ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

ANÁLISE DE SISTEMAS DE COBERTURAS E TERRAÇO CAPIXABA EM REGIÃO QUENTE E ÚMIDA NO MUNICÍPIO DE CASTELO - ES



SASSO-FERRÃO, Ariane Louzada
(ariane.ferrao@edu.ufes.br)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida
(edna.rodrigues@ufes.br)
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Ático ventilado, habitações, consumo energético, simulação computacional, cobertura flutuante

RESUMO

Diante das emergências relacionadas à sustentabilidade, ao consumo energético e à produção de gases de efeito estufa, intrínseca à produção de energia, e da crescente demanda energética do setor da construção civil em todo o mundo, sobretudo na fase de uso das edificações; este trabalho tem por objetivo analisar comparativamente o desempenho térmico proporcionado por sistemas de coberturas em edificações residenciais unifamiliares, localizadas na cidade de Castelo (ES), onde o uso do sistema "terraço capixaba" é usual, reconhecido e expandido em todo o estado, desde a década de 1960. A metodologia foi desenvolvida em 3 etapas: 1º. Caracterização da cidade de Castelo; 2º. Levantamento e caracterização das coberturas das edificações residenciais unifamiliares do recorte amostral; 3º. Análise das temperaturas operativas máximas e mínimas, e das cargas térmicas geradas com utilização de diferentes tipos de coberturas sobre o mesmo modelo de unidades habitacionais (UH). Os resultados apresentam os tipos de coberturas mais frequentes no recorte amostral, as diferenças de temperaturas operativas máximas e mínimas em três ambientes de permanência prolongada (APP) de uma unidade habitacional unifamiliar (UHU), e as diferenças de cargas térmicas obtidas dos APPs considerando a utilização de coberturas de telhas cerâmicas sobre laje e do TC. Verificou-se com os resultados que os sistemas de cobertura TC, além da redução das temperaturas operativas, podem reduzir em até 45% as cargas térmica geradas anualmente por APPs, mesmo sem as camadas de isolamento indicadas para zona bioclimática 8, e que a utilização de melhores técnicas, como a do TC, pode colaborar para redução do consumo energético em regiões de climas quentes.

1. INTRODUÇÃO

Desde a crise do petróleo, em 1970, e mais atualmente com as mudanças climáticas apontadas pelos relatórios do *Intergovenmental Panel on Climate Change* (IPCC), o papel do setor da construção tem recebido destaque (WASSOUF, 2014), haja vista a incapacidade planetária de continuar produzindo e ofertando energia de forma proporcional ao crescimento progressivo da demanda dos padrões atuais: o relacionamento circular entre produção de energia e emissão de gases de efeito estufa (GEE), mudanças climáticas (NOBRE et al., 2020) e a grande demanda energética do setor.

Em todo o mundo é consumido anualmente, um total de 13.760 Mtep[1] de energia (VAN DEN BROM, 2020). No Brasil, os dados do Balanço Energético Nacional (BEN) ano base 2020, apontaram consumo no setor residencial de 26,1% do consumo total de energia (EPE, 2020). Em 2014, pesquisas registraram que na Europa o consumo de energia decorrente do uso das edificações foi responsável pela maior parte das emissões de CO_2, e a energia necessária para construção, manutenção e uso das edificações representou 40% do total do consumo (WASSOUF, 2014). Embora os valores de consumo de energia em edifícios apresentem reduções desde a última década, as habitações ainda são responsáveis por 25% do consumo final no continente europeu (VAN DEN BROM, 2020).

Desde 2013, estudos mais específicos têm apontado cenários que contemplam edificações sustentáveis por meio de sistemas autossuficientes energeticamente, com utilização de novos materiais, estruturas adaptáveis às condições do ambiente e às preferências do consumidor (EPE, 2016).

O PROCEL Edifica, em 2013, estimava economia entre 30% para construções existentes submetidas a retrofit e aproximadamente 50% para novas edificações, ao se utilizar tecnologias sustentáveis desde a concepção do projeto. Para análise do impacto energético futuro das edificações no Brasil são considerados diversos aspectos como a Zona Bioclimática (ZB), entorno construído e planejamento urbano, padrões de hábitos de consumo de energia, equipamentos instalados e eficiência energéticas dos mesmos, e a arquitetura (EPE, 2016).

