Comparativo Térmico e Econômico Entre Dois Processos Construtivos Habitacionais



Alessandro Kutz; Denis Braga Gomes; Lenon Siuta; Marcelo Queiroz Varisco; Tharsila Maynardes Dallabona Fariniuk; Washington Batista de Souza

UNIFACEAR – CENTRO UNIVERSITÁRIO ARAUCÁRIA

RESUMO

O presente trabalho relata um estudo sobre dois materiais, que são habitualmente utilizados na execução de paredes de vedações e de coberturas na região de Curitiba- PR. Este estudo contempla o custo dos processos construtivos de cada composição, bem como características térmicas em relação a sua área de insolação diária. Para a análise foram utilizados os métodos de cálculo da NBR-15220 através do software TRANSMITÂNCIA, obtenção da carta solar pelo software SOL – AR e orçamentos compostos através dos índices da SINAPI. As características térmicas resultantes das análises dos materiais empregados, confrontadas com o custo de cada processo construtivo abordado, evidenciaram a melhor escolha para a região de estudo, segundo parâmetros pré-estabelecidos. O processo que obteve o melhor resultado foi execução de paredes em madeira devido a uma menor resistência térmica para aquecimento do ambiente no solstício de inverno, (2,9 e 2,28 horas de atraso térmico para fachada superior e fachada esquerda respectivamente), já para fachada sul devido a sua baixa incidência solar em períodos de temperaturas mais baixas ficou indicado a escolha do material cerâmico para vedação devido a maior resistividade a passagem do calor. Quanto para a cobertura ambos tiveram resultados semelhantes, ficando a critério do projetista a escolha do melhor processo.

Palavras chave: Conforto térmico. Atraso térmico. Transmitância. NBR 15220.

ABSTRACT

This paper covers a study about two materials, which are commonly used in the execution of walls and ceilings within Curitiba-Pr region. This study contemplates the cost of the constructive processes of each composition, as well the thermal characteristics in relation its daily insolation area. For the analysis were used the calculation methods from the NBR-15220 using the software TRANSMITÂNCIA, obtaining the solar charts from SOL - AR software, and budget composed by the SINAPI indexes. The thermal characteristics resulting from the analysis of the materials used, compared to the cost of each construction process used, evidenciate the best choice for the region studied, following pre-stablished parameters. The process that obtained the best result was the execution of wooden walls due to the lower thermal resistance for winter space heating, (2.9 and 2.28 hours of thermal delay for the upper and left façades respectively). For south façade due to its low solar incidence at lower temperatures, it was indicated the choice of ceramic sealing material due to the higher resistivity to the heat passage. As for the coverage both had similar results, being at the discretion of the designer the choice of the best process.

Key Words: Thermal comfort. Thermal delay. Transmittance. NBR 15220.

1. INTRODUÇÃO

No desenvolvimento da história humana, registrou-se a busca por proteção as adversidades climáticas, em período atual condições de bem-estar e conforto físico satisfatórias.

Com base nas condições climáticas de Curitiba e da região metropolitana, observa-se que a população está comumente submetida às mudanças bruscas de temperatura durante o dia, bem como entre os ambientes externos e internos das edificações, salientando com isso a importância do conhecimento da faixa de amplitude térmica, cujo valores são expressivos. Dessa forma, inevitável indagação é sugerida: “Os materiais culturalmente usados nessa região, apontarão características térmicas distintas?”

As mudanças climáticas e o aumento da amplitude térmica, vêm afetando o conforto ambiental das edificações, trazendo assim um problema para os engenheiros e arquitetos, que devem buscar soluções cada vez mais eficientes do ponto de vista técnico, diminuindo o uso de equipamentos elétricos para climatizar o ambiente.

A necessidade por materiais com características que propiciem o máximo de isolamento nas edificações, visando o conforto oriundo desse material, ou de outros materiais sobrepostos sobre este, formando um conjunto com características térmicas diferenciadas, caracterizando um ambiente com temperatura agradável.

Assim sendo a contribuição desses estudos na ótica de economia energética que, visam a correção do perfil dos dados físicos do ambiente estudado, por vezes impactam de forma a minorar estas necessidades propiciando economia substancial.

2. DESENVOLVIMENTO

O objeto de estudo trata-se de uma residência unifamiliar com layout simulado contendo uma área de 67,05m², situado na Cidade de Curitiba. Os cálculos levam em consideração os fatores de transmitância térmica, composição das paredes e telhado e geometria da edificação baseados na NBR 15220 (ABNT, 2008) e com auxílio de um software para estabelecer uma ampla visão dos resultados.

Apresentar entre dois processos construtivos, paredes (madeira e alvenaria), cobertura (telhado cerâmico com forro e laje), qual tem o menor atraso térmico e o menor custo econômico na região de Curitiba, a fim de se obter qual apresenta o melhor desempenho.

Verificar o comportamento térmico entre os materiais utilizados nos processos construtivos entre uma residência em alvenaria cerâmica e outra em madeira.

As combinações de materiais com custos mais acessíveis, bem como de fácil aquisição na região do entorno da edificação estudada, que apresentem a menor amplitude térmica possível é o objetivo inerente desse estudo. Desta forma justifica-se esse trabalho pelos objetivos supracitados, proporcionando ao leitor acesso a pesquisa aqui apresentada.

A NBR 15575 (ABNT, 2013), é a atual norma brasileira de desempenho térmico e ela rege o cumprimento dos requisitos fundamentais para garantir o melhor desempenho térmico das partes de uma habitação, para garantir o melhor conforto térmico aos usuários. Essa normativa está disposta através de condições e exigências dos usuários, tudo para atender itens que prezam a qualidade, e também para atender itens quantitativos de forma a garantir uma boa avaliação e desempenho dos materiais para o conforto térmico das residências.

