

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ TIAGO DE CASTRO

**INFLUÊNCIA DA COR DA TINTA NA TEMPERATURA INTERNA DE  
EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DE TIJOLOS: um estudo de caso**

CAMPO MOURÃO

2021

JOSÉ TIAGO DE CASTRO

**INFLUÊNCIA DA COR DA TINTA NA TEMPERATURA INTERNA DE  
EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DE TIJOLOS: um estudo de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior em Engenharia Civil do Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACOC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, para obtenção do título de bacharel em engenharia civil.

Orientador: Prof. Dr. Vera Lucia Barradas  
Moreira

CAMPO MOURÃO

2021



**Ministério da Educação**  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
**Câmpus Campo Mourão**  
**Diretoria de Graduação e Educação Profissional**  
**Departamento Acadêmico de Construção Civil**  
**Coordenação de Engenharia Civil**



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

**INFLUÊNCIA DA COR DA TINTA NA TEMPERATURA INTERNA DE EDIFÍCIOS DE ALVENARIA DE TIJOLOS: um estudo de caso**

por

**José Tiago de Castro**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 17 h do dia 20 de agosto de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Dr Adalberto Luiz**

**Rodrigues de Oliveira**

(UTFPR)

**Prof. Ms. Roberto Widerski**

(UTFPR)

**Prof. Dr. Vera Lucia Barradas**

**Moreira**

(UTFPR)

**Orientador**

Responsável pelo TCC: **Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof. Me. Valdomiro Lubachevski Kurta**

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.*

## RESUMO

Nos últimos anos o Brasil vem sofrendo com a escassez de chuvas, e com o aumento da tarifa de energia devido a crise hídrica. A climatização de ambientes corresponde a um dos itens de maior consumo de energia nas edificações, e neste trabalho analisamos uma possível maneira de economizar energia através de uma construção mais eficiente termicamente . Este trabalho apresenta a construção em alvenaria de um protótipo com 1mx1mx0.9m e a análise da temperatura interna e externa para verificar se a cor da tinta aplicada na parede externa influencia ou não na temperatura interna. O protótipo foi pintado de 3 cores diferentes, são elas, branco, verde e preto. Foi utilizado tinta acrílica fosca da marca grafitex, para cada cor foram coletados dados de 30 em 30 minutos em cada dia , durante 5 dias, para que posteriormente os dados coletados servissem de base para averiguar se é possível diminuir a temperatura interna em regiões tropicais através do uso de cores mais claras ou aumentar a temperatura interna em regiões frias através de cores mais escuras nas paredes externas

**Palavras-chave:** Protótipo. Temperatura média. Variação térmica

## **ABSTRACT**

In recent years, Brazil has been suffering from the scarcity of rain, and the increase in energy tariffs due to the water crisis. The air conditioning of environments corresponds to one of the items with the highest energy consumption in buildings, and in this work we analyze a possible way to save energy through a more thermally efficient construction. This work presents the masonry construction of a prototype with 1mx1mx0.9m and the analysis of the internal and external temperature to verify whether the color of the paint applied to the external wall influences the internal temperature or not. The prototype was painted in 3 different colors, they are white, green and black. Matt acrylic paint from the grafitex brand was used, for each color, data were collected every 30 minutes each day, for 5 days, so that later the collected data could serve as a basis to determine if it is possible to reduce the internal temperature in tropical regions through from using lighter colors or increasing the internal temperature in cold regions through darker colors on the external walls.

**Keywords:** Prototype. Average temperature. thermal variation

## Lista de Figuras

Figura 1 - Valores de refletância de diferentes materiais .....	11
Figura 2 - Comprimento de onda correspondente a cada cor .....	15
Figura 3 – Orientação do protótipo com relação ao norte .....	18
Figura 4- levantamento das paredes e chapisco .....	18
Figura 5 - reboco e laje.....	19
Figura 6 - Porta, janela, telhado e pontos cardeais .....	19
Figura 7 - Pintura na cor branca .....	20
Figura 8 - Pintura na cor verde .....	20
Figura 9 - Pintura na cor preta.....	21
Figura 10 - Termômetros calibrados.....	22
Figura 11 - Câmera wifi .....	23
Figura 12 - imagem dos termômetros captada pela câmera .....	23

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Média de temperatura interna e externa na cor branca.....	24
Gráfico 1 – Média de temperatura interna e externa na cor branca.....	24
gráfico 2 - Diferença entre a temperatura interna e a externa (cor branca) .....	25
gráfico 3 - Temperatura média interna e externa (cor verde).....	26
gráfico 4 - Diferença entre a temperatura interna e a externa (cor verde) .....	27
gráfico 5 - média de temperatura interna e externa na cor preto .....	28
gráfico 6 - Diferença entre a temperatura interna e a externa (cor preto) .....	28
gráfico 7 - Temperatura interna em dias onde a temperatura externa era bem semelhante .	29