Ramos e Aires (2020) demonstraram por experimentação que a ventilação de coberturas é uma estratégia possível para resfriamento passivo, capaz de induzir a ventilação mesmo quando ventos atmosféricos não estão disponíveis. Concluem que a utilização de coberturas ventiladas em regiões com alta radiação solar pode ser considerada uma solução apropriada para melhoria de desempenho térmico na estação do verão.

Desde a década de 1960, no Estado do Espírito Santo, a técnica construtiva adaptada às condições ambientais e de grande aceitação junto à população é a do terraço capixaba (TC) (figura 1). Manifestação da construção popular, amplamente adotada no Estado, ele é caracterizado pela suspensão da cobertura, possibilitando que o pé-direito sobre a laje proporcione um espaço adicional para os mais diversos

1 Mtoe/Mtep – Megatoneladas de petróleo equivalente.

usos, tais como: serviços, recreação, lavanderia, refeições, encontro, entre outros, conforme apontados por Singnorelli (1989) e Aljeus *et al.* (2016). No TC, os beirais permanecem abertos, sem forração, e praticamente sem contato com vedações verticais, somente com peitoris e a estrutura de sustentação da cobertura. Este sistema assemelha aos telhados flutuantes (Figura 2).



Figura 1. Terraço capixaba. Vista da R. Vieira da Cunha, Bairro de Vila Isabel, Castelo-ES.
Fonte: Autores.



Figura 2. Telhado flutuante.
Fonte: Gurgel, 2012

Embora haja indícios de influências moura e ibérica é difícil precisar a origem, ou mesmo a primeira utilização deste sistema construtivo no Brasil. O que se pode afirmar é que a disseminação no Estado do Espírito Santo ocorreu de forma popular, e, principalmente, pela popularização e acesso a novos materiais de construção como lajes pré-moldadas (ALJEUS *et al.*, 2016), e posteriormente a estruturas metálicas. O reconhecimento e expansão deste sistema construtivo no Estado possibilitaria menor consumo de energia e sustentabilidade para o edifício.

2. OBJETIVO

A pesquisa propõe avaliar e comparar o desempenho térmico de sistemas de coberturas (SC) em edificações residenciais unifamiliares, localizadas na cidade de Castelo (ES), onde o uso do TC é usual.

3. MÉTODO

Os procedimentos metodológicos foram divididos em três etapas: 1º. Caracterização da cidade de Castelo e recorte amostral; 2º. Levantamento de edificações residenciais e características construtivas dos SC; 3º. Análise das temperaturas operativas (TO) e cargas térmicas geradas com uso de diferentes tipos de coberturas das unidades habitacionais por simulação de modelos termo energéticos.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA CIDADE DE CASTELO E RECORTE AMOSTRAL

O município de Castelo está localizado em Zona Bioclimática 8 (ZB8) (ABNT, 2005), em região dos Mares de Morros Florestados, ao sul do estado do Espírito Santo (AB'SÁBER, 2003). Castelo não possui estação meteorológica. Segundo dados levantados na década de 1990, pelo INCAPER[2], as temperaturas médias mínimas da área urbana de Castelo apresentam-se entre 11,8 e 18°C no mês mais frio do ano, enquanto as médias máximas são de 30,7 e 34,0°C no mês mais quente (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 1999).

Para amostragem das unidades habitacionais foi escolhido o bairro de Vila Isabel (Figura 3), predominantemente residencial, interligado à região central da sede do município, e um dos primeiros bairros da cidade, definido desde o período de emancipação, cujas ruas já eram listadas entre as principais da cidade desde 1932 (CASAGRANDE e BARBIEIRO, 2012; VIEIRA, 2004).