De acordo com Arantes (2013), o ser humano buscou desde os primórdios da humanidade proteger-se de intempéries a partir da utilização de meios e elementos disponíveis em seu ambiente, ainda sem tecnologia. Em suas construções, visava soluções que amenizassem as sensações de calor, frio, umidade e secura do ar.

Lamberts (2016), sugere uma divisão em três partes para o conhecimento de maneira mais abrangente do conforto térmico sendo elas;

a) A satisfação do homem em se sentir termicamente confortável, situação em que o mesmo se sente bem, tem disposição para executar seu trabalho, ou até mesmo ânimo para momentos de lazer e descanso em seu trabalho ou sua casa;

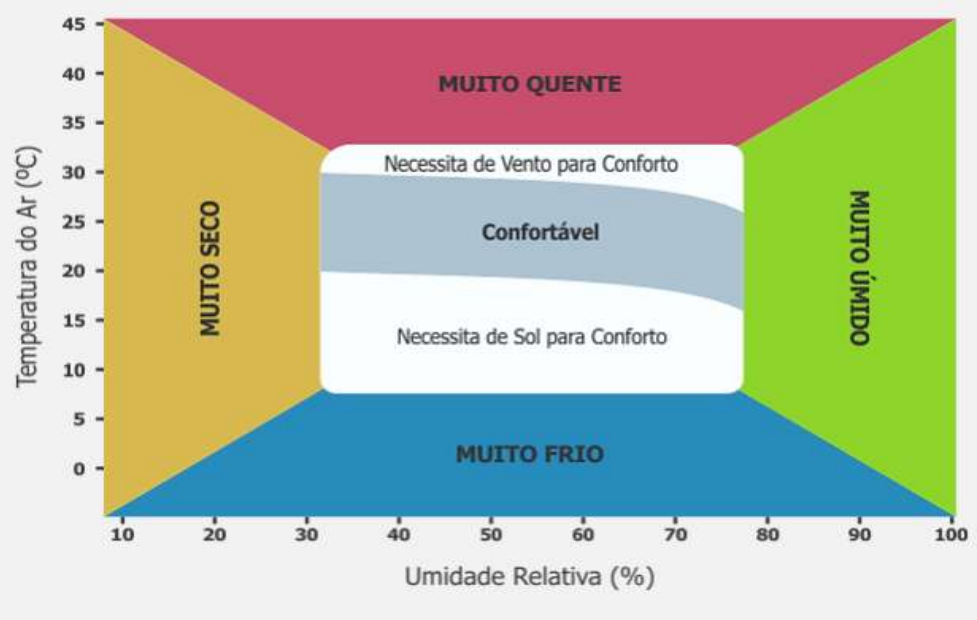
b) A performance humana, segundo pesquisas mostram que tanto o calor quanto o frio criam um desconforto térmico reduzindo a performance humana. O Homem deixa de produzir tanto no trabalho quanto em casa, devido ao desconforto e mal-estar relacionado a temperaturas muito baixas ou muito altas;

c) A conservação de energia, grande parte dos indivíduos residem ou trabalham em locais de que possuem condicionadores de ar, gerando um ambiente de clima artificial que irá proporcionar um melhor conforto térmico e rendimento da produção.

Na FIGURA 01 da próxima página está representado um diagrama do conforto humano em relação a umidade relativa do ar e temperatura.

Este diagrama demonstra que a faixa de conforto térmico situa-se entre 20 a 25 °C em uma umidade relativa entre 60 a 80%, sendo que a NR 17 (NRS, 2018) indica valores de 20 a 23 °C e umidade não abaixo de 40%.

FIGURA 01 – DIAGRAMA DO CONFORTO HUMANO

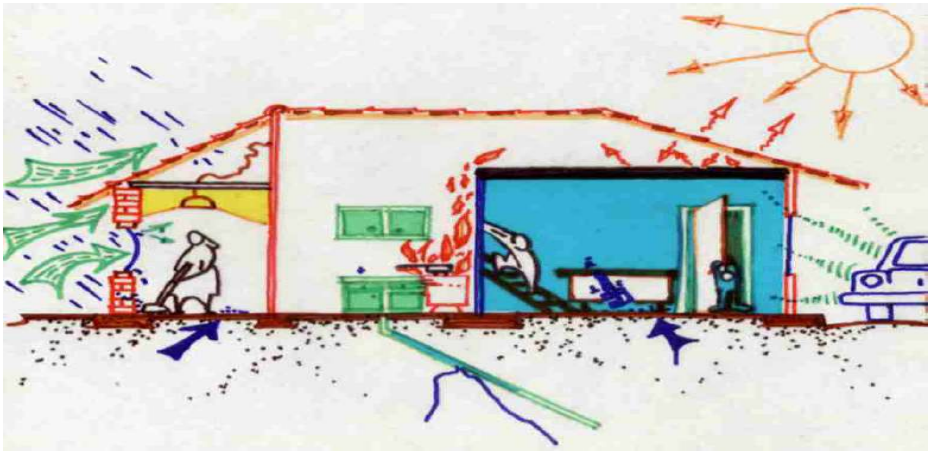


FONTE: INMET (2009)

Quando houver variação de temperatura entre diferentes ambientes, essa variação tem uma tendência de desaparecer depois de um determinado tempo de maneira natural, graças ao fluxo de energia (calor) de um ambiente para o outro. Todo esse processo e chamado de transmissão de calor, e isso pode ocorrer de três formas diferentes que são: convecção, radiação e condução (COSTA, 2003).

