



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ANANINDEUA
FACULDADE DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

GISELE FABIANE DO NASCIMENTO GOMES

ANÁLISE SOBRE DESEMPENHO TÉRMICO ESTRUTURAL

ANANINDEUA - PA

2022

GISELE FABIANE DO NASCIMENTO GOMES

ANÁLISE SOBRE DESEMPENHO TÉRMICO ESTRUTURAL

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciência e Tecnologia com ênfase em tecnologia mecânica, pela Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua.

Orientador: Dr. Luiz C. Fialho Andrade

ANANINDEUA - PA

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

D631a do Nascimento Gomes, Gisele Fabiane.
Análise sobre Desempenho Térmico Estrutural / Gisele
Fabiane do Nascimento Gomes. — 2022.
10 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Luiz Claudio Fialho Andrade
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua, Curso de
Ciência e Tecnologia, Ananindeua, 2022.

1. Desempenho Térmico. 2. Materiais tradicionais.
3 . Materiais alternativos. I. Título.

CDD 621.402

GISELE FABIANE DO NASCIMENTO GOMES

ANÁLISE SOBRE DESEMPENHO TÉRMICO ESTRUTURAL

Trabalho de conclusão de curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Ciência e Tecnologia com ênfase em tecnologia mecânica, pela Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua

Orientador: Dr. Luiz C. Fialho Andrade

APROVADO EM: 16 / 12 /2022

BANCA EXAMINADORA

Luiz C. F. Andrade

Prof. Dr. Luiz Claudio Fialho Andrade
Orientador – UFPA

Jean Carlos de Almeida Nobre

B.Sc. Jean Carlos de Almeida Nobre
Examinador Externo - UFPA

David Lohan Pereira de Sousa

B.Sc. David Lohan Pereira de Sousa
Examinador Externo - UFPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e minha família, em especial meus avós paternos Geraldo e Nazaré (in memoriam) pelo incentivo aos primeiros anos escolares.

A Universidade Federal do Pará por ter proporcionado ensino, pesquisa e extensão de qualidade.

A Faculdade de Ciência e Tecnologia juntamente com seu corpo técnico e docente.

Aos Bacharéis em Ciência e Tecnologia Jean C. A. Nobre e David L. P. Sousa, pela sugestão da linha de pesquisa e orientação deste resumo expandido onde dividiram seus conhecimentos sobre os *softwares* utilizados, já que foram desbravadores no *software Energyplus* no campus universitário de Ananindeua.

Ao meu orientador, o Prof Dr. Luiz Claudio Fialho Andrade pela paciência em tirar dúvidas e orientar da melhor forma este trabalho científico.

RESUMO

Existem diversos tipos de materiais no planeta Terra, a presente pesquisa visa comparar para fins de desempenho térmico diferentes materiais utilizados em construções habitacionais. As comparações feitas levam em consideração materiais tradicionais e alternativos. Os materiais tradicionais são os de senso comum, encontrados na maioria das casas habitacionais, como por exemplo tijolo cerâmico, telha cerâmica e piso cerâmico, etc. Os materiais alternativos fogem do senso comum, são materiais muitas das vezes feitos de compósitos, usou-se na pesquisa telhas feitas de polímeros e tijolo de Terra crua (Adobe). Cada material possui características térmicas como condutividade térmica, calor específico, densidade, entre outras, devido a estas características os materiais respondem de uma forma diferente a determinada situação climática, a fim de encontrar o material com um melhor isolamento térmico para o clima da cidade de Belém-Pa é *feita a análise comparativa*. A análise comparativa entre os materiais tradicionais e alternativos se dá pela temperatura interna do ar em °C que são influenciadas por cargas interna e externas em uma estrutura habitacional padrão, com base nessa temperatura pode-se analisar o isolamento térmico de cada combinação de materiais.

Palavras-chave: Desempenho Térmico. Materiais tradicionais. Materiais alternativos.

ABSTRACT

There are several types of materials on planet Earth, this research aims to compare different materials used in housing constructions for thermal performance purposes. The comparisons made take into account traditional and alternative materials. Traditional materials are those of common sense, found in most residential houses, such as ceramic brick, ceramic tile and ceramic floor, etc. Alternative materials are far from common sense, they are materials often made of composites, tiles made of polymers and raw earth brick (Adobe) were used in the research. Each material has thermal characteristics such as thermal conductivity, specific heat, density, among others, due to these characteristics the materials respond differently to a given climate situation, in order to find the material with the best thermal insulation for the climate of the city of Belém-Pa comparative analysis is performed. The comparative analysis between traditional and alternative materials is based on the internal air temperature in °C, which are influenced by internal and external loads in a standard housing structure, based on this temperature, the thermal insulation of each combination of materials can be analyzed.