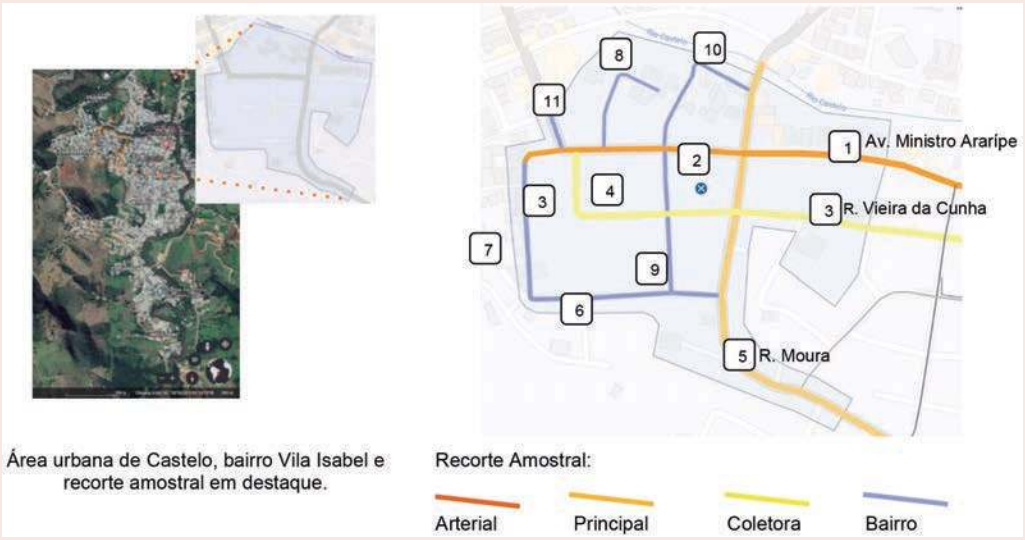


Figura 3. Recorte amostral.
Fonte: Autores adaptado de Google Earth e Google MyMaps, 2021

Os logradouros que serviram de pontos de observação foram: Av. Ministro Araripe (1); R. Maria Ortiz (2); R. Vieira da Cunha (3); Pç. Mário Lima (4); R. Moura (5); R. Cel. João Freitas (6); R. Carlos Silva (7); R. Nice Rangel Soares (8); R. Domingos Martins (9); Travessa Pires Martins (10); R. Antônio Rangel (11).

2 Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, antiga EMATER-ES.

3.2 LEVANTAMENTO DAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS E CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS DOS SC

O levantamento das características construtivas dos SC deu-se por meio de observação e conferência complementar com apoio do *Google Maps*, nos casos em que não era possível definir visualmente o tipo de superfícies externas do SC (Tabela 1).