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	7
<b>2.1 OBJETIVO GERAL</b> .....	7
<b>2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	8
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	8
<b>4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	10
<b>4.1 CONFORTO TÉRMICO</b> .....	10
<b>4.2 TRANSMISSÃO DE CALOR</b> .....	10
4.2.1 Convecção .....	10
4.2.2 Radiação .....	10
4.2.3 Condução .....	12
<b>4.3 COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISSÃO TÉRMICA</b> .....	12
<b>4.4 TROCAS DE CALOR EM PAREDES OPACAS</b> .....	12
<b>4.5 TINTAS</b> .....	13
<b>4.5.1 PROPRIEDADES DAS TINTAS</b> .....	13
<b>4.5.2 COMPOSIÇÃO DA TINTA</b> .....	14
<b>4.5.3 TINTAS ACRÍLICAS</b> .....	14
<b>4.5.4 CORES</b> .....	14
4.5.4.1 PIGMENTOS BRANCOS .....	16
4.5.4.2 PIGMENTOS COLORIDOS .....	16
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	17
<b>6 RESULTADOS</b> .....	24
<b>6.1 RESULTADOS COR BRANCA</b> .....	24
6.1.2 VARIAÇÕES MÉDIAS COR BRANCA .....	25
<b>6.2 RESULTADOS COR VERDE</b> .....	25
6.2.1 VARIAÇÕES MÉDIAS COR VERDE .....	26
<b>6.3 RESULTADOS COR PRETA</b> .....	27
6.3.1 VARIAÇÕES MÉDIAS DE TEMPERATURA .....	28
<b>6.4 ANÁLISE DOS DADOS EM APENAS UM DIA EM CADA COR</b> .....	29
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31



## **1 INTRODUÇÃO**

Nos últimos anos no Brasil o custo da energia está ficando cada vez mais alto devido às crises hídricas ocorridas em nosso país. A alta da tarifa de energia dos consumidores residenciais deve chegar a 44%, no acumulado entre 2014 e 2018 (Abrace 2018)

Uma das maneiras de reduzir o valor da conta de energia é a construção de novas usinas geradoras de energia e de novas redes de transmissão, porém segundo Adriano Pires (2012), diretor do Centro Brasileiro de Infraestrutura, não é possível o aumento rápido da oferta de energia pois isso depende de grandes obras, uma alternativa é uma conscientização da população para a elaboração de planos de usos eficientes de energia.

Um plano de uso eficiente de energia é o objeto de estudo deste trabalho. Uma medida que pode fazer com que o consumo de energia diminua é a cor da pintura da parede externa do edifício. Entre as características das cores estão a refração e a absorção onde cores mais claras tendem a refletir mais o calor e cores escuras tendem a absorver mais o calor.

A cor das paredes externas das construções em locais onde ocorre predominância de temperatura mais altas durante a maior parte do ano devem ser preferencialmente de cores claras pois estas cores refletirão mais radiação e evitando que o calor atravesse as paredes (Frota,2001)

No contexto assinalado, este trabalho se propõe a analisar as diferenças de temperatura do ambiente externo para o ambiente interno, utilizando-se diferentes cores na pintura de um protótipo.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Medir a variação de temperatura entre o ambiente externo e interno de um protótipo de alvenaria de tijolos, utilizando-se de 3 tipos de cores para averiguar a influência da coloração na temperatura interna das edificações.

## 2.2 Objetivos Específicos

- Estudar as cores, tintas e suas relações com as edificações
- Construção do protótipo em alvenaria de tijolos com pintura externa em 3 cores diferentes utilizando tintas acrílicas a base de água da marca grafitex.
- Realizar a medição das temperaturas interna e externa, de acordo com os parâmetros cores de tintas,
- Comparar a variação de temperatura devido às diferentes cores aplicadas e analisar qual o grau dessa variação;

## 3 JUSTIFICATIVA

A importância do conforto térmico relaciona-se não só à sensação de conforto das pessoas, como também ao seu desempenho no trabalho e à sua saúde. Os limites da sobrevivência, dependendo do tempo de exposição das pessoas às condições termo ambientais, definem uma faixa bastante larga de temperatura. Já os limites da saúde são bem mais estreitos, sendo os de conforto ainda mais.