As ações de temperaturas normais que atuam nas edificações são apresentadas como: sol, chuva, vento, fogão, automóveis, iluminação, umidade etc. mostradas na FIGURA 02 (MATOZINHOS, 2015).

FIGURA 02 – AÇÕES NORMAIS NAS EDIFICAÇÕES

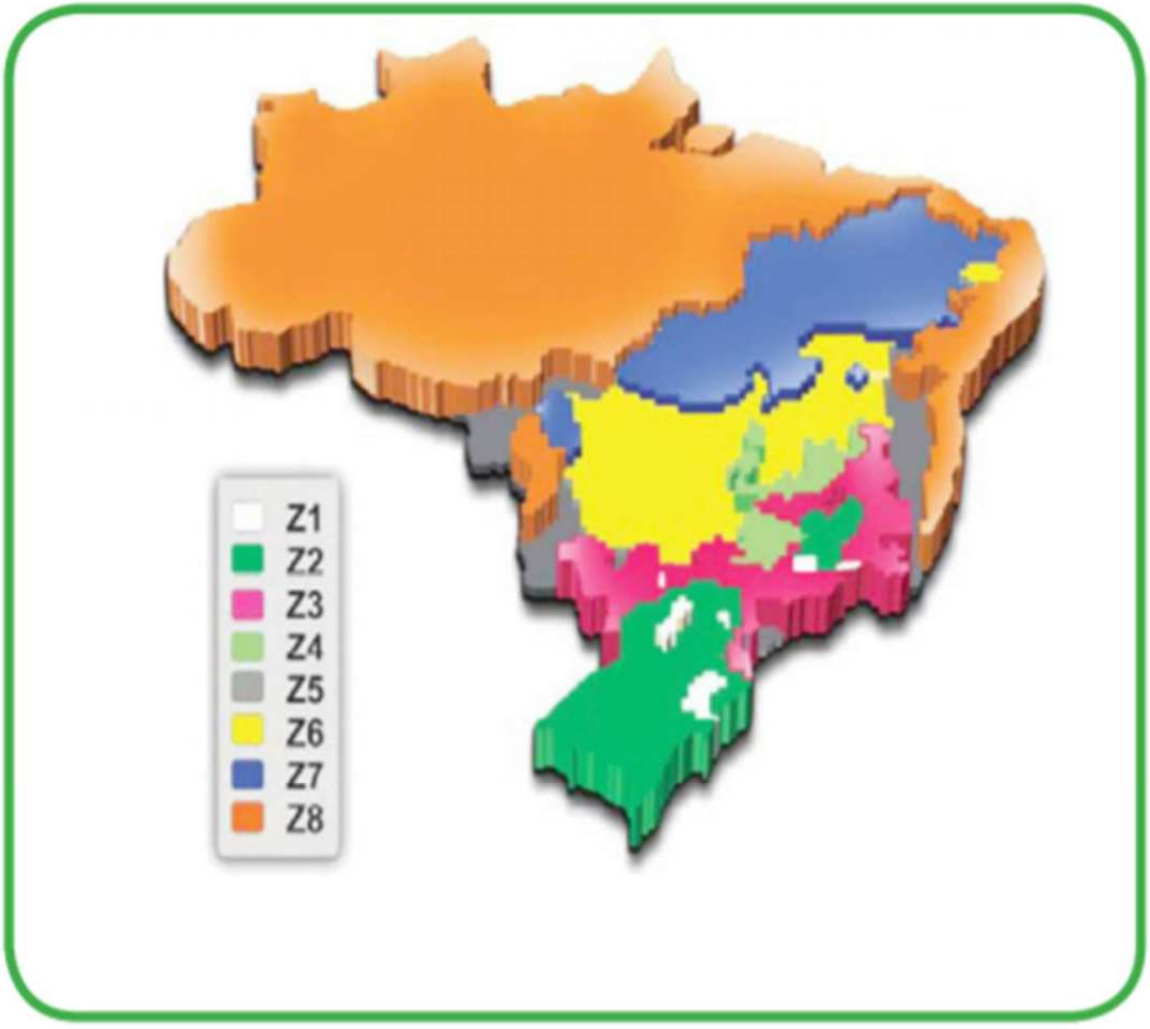


FONTE: Matozinhos (2015)

A NBR 15575 (ABNT, 2013), e a norma que diz respeito ao desempenho térmico das habitações residenciais de até 05 pavimentos, a mesma é fragmentada em seis partes. Esta norma estabelece critérios para poder avaliar as partes de uma habitação sendo classificada como mínimo (M), intermediário (I) e superior (S), levando em consideração as características como, transmitância térmica, resistência térmica, absortância e capacidade térmica, respeitando cada zona bioclimática em que a habitação se encontra.

Os oito setores de zonas bioclimáticas no território brasileiro são estabelecidos pela NBR 15220-3 (ABNT, 2008) para identificar em que zona se localiza a atual ou futura edificação, conforme apresentada na FIGURA 03 a cidade de Curitiba encontra-se na zona 1.

FIGURA 03 – ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO BRASILEIRO



FONTE: Adaptado de Triana e Ghisi (2013)

Curitiba está localizada em um planalto com áreas alagadas onde o inverno se torna úmido, atingindo temperatura média máxima no mês mais frio com 13 °C e a mais baixa em 2 °C. A temperatura média no verão, é de 21 °C, chegando a marcar mais de 30 °C em dias quentes. Mesmo na época do verão, pode apresentar ondas de frio e no inverno também pode apresentar calor inesperado, sem contar que pode apresentar as quatro estações do ano em um único dia. Alguns dos fatores que contribuem para as variações é o terreno plano, rodeado por montanhas que acaba bloqueando os ventos, permitindo que em dias frios, a neblina matinal cubra a cidade (PARANÁ TURISMO, 2019).