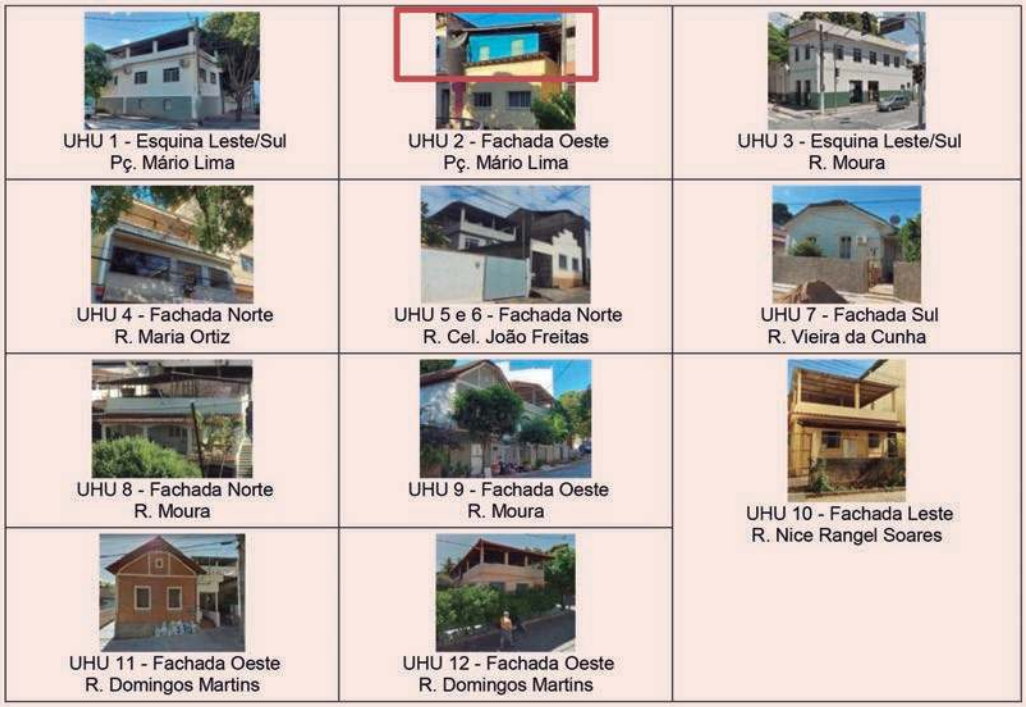


Tabela 1. UHUs existentes no recorte amostral, demonstrando os tipos mais comuns de coberturas.

Fonte: Autores e Google Maps

3.3 ANÁLISE DOS SC POR SIMULAÇÃO TERMO ENERGÉTICA

Para análise foram adotados os procedimentos normativos de simulação da NBR 15575-5/2021(ABNT, 2021) a fim de avaliar as cargas térmicas acumuladas por APPs, com base no modelo de referência proposto pela norma. Os parâmetros de abertura de janelas considerado foi de 50%, sem desconto dos caixilhos, e as cargas térmicas computam as cargas produzidas por todos os APPs da UHU ao longo do ano.

Serviu de modelo para o estudo a edificação apresentada como UHU 1 na Tabela 1, construída, possivelmente, entre 1930/40 com SC constituído por cobertura de telhas francesas (Figura 4 e 5). Esta UHU passou por reforma no início dos anos 2000 e atualmente possui TC, como apresentado na Tabela 1. Deste modelo foram consideradas as características geométricas e arquitetônicas, com exceção da veneziana 60x80 que ventilava a cobertura original, preferindo-se no estudo comparar os tipos

de cobertura que obtiveram maior ocorrência no levantamento das edificações residenciais atuais (Tabela 3). Desta forma foram definidos os modelos reais com cobertura de telhas cerâmicas (MC) e com TC (MT) a serem comparados. (Figuras 6 e 7).

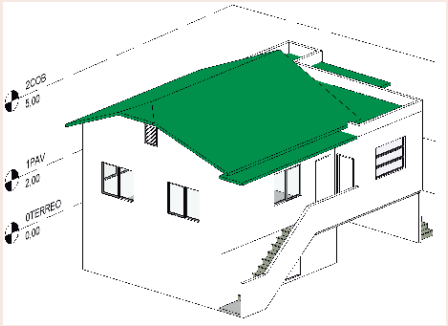


Figura 4. Modelo 3D original

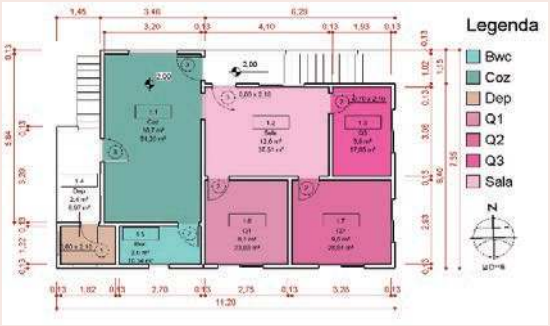


Figura 5. Planta baixa original

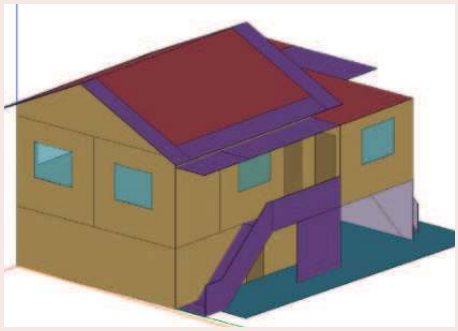


Figura 6. Modelo termo energético UHU - MC

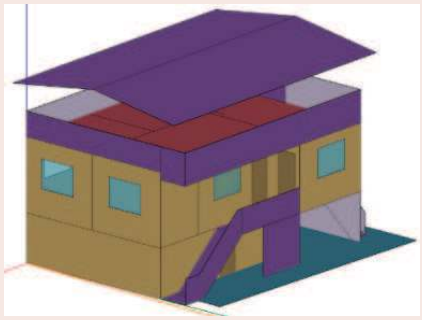


Figura 7. Modelo termo energético UHU - MT

MC corresponde ao modelo com telhas do tipo francesa, sobre laje de concreto armado, nas áreas de dormitórios e sala de estar; as áreas de serviço, sanitário, cozinha e sala de jantar, e depósitos possuem laje de concreto armado, sem cobertura de telhas. O MT, modelo com TC é composto por telhas trapezoidais de zinco, na mesma geometria executada na UHU cobrindo todos os APP da UHU.