A condição de conforto é obtida mediante o efeito conjugado e simultâneo de um complexo conjunto de fatores objetivos, como os elementos do clima (temperatura do ar, umidade relativa, movimento do ar e radiação) e a vestimenta, e outros de caráter subjetivo como aclimatação, forma e volume do corpo, cor, metabolismo etc. O efeito conjugado destes parâmetros, quando produz sensações térmicas agradáveis, é denominado zona de conforto e seu estudo é de suma importância para o condicionamento térmico natural das edificações ou Arquitetura Bioclimática (RORIZ, 1987).

Devido à sua vasta extensão territorial, o Brasil apresenta significativa diversidade climática e cada região exige soluções construtivas específicas, ainda insuficientemente estudadas. O desconhecimento sobre essas especificidades vem sendo responsável pela proliferação de edifícios com baixo desempenho térmico e, por consequência, elevado consumo de energia. Mesmo com grande diversidade climática, quase que a totalidade do território brasileiro está sujeita à intensa e abundante insolação durante a maior parte do ano. O Sol, portanto, torna-se um dos elementos de extrema

importância no estudo da eficiência energética na arquitetura, tanto como fonte de calor como fonte de luz. A radiação solar é um dos mais importantes contribuintes para o ganho térmico em edifícios, principalmente em regiões tropicais e de baixas latitudes. As trocas de energia (luz ou calor) entre os meios exterior e interior das edificações dependerão, fundamentalmente, do envelope construtivo e das propriedades termo físicas dos elementos que o compõem.

Por serem os principais tipos de revestimentos utilizados na construção civil, as tintas imobiliárias exercem papel fundamental sobre a absorção de energia solar e, conseqüentemente, sobre o desempenho térmico e energético das edificações. No entanto, os fabricantes das diversas marcas de tintas não apresentam valores de refletância ou absorvância das diferentes cores que produzem. Devido à falta destes dados, o usuário escolhe a cor a ser utilizada na edificação apenas por sua percepção visual, sem dispor de dados referentes à absorção ou reflexão das diferentes tonalidades.

O gasto com iluminação e condicionamento de ar, consomem em média 64% da energia elétrica total da edificação, subindo até 86% em locais de clima quente (CARLO, 2008)

De acordo com estudos realizados demonstra-se que o consumo energético da edificação tem como maior potencializador o sistema artificial de condicionamento térmico do ambiente, responsável por 48% em edificações públicas e comerciais, chegando a 59% do consumo de energia elétrica no setor residencial (KAEHLER et al., 2007).

Felipe Brochier, especialista em sistemas de ar-condicionado e conservação de energia explica que quanto maior a diferença de temperatura de dentro de casa para a rua, mais tempo o ar-condicionado terá que trabalhar e conseqüentemente o consumo de energia será maior.

Portanto o objeto de estudo deste trabalho se mostra importante, pois ele pode demonstrar que uma simples mudança na escolha da cor da tinta da residência pode acarretar uma melhora no conforto térmico do ambiente e conseqüentemente uma diminuição no gasto de energia das residências.

## **4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **4.1 Conforto térmico**

O conforto térmico, definido como a condição mental que expressa satisfação do indivíduo com o ambiente térmico que o circunda (ASHRAE apud MÜLHMANN e ROSSATTO, 2011), depende principalmente de variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade e umidade relativa do ar), do tipo de vestimenta e do esforço físico que o indivíduo está realizando (AKUTSU et al, 1987). A ASHRAE (apud FRANSOZO, 2003) ainda estabelece que um ambiente pode ser considerado confortável quando 80% dos ocupantes manifestam aceitação das condições ambientais.

### **4.2 Transmissão de calor**

É o processo de transferência de energia de uma região ou de um corpo mais quente para uma região ou corpo mais frio (ARAÚJO, 1978).

Dependendo da facilidade com que ocorre a transmissão de calor em um objeto ele pode ser classificado como um isolante ou um condutor térmico, sendo que um material isolante térmico tende a dificultar as transferências de energia, enquanto um material condutor térmico tende a facilitar trocas de energia (YOUNG & FREEDMAN, 2008).