Os elementos determinantes para o desempenho térmico de uma habitação são: o piso, as paredes e a cobertura que envolvem a edificação, com seus materiais constituintes e a zona climática onde ela está situada. (MASCARÓ; MASCARÓ, 1992).

Segundo a NBR 13816 (ABNT, 1997), as placas cerâmicas usadas para revestimento são definidas como sendo material composto de argila e outras matérias primas inorgânicas, muito usados para revestir pisos e paredes, sendo conformadas por prensagem ou extrusão. Após processo de secagem e queima a temperatura de sintetização, onde se inicia a formação de fases vítreas, adquirem propriedades mecânicas, físicas e químicas superiores aos dos produtos de cerâmica vermelha.

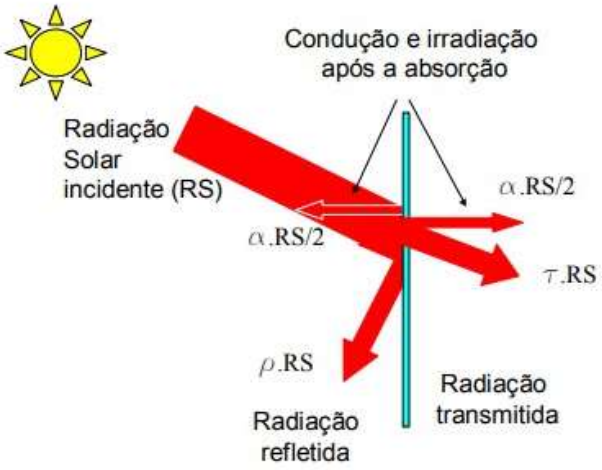
Para Milito (2006), as paredes são utilizadas como elemento de vedação, devem possuir características técnicas como isolamento térmico e acústico, resistência mecânica, durabilidade, estanqueidade e resistência ao fogo.

Pianca, (1978) cita que as vedações são erguidas em sentido vertical das edificações e compostas de elementos menores como os tijolos cerâmicos ou outros elementos, usados na construção de paredes divisórias, de vedação e estruturais.

River et al. (1991); Simpson e Tenwolde, (1999) afirmam que a madeira é um isolante térmico natural, que apresenta grande versatilidade, demonstrada por uma larga variedade de produtos, material esse ortotrópico, higroscópico, permeável, poroso e um composto biológico de extrema complexidade física e de extrema diversidade química. Definindo que a baixa condutividade térmica da madeira é presumida como uma de suas propriedades excepcionais em suas características de isolamento.

Lamberts, (2013) relata que para esquadrias com materiais transparentes como o vidro temos alguns aspectos como a radiação refletida que é os raios do sol que refletem em contato com o vidro, e a radiação transmitida, ou seja, são os raios solares que passam para o ambiente interno esquema esse representado na FIGURA 04 abaixo:

FIGURA 04 – RADIAÇÃO REFLETIDA EM ESQUADRIAS DE VIDRO



Fonte: Lamberts (2013)

Segundo Peralta (2006) a parte mais exposta da edificação a consequente ganho de calor é a cobertura. Ela é responsável por grande parte do fluxo de calor que entra na edificação e na sequência é transferido para o ambiente em dias de clima quente.

Melo (2010), concluiu que os telhados que apresentam os melhores resultados de desempenho térmico são os que têm as maiores inclinações.

A telha é o elemento construtivo mais importante entre as partes que compõem a cobertura, pois está diretamente relacionada com os ganhos de calor e interfere no conforto térmico, assim sendo, no consumo de energia. Portanto, é necessário verificar o material que melhor se adéqua ao clima da região, em edificações compostas apenas por telhado (PERALTA, 2006).

Lajes são estruturas planas e horizontais podendo ser de concreto armado ou pedra apoiadas sobre vigas e pilares, dividindo os pavimentos. Para lajes de concreto existem dois tipos básicos maciças e nervuradas. No quesito lajes nervuras estão as lajes pré-fabricadas ou pré-moldadas (Pinhal, 2009).