O procedimento de simulação é realizado por modelagem em *SketchUp* e processamento *Energy+* utilizando o software *OpenStudio,* com utilização de arquivo epw de Alegre – ES (WMO Station 868280), e as informações de saída analisadas são *Zone Operative Temperature* e *DistrictCooling: Facility;* considera-se o período anual e a leitura horária de dados.

Como Castelo não possui arquivos climáticos, foram utilizados os dados da cidade de Alegre (WMO Station 868280), que apontam: 1.216h/ano com temperaturas de bulbo seco acima de 28,9°C; 3.315h/ano com temperaturas acima de 23,5°C; umidade relativa média abaixo de 70% apenas em 4 meses do ano; média de temperatura de vento superior a 27,9° C em todos os meses do ano; média mais alta de velocidade de ventos ocorre entre 15 h e 16 h alcançando 3,5 m/s, enquanto que, nos horários da madrugada, não ultrapassa 1m/s. Os ventos predominantes são de direção Norte e, a morfologia do território impõe-se como barreira para a ventilação natural.

Alegre e Castelo pertencem à mesma ZB, mesmo domínio morfológico, e possuem condições climáticas de umidade, temperaturas do ar e precipitação, indicados por dados do INCAPER, muito semelhantes (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 1999).

A análise entre os modelos foi efetuada de forma comparativa sendo o MC referência para os dados de MT.

Foram analisados três ambientes: cozinha e sala de jantar (COZ), sala de estar (Sala) e quarto três (Q3), por serem ambientes de longa permanência e gerarem cargas térmicas relevantes para o período de verão. As características dos materiais utilizados para a simulação energética estão descritas na Tabela 2.

Elemento	**Condutividade térmica W/(m.K)**	**Calor específico J/(kg.K)**	**Absortância à radiação solar (relação inteiro)**	**Emissividade de onda longa**	**Massa específica (kg/m³)**
Paredes	1,75	1.000,00	0,58	0,90	1.350,00
Pisos	1,75	1.000,00	0,25	0,90	2.200,00
Coberturas	**Condutividade térmica W/(m.K)**	**Calor específico J/(kg.K)**	**Absortância à radiação solar**	**Emissividade de onda longa**	**Massa específica (kg/m³)**
MC					
Telhas cerâmica 10 mm de espessura	0,90	920,00	0,80	0,90	1.500,00
Laje 100 mm de espessura	1,75	1.000,00	0,80	0,90	2.200,00
MT					
Telhas metálica 6mm de espessura	55	460	0,25	0,25	7.800,00
Laje 100 mm de espessura	1,75	1.000,00	0,80	0,90	2.200,00
Composição MC e MT – Isolamento térmico de coberturas para ZB8					
Elemento	**Resistência térmica (m².K)/W**		**Absortância à radiação solar**	**Emissividade de onda longa**	
Isolamento Térmico	0,00		0,00	0,00	
Composição MC e MT – Elemento transparente					
Elemento	**Fator solar**	**Transmitância térmica**		**Percentual**	
Transparentes	0,87	5,70		12,83 (COZ); 14,28 (Sala) e 30,50 (Q3)	
Composição MC e MT – Percentual de aberturas para ventilação					
Elemento	**Percentual de abertura para ventilação (Pv,app)**				
Abertura de ventilação	50% da área de elementos transparentes por ambiente				

Tabela 2. Propriedades térmicas para modelos energéticos.
Fonte: NBR 15575-1 (2021a).

