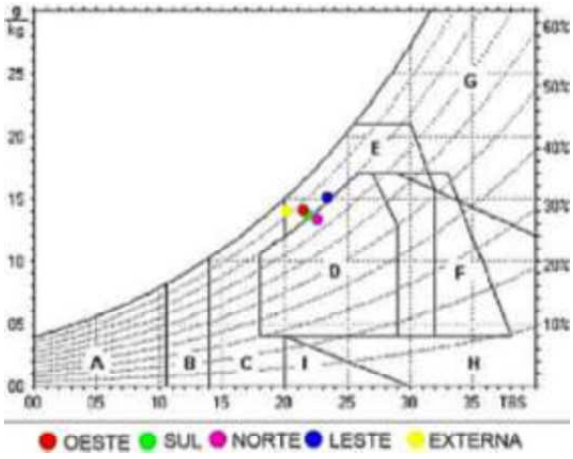
Foram, então, plotados todos os pontos pertencentes à carta bioclimática de Givoni (1992), correspondentes aos dados dos 5 aparelhos instalados. Os pontos foram plotados, inicialmente de forma individual, visando à compreensão do comportamento de conforto térmico de cada orientação (Figuras 6 a 12), e, posteriormente, uma plotagem conjunta permitiu a visualização do perfil geral de conforto térmico das habitações avaliadas (Figura 13).

Figura 6: Temperaturas máximas registradas, plotadas sobre a carta bioclimática de Givoni (1992)



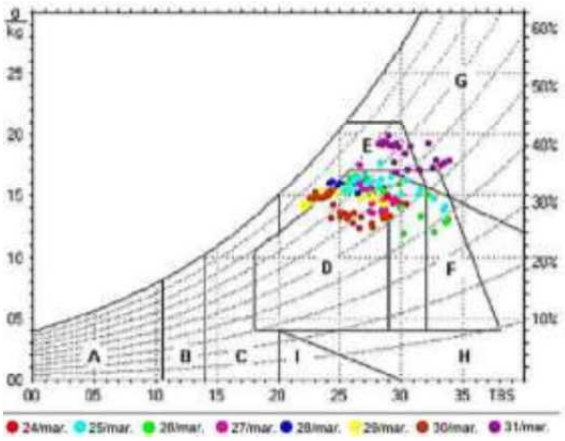
Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

Figura 7: Temperaturas mínimas registradas, plotadas sobre a carta bioclimática de Givoni (1992)



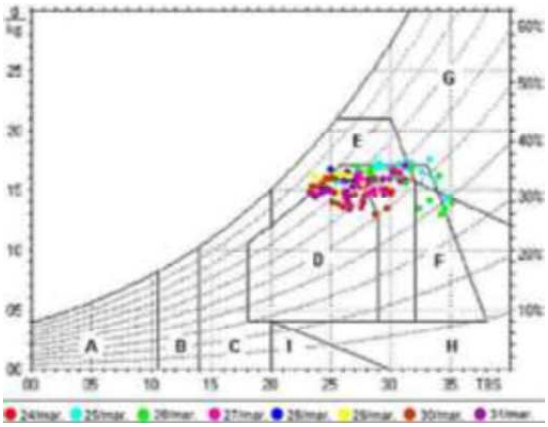
Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

Figura 8: Temperaturas registradas pelo aparelho 1 (orientação sul), plotadas sobre a carta bioclimática de Givoni (1992)



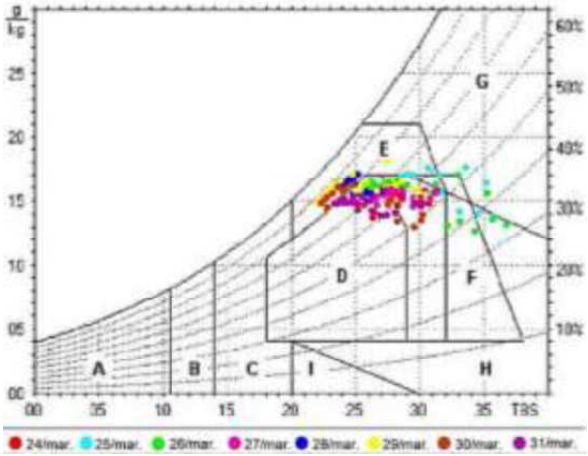
Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

Figura 9: Temperaturas registradas pelo aparelho 2 (orientação norte), plotadas sobre a carta bioclimática de Givoni (1992)