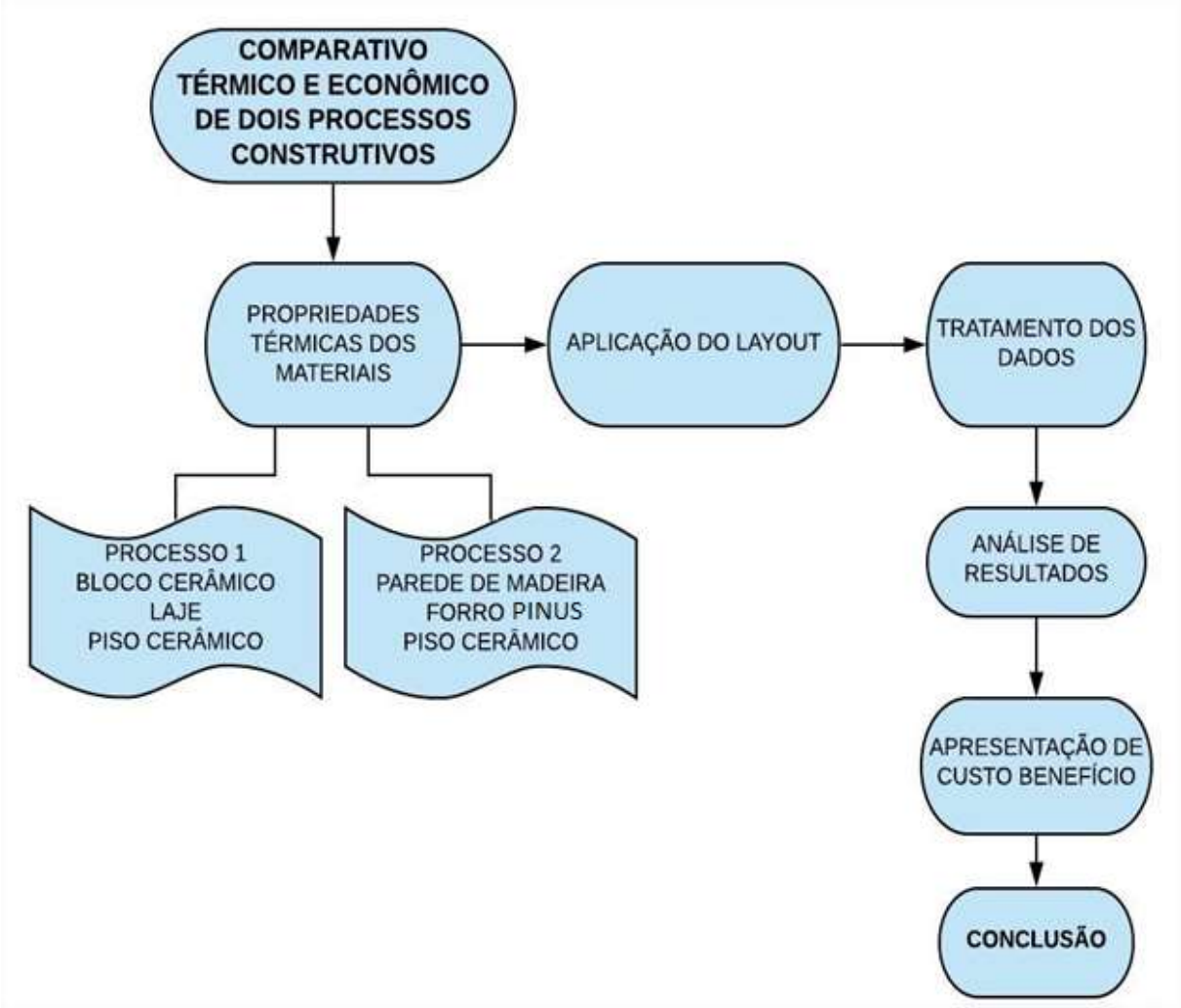
De acordo Borges (1997), os elementos pré-moldados são fabricados em série, em sistemas de produção em massa, onde é feito vários em um lote, ou em um turno, para somente depois serem transportados e montados na obra, suas principais vantagens são: a rapidez para execução da obra, o peso da estrutura e o custo final da obra. Fator importante é que não precisa o uso de fôrmas para a execução das lajes.

O conhecimento da refletância das cores de tintas mais utilizadas em pintura da superfície externa das edificações, é um influenciador considerável no controle do

desempenho térmico, com a função do ganho ou perda do calor solar, sendo proveitosos para os ocupantes do interior do ambiente que recebem os resultados no conforto físico e psicológico, reduzindo a necessidade da utilização de sistemas mecânicos de calefação ou refrigeração (CAMOUS; WATSON, 1986).

Conforme o fluxograma na FIGURA 05, é possível verificar análise das etapas constituintes na pesquisa, tratamentos dos dados e as análises, também sequência dos processos, como também o melhor custo benefício e a conclusão quanto ao melhor desempenho apresentado.