Keywords: Thermal Performance. Traditional materials. Alternative materials.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	09
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	09
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	10
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10

ANÁLISE SOBRE DESEMPENHO TÉRMICO ESTRUTURAL

Gisele Fabiane do Nascimento Gomes¹, Patrick Mar Siqueira², Melchiades Gomes da Silva³,
Jean Carlos de Almeida Nobre⁴, David Lohan Pereira de Sousa⁵, Luiz Claudio Fialho
Andrade⁶

¹Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Brasil (gisele.gomes@ananindeua.ufpa.br)

²Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Brasil

³Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Brasil

⁴Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Brasil

⁵Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Brasil

⁶Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Brasil

Resumo: O objetivo deste estudo é analisar o desempenho térmico em uma estrutura padrão em Belém-PA no ano de 2021 com materiais tradicionais e alternativos, verificando qual combinação de materiais são melhores isolantes térmicos para o clima local.

Palavras-chave: Desempenho térmico; Materiais tradicionais; Materiais alternativos.

INTRODUÇÃO

A presente pesquisa visa analisar materiais tradicionais e alternativos utilizados em construções habitacionais. Devido às características dos materiais como condutividade térmica, calor específico, densidade e espessura cada material responde de uma forma diferente a determinada condição climática. Para encontrar o melhor conjunto de materiais para paredes e telhados, quanto ao isolamento térmico, para o clima da cidade de Belém-PA, dentre dois grupos de materiais, é feita esta análise comparativa. Na pesquisa utilizou-se três softwares: o *EnergyPlus* que permite estudar o comportamento térmico de estruturas; o *Openstudio*, que é vinculado ao *EnergyPlus* para melhorar a usabilidade e otimizar o estudo; e o *SketchUp* para desenvolver o desenho arquitetônico.

MATERIAIS E MÉTODOS

O foco desta pesquisa é realizar simulações sobre desempenho térmico nos meses de 2021 para analisar as temperaturas internas do ar em uma casa padrão com materiais tradicionais e alternativos. Com isso, pode-se analisar qual combinação de materiais é o melhor isolante térmico para uma mesma estrutura. O arquivo climático utilizado na simulação foi o de Belém-PA, disponibilizado na página da internet do *Energyplus*.

A primeira simulação, foi realizada usando materiais tradicionais, cujos elementos construtivos e suas

propriedades são mostrados na Figura 1, Na segunda simulação utilizou-se o mesmo conjunto de elementos e suas propriedades, à exceção da telha de fibrocimento (substituída pela telha pet) e o bloco cerâmico (substituído pelo tijolo de terra crua (Adobe)), como mostrado na Figura 2.

Material	Espessura (m)	Condutividade (W/mK)	Densidade (kg/m ³)	Calor Específico (J/kgK)
Piso de concreto	0,10	1,75	2200	1
Telha de fibrocimento	0,02	0,95	1800	920
Porta de madeira	0,03	0,15	614	2300
Bloco cerâmico	0,096	0,9	1764	920
Vidro comum	0,01	1,0	2500	840

Figura 1. Dados Térmicos. Fonte: ABNT-Projeto 02:135.07-001/2. Rio de Janeiro, (2003).

Material	Espessura (m)	Condutividade (W/mK)	Densidade (kg/m ³)	Calor Específico (J/kgK)
Telha pet	0,02	0,3	1350	920
Tijolo Adobe	0,297	0,55	1341,05	920

Figura 2. Dados Térmicos. Fonte: DAL SOGLIO, (2018).

A Figura 3 ilustra a estrutura padrão feita no *SketchUp* com um comprimento de 8 m, largura de 6 m e altura de 3,5 m.

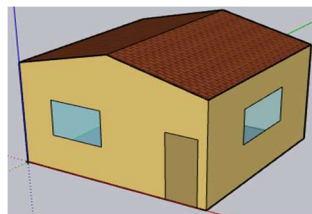


Figura 3. Casa padrão. Fonte: Autor, (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 encontram-se as temperaturas mínimas, máximas e médias para cada mês com materiais tradicionais. Nota-se que o mês com a maior temperatura foi o de junho e o com a menor foi o de fevereiro.