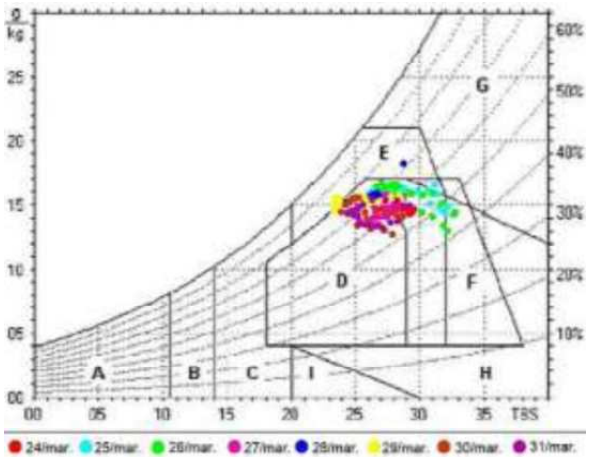
Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

Figura 10: Temperaturas registradas pelo aparelho 3 (orientação oeste), plotadas sobre a carta bioclimática de Givoni (1992)



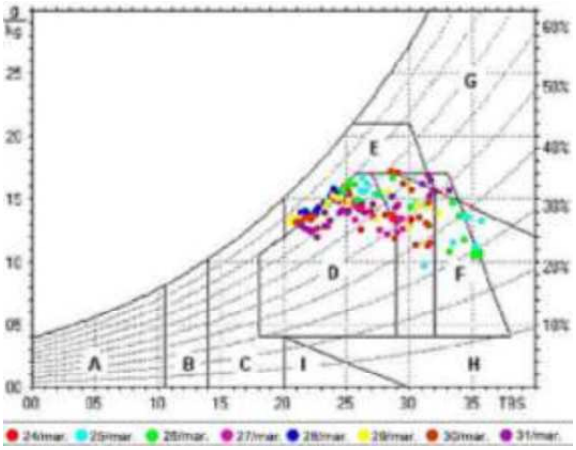
Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

Figura 11: Temperaturas registradas pelo aparelho 4 (orientação leste), plotadas sobre a carta bioclimática de Givoni (1992)



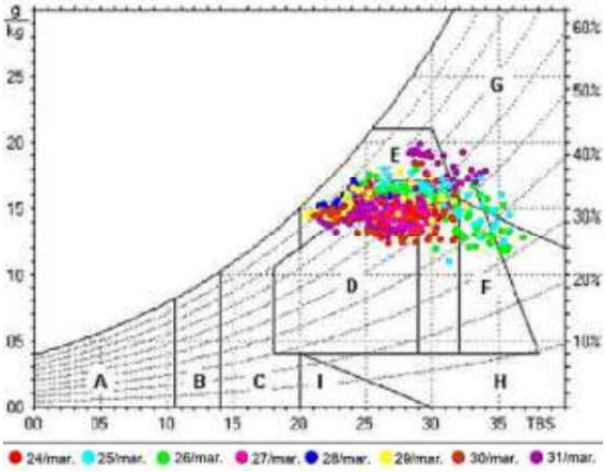
Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

Figura 12: Temperaturas registradas pelo aparelho 5 (temperatura do ar externo), plotadas sobre a carta bioclimática de Givoni (1992)



Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

Figura 13: Todas as temperaturas registradas pelos 5 aparelhos plotadas sobre a carta bioclimática de Givoni (1992)



Fonte: Adaptado de Givoni (1992)

Diante da amostra significativa de pontos fora da zona de conforto, foram verificados os graus-hora de resfriamento necessários à adequação térmica nas HIS. Estabeleceu-se 25°C como temperatura ideal, baseado no máximo estabelecido por Givoni (1992), correspondente à faixa de conforto para umidade do ar igual a 80% - mais próxima das máximas registradas pelos aparelhos nas UHs. Nota-se a quantidade significativa de graus-hora de resfriamento necessárias à adequação da situação de conforto nas habitações (Tabela 1). Destacaram-se as orientações norte e oeste, respectivamente, como os desempenhos térmicos mais insatisfatórios.