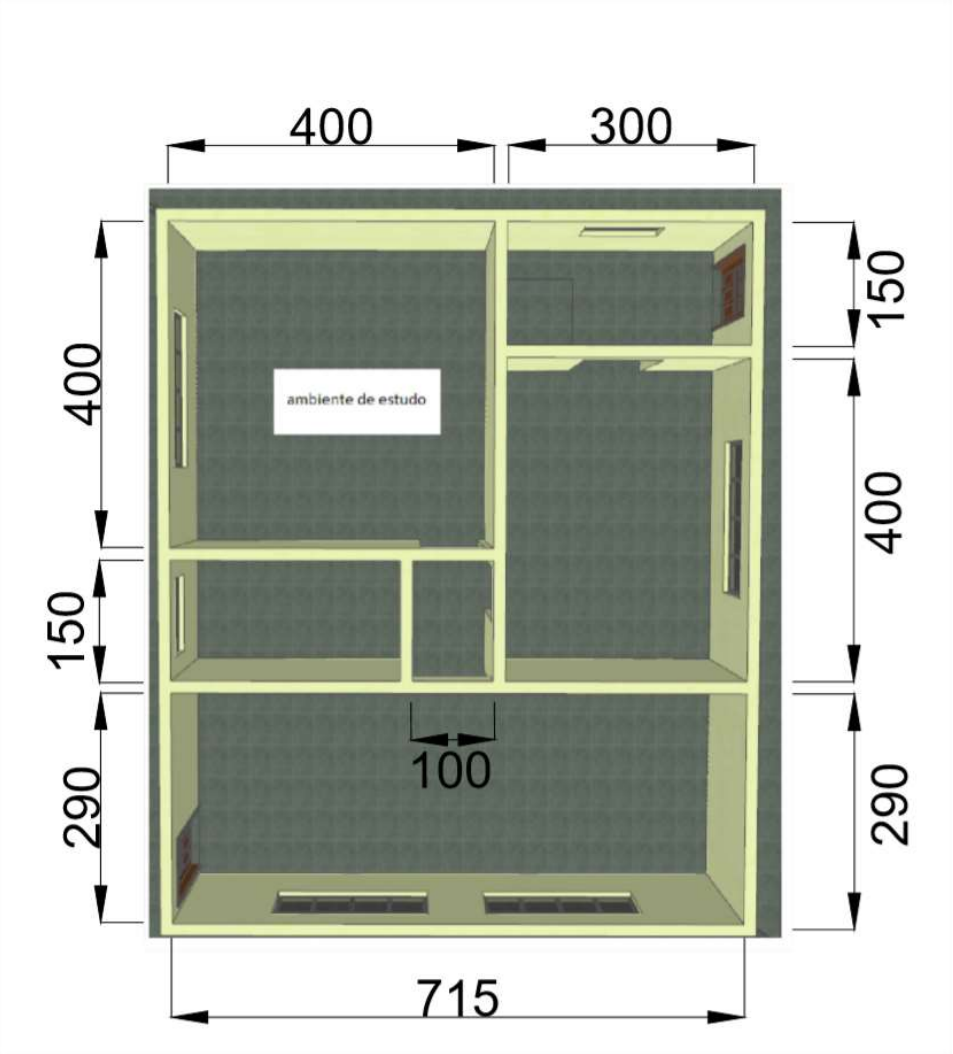
FIGURA 05 – FLUXOGRAMA



FONTE: Os autores (2019)

Após a obtenção das características térmicas dos materiais os índices foram submetidos ao layout da residência onde considerou-se a composição de cada parede externa da residência com incidência solar direta de modo que obtivéssemos os dados de atraso térmico do conjunto de barreiras em torno do perímetro do cômodo estudado.

FIGURA 06 – LAYOUT PARA CÁLCULO



FONTE: Os autores (2019)

Primeiro processo utilizando uma camada de 2,5 cm de reboco de ambos os lados mais um bloco cerâmico de 10 cm de espessura, para cálculo da parede superior a área de estudo considerando a mesma em seu período diário de insolação. Obteve-se com essa composição um atraso térmico de 3,7 horas. Alterando os materiais desta mesma parede, porém considerando agora uma relação composta por madeira 2,5 cm + câmara de ar de 10 cm + madeira 2,5 cm, resultou em um atraso térmico de 2,9 horas. Nota-se uma diminuição no atraso térmico neste caso, demonstrando que a composição da parede de madeira possui uma menor resistência à passagem de calor sobre a parede de bloco cerâmico.

Considerando a parede esquerda da área de estudo como a face ensolarada, verifica-se que o centro desta parede possui uma abertura para janela, onde se fez necessário analisar as propriedades térmicas do vidro que a compõe.

TABELA 01 – INFLUENCIA DA ÁREA ESQUADRIA DE VIDRO NAS PAREDES

MATERIAL	ATRASO TÉRMICO	PERCENTUAL DA ÁREA	ATRASO EFETIVO PARA CONJUNTO
VIDRO	0,1 HORA (S)	22%	0,022 HORA (S)
PAREDE DE ALVENARIA	3,7 HORA (S)	78%	2,886 HORA (S)
PAREDE DE MADEIRA	2,9 HORA (H)	78%	2,262 HORA (S)

FONTE: Os autores (2019)

Sendo assim, a parede de alvenaria somada à área envidraçada resultou em um atraso térmico de 2,908 horas, e a parede de madeira em um atraso de 2,284 horas.

Analisando a parede à direita da área de estudo, sendo que existe um cômodo adjacente à esta área, e este cômodo apresenta parede externa com face ensolarada.

TABELA 02 – INFLUENCIA DA ÁREA ESQUADRIA DE VIDRO E MADEIRA PARA PAREDE DE ALVENARIA

COMPOSIÇÃO PAREDE DE ALVENARIA + CÂMARA DE AR + PAREDE DE ALVENARIA EXTERNA

MATERIAL	ATRASO TÉRMICO	PERCENTUAL DA ÁREA	ATRASO EFETIVO PARA CONJUNTO
PORTA DE MADEIRA	34,3 HORA (S)	16%	5,488 HORA (S)
VIDRO	34,2 HORA (S)	22%	7,524 HORA (S)
PAREDE DE ALVENARIA	46,2 HORA (S)	62%	28,644 HORA (S)
		TOTAL ATRASO	**41,656 HORA (S)**

FONTE: Os autores (2019)

Para composição da parede de madeira obteve-se o seguinte resultado.

TABELA 03 – INFLUENCIA DA ÁREA ESQUADRIA DE VIDRO E MADEIRA PARA PAREDE DE MADEIRA

COMPOSIÇÃO PAREDE DE MADEIRA + CÂMARA DE AR + PAREDE DE MADEIRA EXTERNA

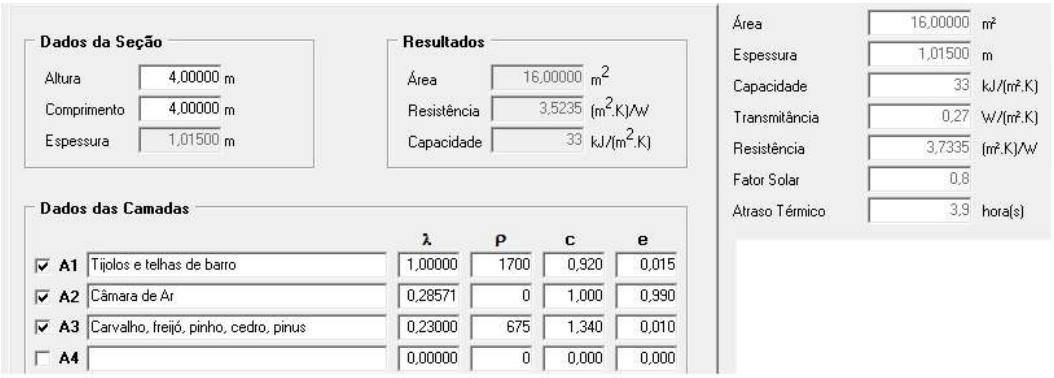
MATERIAL	ATRASO TÉRMICO	PERCENTUAL DA ÁREA	ATRASO EFETIVO PARA CONJUNTO
PORTA DE MADEIRA	14,7 HORA (S)	16%	2,352 HORA (S)
VIDRO	14,7 HORA (S)	22%	3,234 HORA (S)
PAREDE DE MADEIRA	18,3 HORA (S)	62%	11,346 HORA (S)
		TOTAL ATRASO	**16,932 HORA (S)**