Para a simulação, MC e MT, consideram-se os valores horários anuais da TO máxima e mínima, nos ambientes analisados, por serem valores que mais importam às condições climáticas da estação verão e indicam as alterações de temperatura mínima na condição de inverno. Comparam-se os dados de carga térmica gerados pelas simulações de ambos os modelos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A compilação dos dados dos sistemas de cobertura das 11 ruas do bairro de Vila Isabel resultou na Tabela 3.

Logradouro	Tipo de Cobertura			
	UHU com cobertura de telhas visíveis sem ventilação de ático	UHU com coberturas de telhas visíveis, com ático ventilado por meio de aberturas	UHU com cobertura ventilada por meio de terraço capixaba.	UHU com laje de concreto
Av. Ministro Araríipe	2	0	3	0
R. Maria Ortiz	4	0	7	1
R. Vieira da Cunha	15	0	7	0
Pç. Mário Lima	1	0	1	0
R. Moura	15	4	14	1
R. Cel. João Freitas	10	1	11	2
R. Carlos Silva	10	1	6	1
R. Nice Rangel Soares	2	0	5	0
R. Domingos Martins	4	2	7	0
Travessa Pires Martins	1	0	4	0
R. Antônio Rangel	0	0	3	1
Total	**64**	**8**	**68**	**6**

Tabela 3. Compilação de dados de cobertura do recorte amostral

Os resultados destacados em vermelho demonstram o domínio das coberturas com telhas visíveis, de uma ou mais águas sem ventilação, e das coberturas do tipo TC, como os dois tipos de coberturas mais recorrentes no recorte amostral.

Os dados das simulações apresentaram significativa diferença quanto à TO (Tabela 4) e cargas térmicas (Figura 3).

Ambiente	*COZ*		*Sala*		*Q3*	
	TO máxima	*TO mínima*	*TO máxima*	*TO mínima*	*TO máxima*	*TO mínima*
MC	*29,3°C*	*15,9°C*	*31,5°C*	*16,2°C*	*30,7°C*	*13,9°C*
MT	*27,7°C*	*15,8°C*	*28,8°C*	*15,5°C*	*28,9°C*	*13,7°C*

Tabela 4. Resultados de TO simulados em MC e MT

Observa-se a redução da TO máxima em todos os ambientes do MT, quando comparados ao MC, com diferença entre 0,7°C a 2,73°C (Sala). Diferentemente, as TO mínimas apresentaram-se maiores no MT em relação ao MC, sendo muito próximas, ou um pouco mais baixas, variações que não ultrapassaram a 0,33°C. A exceção é o APP Sala, que apresentou redução da TO mínima de 0,72°C. A análise das TO mínimas deste mesmo ambiente indicou que ambientes com maiores áreas, com cobertura de telhas cerâmicas sem ventilação do ático, podem apresentar maiores reduções na TO mínima, quando substituídas por cobertura tipo TC. E que, de maneira geral, ocorre maior redução de TO máxima, que aumento de TO mínima, indicando melhor resposta para climas quentes, do que para regiões que precisam ganhar calor em períodos frios. Contudo, análise mais minuciosa dos horários em que ocorrem as alterações deve ser sobreposta a este resultado.

Destaca-se que, durante a análise, foi possível perceber que o APP Sala, que possui maior área de recobrimento com telha cerâmica, apresentou a maior TO máxima da UHU no modelo MC, mesmo sendo o APP COZ um ambiente inicialmente sem qualquer tipo de telhamento, apenas com cobertura em laje de concreto armado. Entretanto, para o MT o ambiente que apresentou a maior TO máxima foi Q3 (28,90°C), no qual a área correspondente às vedações verticais externas foi de 237,45% e as áreas de elementos transparentes foi de 30,50% da área do piso, as maiores porcentagens da UHU devido a área reduzida do APP (5,9m^2). O que permite inferir que o TC apresenta-se como estratégia eficiente para redução da transferência de calor pela cobertura, podendo colaborar na redução do consumo de energia com uso de condicionamento artificial especialmente quando associado a outras estratégias como o bom dimensionamento de janelas e outras aberturas, haja vista a condição do APP COZ, o qual recebe sol oeste em grande área de paredes, e incide em movimento na laje, por meio do vão do peitoril durante à tarde. Este APP possui a maior quantidade de aberturas da UHU, favorecendo a ventilação cruzada com aberturas em boa posição para entrada de vento, desde o modelo MC, e a condição de temperatura foi melhorada com o TC. O resultado da associação dessas estratégias indica, que, do ponto de vista do desempenho térmico atual de edifícios brasileiros, o uso do edifício poderá ocorrer com menores exigências, quanto aos recursos naturais correlacionados à energia.