Tabela 1: Graus-hora de aquecimento e resfriamento

Orientação	**Graus-hora de resfriamento**
Sul	5.413,30

Norte	7.096,50
Oeste	7.019,10
Leste	6.049,40
Total	25.578,30

Fonte: Os autores

Estes resultados são ratificados pelos dados de temperatura superficial obtidos paredes internas das HIS. Durante o período de medições, foram registrados, também, os valores de temperatura superficial das HIS. Obteve-se, a partir das médias de temperaturas superficiais, os valores denominados 'Temperatura Superficial Interna', e dos valores máximos registrados, a "Temperatura Superficial Interna Máxima", cuja fachada frontal está voltada a oeste, e que obteve os maiores índices (Tabela 2):

Tabela 2: Temperaturas superficiais das paredes internas e da cobertura

Casa	Fachada	Orientação	Temperatura Superficial Interna (°C)	Temperatura Superficial Interna Máxima (°C)
A	Frontal	Oeste	33	33
	Direita	Norte	33,2	33,2
	Esquerda	Sul	32,6	32,6
	Posterior	Leste	34	34,4
	Teto	-	35,4	35,4
B	Frontal	Sul	31,2	31,3
	Direita	Oeste	31,1	31,1
	Esquerda	Leste	31,1	31,1
	Posterior	Norte	35,2	36,1
	Teto	-	34,1	34,1
C	Frontal	Norte	31,9	31,9
	Direita	Leste	32	32,7
	Esquerda	Oeste	29,2	29,2
	Posterior	Sul	29,3	29,3
	Teto	-	34,9	34,9

Fonte: Os autores

Observa-se que, quando a temperatura superficial da cobertura apresentava mais de 35°C, algumas paredes internas chegavam a quase 3°C a menos, como na fachada sul que tem pouca radiação incidente durante o dia. Portanto, o sombreamento proporcionado pelos beirais demonstra aspectos relativamente positivos, já que contribuiu à redução da temperatura radiante sobre a superfície e à consequente diferença nos índices térmicos, o que foi ratificado pela orientação solar e pela transmitância térmica das vedações em questão.

5 CONCLUSÕES

Observou-se que as habitações de interesse social analisadas em Colatina seguem o padrão amplamente replicado em território brasileiro e não

apresentam desempenho térmico satisfatório. A plotagem dos pontos na carta bioclimática de Givoni (1992) permitiu a visualização da frequência de desconforto térmico dos moradores das unidades habitacionais avaliadas.
Mesmo com a ampla margem de conforto proposta pela carta psicrométrica de Givoni (1992), a maioria das medições apresentou situações de desconforto térmico. O mesmo ocorreu para as análises de graus-hora de resfriamento, cuja incidência ratificou o desconforto nas habitações.
Ainda, as máscaras de sombreamento permitiram a concepção de que os elementos de sombreamento existentes não se apresentam de forma eficiente frente ao regime de insolação no local. As fachadas voltadas às orientações oeste e norte, respectivamente, obtiveram os piores desempenhos sob a ótica do conforto térmico. Pode-se observar, entretanto, que o cumprimento básico às normas regulamentadoras já existentes e a implementação de elementos arquitetônicos simples – sobretudo de controle de incidência solar –, representaria uma otimização considerável do desempenho das unidades habitacionais avaliadas.
Destaca-se a relevância da avaliação térmica de desempenho das habitações populares, que são parâmetro fundamental à determinação da qualidade de vida dos moradores e que os aspectos do conforto ambiental estão estreitamente vinculados à saúde e à sustentabilidade nas unidades populares de habitação.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15220-3. **Desempenho de Edificações Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2005, p. 23.

COLATINA. Dispõe sobre o Programa Minha Casa Minha Vida em Colatina, Espírito Santo. 05 de Novembro de 2012. Disponível em: < http://www.colatina.es.gov.br/noticias/mostrar_noticia.php?area=assis&materia=270 > Acesso em 03 de novembro de 2014.

GIVONI, Baruch. **Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines**. Energy and Buildings, v. 18, n. 1, p. 11 – 23, 1992.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES (LABEEE). Dispõe sobre o software SOL-AR. 2017. Disponível em: < http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>. Acesso em 04 de abril de 2017.

ORNSTEIN, Sheila Walbe. ABIKO, Alex Kenya. **Inserção Urbana e Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social (Coletânea Habitare/FINEP,1).** São Paulo: FAUUSP,2002.

ROLNIK, Raquel. Dispõe sobre Política Habitacional no Brasil. 2009. Disponível em: < https://raquelrolnik.wordpress.com/2009/04/30/relatora-da-onu-se-pronuncia-sobre-politica-habitacional-do-brasil/> Acesso em 03 de novembro de 2016.

ROLNIK, Raquel. **Moradia é mais que um objeto físico de quatro paredes**. 2011. Observatório das Metrópoles. Revista Eletrônica de Estudos Urbanos e Regionais, n. 5. Disponível em: <http://emetropolis.net/system/edicoes/arquivo_pdfs/000/000/005/original/emetropolis_n05.pdf?1447896287 >. Acesso em 01 de dezembro de 2016.