FONTE: Os autores (2019)

Composição para parede inferior como face ensolarada gerou devido a múltiplas camadas e a grande câmara de ar que se cria entre os ambientes, obteve-se os valores de atraso térmico próximo a 70 horas com a composição de alvenaria e a composição de madeira 65,6 horas.

Cálculo para telha cerâmica comum na cor natural (sem pintura) como demonstrado na FUGIRA 07. Telha utilizada na espessura 1,5 cm + câmara de ar de 99 cm+ forro pinus 1 cm.

FIGURA 07 - CONSIDERAÇÕES DAS CAMADAS DA COBERTURA



FONTE: Os autores (2019)

Interação de cálculo para laje pré-moldada com tavelas cerâmicas. A composição da laje aplicado aos cálculos, adicionando 4 mm de manta asfáltica para impermeabilização e 3 cm de proteção mecânica.

Primeiramente criamos a proposta como laje maciça em seguida elaboramos a planilha de área de influência conforme analise obtida da composição com a cerâmica,

TABELA 04 – INFLUENCIA DA ÁREA DA TAVELA CERAMICA PARA LAJE DE CONCRETO

MATERIAL	ATRASO TÉRMICO	PERCENTUAL DA AREA	ATRASO EFETIVO PARA CONJUNTO
BLOCO CERAMICO + CONCRETO	3,8 HORA (S)	71%	2,698 HORA (S)
CONCRETO	3,7 HORA (S)	29%	1,073HORA (S)
		TOTAL ATRASO	**3,771 HORA (S)**

FONTE: Os autores (2019)

O piso cerâmico apresentou para a composição de: 8 cm de contrapiso de concreto e uma placa cerâmica de 7 mm o resultado de 3,4 horas de atraso térmico, considerando uma cerâmica de densidade de 2000 kg/m³.

Através de uma composição simplificada das paredes e telhados foi montado o QUADRO 01 onde se evidenciam os custos para construção desses processos, a diferença pode ser ainda maior se a for considerar mais itens que compõem esses processos além desses materiais de vedação.

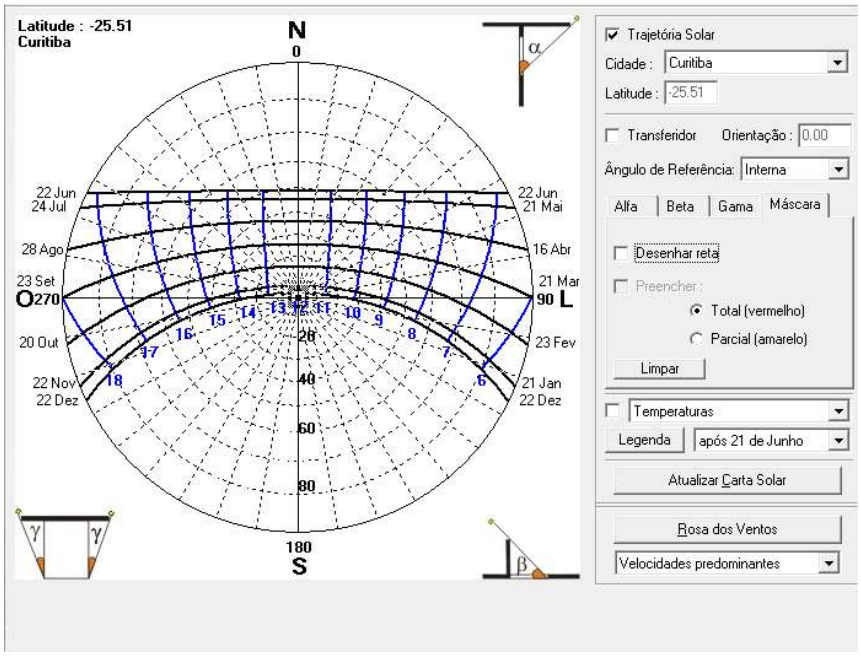
QUADRO 01 – CUSTOS DOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS

Parede de madeira	R$ 18.554,71
Parede de alvenaria cerâmica	R$ 27.916,74
Telhado cerâmico	R$ 18.551,74
Laje	R$ 18.711,38

FONTE: Os autores (2019)

Através da do programa SOLAR – AR obtivemos os dados das horas de incidência solar em relação a cidade de Curitiba em determinados períodos do ano, conforme demonstrado na FIGURA 08.

FIGURA 08 – CARTA SOLAR DE CURITIBA



FONTE: Os autores (2019)

Assim estabelecendo que no período de inverno a área ensolarada norte tem um total de 11,20 horas, bem como no verão a mesma tem aproximadamente 4 horas. Já para

a orientação ao sul observa-se ausência de incidência solar para o inverno e uma quantidade aproximada de 5,6 horas para o verão.