Desta forma, observa-se a versatilidade da tipologia TC, enquanto estratégia bioclimática, quando associado a outras estratégias passivas aplicáveis ao ambiente construído.

Quanto às cargas térmicas geradas, é expressiva a diferença entre MC e MT. As reduções de cargas térmicas para resfrio aproximam-se de 50% nos meses mais

quentes do ano, exceção para o mês de março, em que o percentual de redução aproxima-se de 41%, considerando as cargas dos APP (Figura 3).

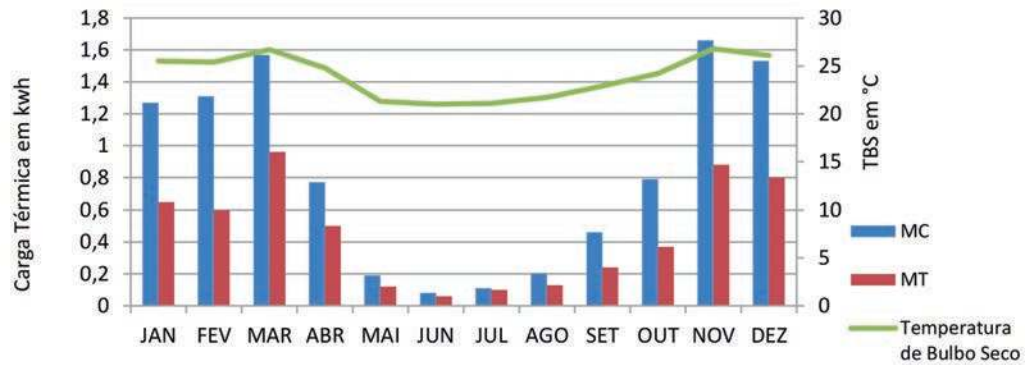


Figura 3. Comparativo de cargas térmicas mensais MC x MT

Deve-se destacar que, seguindo a prática corrente no recorte amostral, o TC foi simulado com telha de zinco sem camada de isolamento junto às telhas, ou junto ao piso da laje, e, mesmo assim, a redução das cargas térmicas nos APPs é significativa. Entretanto, não foram avaliadas as condições térmicas ao nível de piso do TC, que, a critério do usuário, pode assumir os mais diversos usos. E, considerando que existe a possibilidade de funcionamento com características similares as de um APP, este é um ponto que demanda outras investigações, especialmente nas regiões mais quentes, haja vista o fenômeno da radiação que ocorre por meio das telhas da cobertura, e a abertura das vedações verticais, permitindo troca constante de calor pelo ar, produzindo condição de grande similaridade entre ar interno e ar externo.

5. CONCLUSÕES

As análises comparativas permitem mensurar o que diversos autores, ao longo dos anos, preconizam sobre a utilização de coberturas ventiladas, semelhantes às do TC utilizadas no Espírito Santo. As análises comprovaram a efetiva melhoria ocasionada por este SC, tanto na redução de temperaturas operativas nos ambientes de longa permanência, quanto na redução de cargas térmicas (até 45%), mesmo em regiões desfavorecidas pela condição natural de ventos.

Todavia, são necessárias informações sobrepostas entre as reduções alcançadas e as horas de uso dos APPs para ratificar o potencial de economia de energia nas UHUs e sua utilização como incremento de estratégias mais sustentáveis no uso de edifícios. É preciso verificar se as reduções ocorrem enquanto os APPs estão individualmente ocupados, o que realmente representaria um resultado significativo para o desempenho de edifícios, economia de energia e sustentabilidade.

Esta análise permitiria obter resultados relativos ao nível de desempenho obtido com a utilização de TCs, e a repetição do método com as informações sobrepostas em outros estudos poderão apontar, ou não, a repetição de bons resultados, ou destacar questões críticas a serem tratadas.