Tabela 1. Resultados do *Energyplus* da temperatura do ar na estrutura com materiais tradicionais.

Meses	Média °C	Mín. °C	Máx. °C
Janeiro	26.887	24.177	30.722
Fevereiro	26.465	23.482	30.064
Março	26.790	23.781	29.884
Abril	26.742	23.898	30.098
Mai	26.757	24.176	30.452
Junho	27.483	24.406	30.956
Julho	26.991	24.116	30.263
Agosto	27.318	23.777	30.811
Setembro	26.899	24.071	30.160
Outubro	27.261	24.023	30.645
Novembro	27.280	24.242	30.716
Dezembro	27.404	24.391	30.646
Anual	27.027	23.482	30.956

Fonte: Autor, (2022).

Na tabela 2 encontram-se as temperaturas mínimas, máximas e médias para cada mês com materiais alternativos. Nota-se que o mês com a maior temperatura do ar interna foi o de dezembro e o com a menor temperatura foi o de fevereiro.

Tabela 2. Resultados do *Energyplus* da Temperatura do ar na estrutura com materiais alternativos.

Meses	Média °C	Mín. °C	Máx. °C
Janeiro	25.855	23.560	29.1104
Fevereiro	25.509	22.930	28.5425
Março	25.736	23.363	28.3012
Abril	25.672	23.344	28.4441
Mai	25.660	23.582	28.5381
Junho	26.231	23.776	28.9862
Julho	25.852	23.501	28.5449
Agosto	26.108	23.265	28.9328
Setembro	25.803	23.532	28.4879
Outubro	26.110	23.484	28.9922
Novembro	26.182	23.729	29.1033
Dezembro	26.310	23.790	29.1803
Anual	25.922	22.930	29.1803

Fonte: Autor, (2022).

A Figura 4 mostra a curva de duração da temperatura do ar durante o ano de 2021 em horas. Nota-se que para materiais tradicionais (linha azul) cerca de 5.950 h do ano está com a temperatura entre 26 °C a 30,9 °C, representando aproximadamente 68,62% do período anual em horas. Para a curva de duração com materiais alternativos (linha Vermelha), tem-se 4.390 h do ano que está com a temperatura entre 26 °C a

29,18 °C, representando aproximadamente 50,12% do período anual em horas. Por fim, nota-se que para o ponto referencial escolhido no gráfico de 26 °C houve uma diferença de 18,5% em horas, ilustrando que os materiais tradicionais permaneceram por mais tempo com a temperatura a partir de 26 °C.

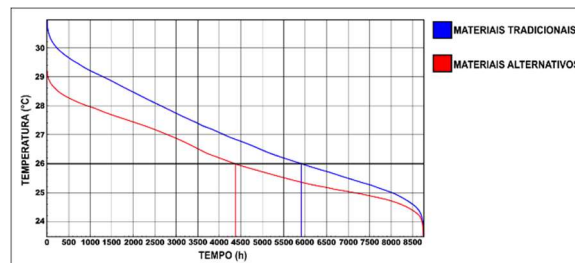


Figura 4. Curva de duração. Fonte: Autor, (2022).

Nota-se que a média anual da temperatura do ar com materiais tradicionais conforme a Tabela 1 é de 27 °C com uma curva de duração que vai de 23,4 °C a 30,9 °C durante 8.760 h do ano. Conforme a Tabela 2 os materiais alternativos apresentam uma média anual de 25,9 °C com uma curva de duração entre 22,9 °C a 29,19 °C durante 8.760 h do ano. Com isso, os materiais alternativos apresentaram menores temperaturas do ar na estrutura analisada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os materiais alternativos (telha pet e tijolo adobe) demonstraram-se melhores isolantes térmicos para o clima de Belém-PA, além de ajudarem contra a poluição e no reaproveitamento de materiais no meio ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Projeto 02:135.07-001/2. 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, 2003.

Dal Soglio, Carolina Rodrigues et al. Avaliação das propriedades térmicas de tijolos de terra crua (adobes). Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, p. 1124-1130, 2018.

EnergyPlus. Versão 9.3.0. Disponível em: <<https://energyplus.net/>>. Acesso: 29 ago. 2022.

Openstudio. Versão 1.0.0. Disponível em: <<https://www.openstudio.net/>> Acesso em: 3 ago. 2022.

SketchUp. Make 2017. Disponível em: <<https://www.sketchup.com/pt-BR>>. Acesso: 28 ago. 2022.