3. CONCLUSÃO

Com o exposto no capitulo 4, pode-se observar que a cerâmica em comparação com a madeira como matéria empregada no sistema de vedação vertical (parede), no que tange isolamento térmico e custo, apresentou melhor resultado. Conclui-se isto por sua sutil diferença de atraso térmico. Porém, analisando os dados da carta solar e da evidente diferença de custos, a madeira proporciona rápida transferência térmica, sendo indicada para quaisquer orientações da residência. Contudo levando em conta a orientação geográfica da residência para o solstício de verão, não se recomenda orientar a parede superior da área de estudo para o sul ou para oeste com a utilização da vedação em madeira, e sim o material cerâmico devido à sua maior resistividade.

Já para a análise de telhado e laje, ambos obtiveram custo e propriedades térmicas semelhantes, com base nesses resultados fica a critério do projetista a utilização de uma solução ou outra.

Desta forma, a composição mais economicamente viável conforme o objeto de estudo foi a vedação em madeira com telhado cerâmico. Cerca de 34% mais econômico construir em madeira sendo que a resistência térmica da parede de alvenaria ficou em torno de 21% maior que a da madeira.

Conforme estudo verificou-se que a influência de aquecimento das fachadas inferior e a direita da área de estudo é praticamente nula.

Por sua vez verificou-se que na fachada a esquerda da área de estudo foi a que apresentou o melhor desempenho quanto ao ganho de calor no ambiente no solstício de inverno, como o clima da região de Curitiba tem cerca de 77% do ano de clima com desconforto para o frio é interessante projetar os ambientes de maior permanência nesta fachada.

4. REFERÊNCIAS

ARANTES, B. **Conforto Térmico em Habitações de Interesse Social - Um Estudo de Caso.** 2013. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidades Estadual Paulista, Bauru, 2013.

_____. ABNT. **NBR 13816**: Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997.

_____. ABNT. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações – Parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2008.

_____. ABNT. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2008.

_____. ABNT. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2008.

_____. ABNT. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BORGES, José Umberto Arnaud; FUSCO, Péricles Brasiliense. **Critérios de projeto de lajes nervuradas com vigotas pré-fabricadas**. 1997.Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

CAMOUS, R; WATSON, D. El Habitat Bioclimatico - De la concepcion a la construcion. Barcelona: Gustavo Gili S. A., 1986.

COSTA, E. C.. **Física aplicada à construção civil: conforto térmico.** 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2003. 168 p.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **O Conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/confortoTermicoHumano>. Acesso em: 22 out. 2019.

LAMBERTS, R.. **CONFORTO E STRESS TÉRMICO.** Santa Catarina: Labeee, 2016. 144 p.

LAMBERTS, R.. **Desempenho Térmico de edificações:** Aula 10: Eficiência energética em janelas. 2013. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/AulaDesempenho%20termico%20janelas.pdf>. Acesso em: 19 out. 2019.

LAMBERTS, R.. **Desempenho Térmico de edificações:** Aula 9: Desempenho térmico de paredes e coberturas. 2013. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161%20Aula%209%20-%20Desempenho%20termico%20paredes%20e%20coberturas.pdf>. Acesso em: 28 out. 2019.

MATOZINHOS, R.. **Desempenho nas Edificações Habitacionais.** 2015. Disponível em: <http://aei.org.br/aei2016/wp-content/uploads/15-10-15-9h15min-Norma-de-Desempenho-Eng-Roberto-Matozinhos-Sinduscon-MG.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2019.

MELO, T. V.. **Avaliação de Diferentes Materiais de Cobertura, Inclinações e Exposições de Telhado na Temperatura Interna em Modelos Reduzidos de Instalações Zootécnicas.** 2010. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Curso de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2010.

MILITO, J. A. de. **Técnicas de construção civil e construção de edifícios**. Apostila. Coordenador Eng. Civil e Prof. Da PUC-Campinas. Sorocaba: Faculdade de Engenharia de Sorocaba (FACENS), 2006, 303p.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-17 - Ergonomia. 2018.

PARANÁ TURISMO. **Clima do Paraná.** Disponível em: <http://www.turismo.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=393>. Acesso em: 20 maio 2019.

PERALTA, G.. **Desempenho Térmico de Telhas: Análise de Monitoramento e Normalização Específica.** 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

PIANCA, J. B. **Manual do construtor**. Porto Alegre: Globo, 1978. 841p.

PINHAL. Terminologias Arquitetônicas. Disponível em: <http://www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2009/02/o-que-e-laje/>. Acesso em: 02 nov. 2019.

RIVER, B. H. et al. **Potencialidades do Uso da Madeira em Construções para a Obtenção de Conforto Térmico.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320591867_POTENCIALIDADES_DO_USO_DA_MADEIRA_EM_CONSTRUCOES_PARA_A_OBTENCAO_DO_CONFORTO_TERMICO_POTENTIALITIES_OF_USE_OF_WOOD_IN_CONSTRUCTIONS_FOR_OBTAINING_THERMAL_COMFORT>. Acesso em: 15 maio 2019.

SIMPSON, W.; TENWOLD, A.. **Potencialidades do Uso da Madeira em Construções para a Obtenção de Conforto Térmico.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320591867_POTENCIALIDADES_DO_USO_DA_MADEIRA_EM_CONSTRUCOES_PARA_A_OBTENCAO_DO_CONFORTO_TERMICO_POTENTIALITIES_OF_USE_OF_WOOD_IN_CONSTRUCTIONS_FOR_OBTAINING_THERMAL_COMFORT>. Acesso em: 15 maio 2019.

TRIANA, M. A.; GHISI, E. **Benefícios para aplicação do selo casa azul. 2013.** Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/Beneficios_selo-casa-azul.pdf>. Acesso em: 10 maio 2019.