Em relação às mudanças climáticas, é necessário investigar com outros estudos quais seriam os benefícios desta estratégia diante dos cenários futuros, de forma especial em regiões quentes e úmidas, devido a associação dos limites fisiológicos humanos, temperatura de bulbo úmido e a ventilação local, a fim de analisar se o TC poderia ser indicado como estratégia passiva para as austeridades climáticas futuras.

Outros estudos são necessários para verificar a viabilidade da utilização desta estratégia em zonas bioclimáticas mais frias. Para regiões frias e úmidas, em particular, é necessário investigar questões relativas à umidade e condição de ventos, haja vista a possibilidade de condensação sob as telhas durante o resfriamento dos elementos da cobertura, o que poderia reduzir a durabilidade dos componentes do sistema.

Além disso, os resultados obtidos com isolamento tanto da camada de telhas como da camada de piso do TC, deve ser considerado em outros estudos, para todos os climas brasileiros.

Também são necessários outros estudos sobre a geometria de beirais e disposição de suas aberturas laterais em relação à orientação e incidência solar; e verificar os resultados acústicos desse SC no ambiente construído.

Diante da abrangência desta tipologia de SC e da possibilidade de ocorrência de APPs nos TCs, novas investigações devem ser realizadas a fim de apoiar estudos sobre as necessidades qualitativas mínimas de desempenho de edificações com recintos em TC, ou especificamente destes recintos, uma vez que ambientes em TC são, por natureza, não herméticos, e estão inseridos entre camadas do SC das envoltórias atualmente consideradas nas análises de desempenho térmico.

Faz-se necessário investigar a possibilidade de um dilema entre desempenho e conforto térmicos, quando da utilização por tempo prolongado dos recintos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ab'Sáber, A. (2003) Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 7ª edição. São Paulo: Ateliê Editorial.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2005). NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, ABNT.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2021). NBR 15575-1: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais - SV-VIE. Rio de Janeiro, ABNT.

ALJEUS, A.; HASSE, G.; KOGURE, L. (2016). O terraço inteligente – Uma invenção popular boa para nosso clima. Disponível em <http://www.morrodomoreno.com.br/

site_2016/materias/o-terraco-inteligente-uma-invencao-popular-boa-para-nosso-clima-.html>

VAN DEN BROM, P. (2020) Energy in dwelling: A comparison between theory and practice. Rotterdan: Architecture and the Built Environment.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (2016). Nota Técnica 13/15: Demanda de energia: 2050. Rio de Janeiro: EPE.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (2020). Balanço Energético Nacional 2020: Ano base 2019. Rio de Janeiro: EPE, 2020. Disponível em <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-528/BEN2020_sp.pdf>.

CASAGRANDE, A. D.; BARBIEIRO, M. H. M. (2012). Castelo: Da pré-história ao início do século XX. 2ª edição. Castelo: Gráfica Impresso.

ESPÍRITO SANTO (Estado). (1999). Clima dos Municípios. Incaper - Coordenação de Meteorologia. A. F. CERQUEIRA, H. N. FEITOZA, L. R. FEITOZA e W. R. LOSS. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/clima-dos-municipios>.

NOBRE, C. A.; SOARES, W.; QUEIROZ, M. (2020). Notas de aula da disciplina mudanças climáticas (PMAB 5093). Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, Vitória. UFES.

RAMOS, J. AIRES, L. (2020). The effect of a naturally ventilated roof on the thermal behaviour of a building under mediterranean summer conditions. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 2020: 508-519.

SIGNORELLI, C. (1990). Terraço Capixaba: Novo componente da arquitetura tropical. Vitória: UFES. p. 99. Trabalho de conclusão de curso de arquitetura e urbanismo - UFES.

VIEIRA, José Eugênio. (2004). Castello: Origem, emancipação e desenvolvimento – 1702 a 2004.1ª edição. Augustinho Pereira do Nascimento.

WASSOUF, M. (2014) Da casa passiva à Norma Passivhaus: A arquitetura passiva em climas quentes. 1ª edição. Barcelona; Gustavo Gili.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.