#### **4.2.1 Convecção**

Convecção é a Troca de calor que ocorre nos fluidos (líquidos ou gasosos), na convecção essa troca de calor ocorre devido a movimentação do fluido envolvendo transporte de matéria (Frota, 2001)

#### **4.2.2 Radiação**

processo de transmissão de energia que ocorre por meio de ondas eletromagnéticas entre dois corpos que estão a uma distância qualquer um do outro, a transmissão de energia ocorre de um corpo com temperatura mais alta para um corpo com temperatura mais baixa, esse processo pode ocorrer mesmo que haja vácuo entre os dois corpos. Um exemplo disso é o sol, que irradia energia para a Terra através do vácuo. Outro

exemplo bastante claro de radiação ocorre quando sentimos a energia em forma de calor proveniente das brasas de uma lareira. (KNIGHT, 2009)

Do total de radiação que incide sobre um corpo, uma parte pode ser refletida, outra absorvida e outra pode ser transmitida. A fração absorvida é transformada em calor, no interior do corpo, e é proporcional a um coeficiente denominado Absortância ( $\alpha$ ) ou Coeficiente de Absorção. A parcela refletida é determinada pela Refletância ( $\rho$ ) ou Coeficiente de Reflexão. Ambos os coeficientes dependem de características da superfície do corpo. No caso das ondas curtas (radiação solar), a principal influência é da cor da superfície: cores claras refletem mais e cores escuras absorvem mais. A absorção de ondas longas, por outro lado, praticamente não depende da cor e sim do "brilho" da superfície, identificado através de sua Emissividade ( $\epsilon$ ) em relação às ondas longas. (Roriz, 2008)

#### Refletância

A refletância é uma propriedade física fundamental para se entender o comportamento térmico dos materiais. Conforme definido na NBR15220-1 de desempenho térmico de edificações, refletância é o quociente da taxa de radiação solar refletida por uma superfície, pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície.

Na figura 1 são apresentados valores típicos de refletância segundo Studervant (2000), quanto mais clara é a superfície do material, maior é o seu valor de refletância.

**Figura 1 - Valores de refletância de diferentes materiais**

Material	Refletância (%)
Revestimento refletivo branco	85
Tinta branca	60
Areia do deserto	40
Concreto	22
Betumem (asfalto)	9
Água (largos ângulos de incidência)	7

Fonte: Studervant (2000)

### 4.2.3 Condução

É a troca de calor entre dois corpos que se tocam ou mesmo partes de um mesmo corpo que estejam a temperaturas diferentes.

Neste processo a transmissão de energia térmica se dá de uma região de temperatura mais elevada para uma região de menor temperatura, devido à interação entre as moléculas. Como os átomos da região mais quente possuem em média uma energia cinética maior do que a energia cinética dos átomos da região mais fria, ocorrem colisões entre eles e parte da energia é transferida em forma de calor, sem apresentar deslocamento de massa (YOUNG & FREEDMAN, 2008).

### 4.3 COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSMISSÃO TÉRMICA

O coeficiente global de transmissão térmica (K) é um coeficiente que analisa as trocas térmicas ocorridas por convecção, radiação e condução através dos materiais, ou seja, ele quantifica a facilidade com que o fluxo de calor atravessa o material (FROTA, 2001)

### 4.4 TROCAS DE CALOR EM PAREDES OPACAS

Frota e Schiffer (2007) apresentam uma equação (FROTA e SCHIFFER, 2007 p. 42) para determinação da intensidade do fluxo térmico que atravessa uma parede opaca, por efeito da radiação solar e da diferença de temperatura dos ambientes externo e interno, expressa a seguir.

$$q = \frac{k.a.I_g}{h_e} + K(te - ti) \quad (\text{W/m}^2)$$

Onde:

$\alpha$ =Coeficiente de absorção da radiação solar Temperatura do ar externo (°C)

$t_i$ =Temperatura do ar interno (°C)

$t_e$ = Temperatura do ar externo (°C)

$K$ = Coeficiente total ou global de transmissão de calor

$I_g$  Intensidade da radiação solar incidente global ( $W/m^2$ )

$h_e$ =Coeficiente de condutância térmica superficial externa ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

## 4.5 Tintas

A principal finalidade da tinta é a de revestir uma superfície ou substrato para conferir beleza e proteção. Quando a tinta não contém pigmentos é chamada de verniz. Por ter pigmentos a tinta cobre o substrato, enquanto o verniz o deixa transparente.

As tintas constituem-se em um produto industrial de enorme aplicabilidade no mundo moderno. Com uma gama de aplicação tão diversa, seja na Indústria Automotiva, Indústria de Alimentos e em diversas outras áreas, como na Imobiliária

Na construção civil a pintura representa uma operação de grande importância, uma vez que as áreas pintadas são, normalmente, muito extensas, implicando num alto custo. Há uma tendência natural em considerar a pintura uma operação de decoração, porém, além de decorar e proteger o substrato, a tinta pode oferecer melhor higienização dos ambientes, servindo também para sinalizar, identificar, isolar termicamente, controlar luminosidade e podendo ainda ter suas cores utilizadas para influir psicologicamente sobre as pessoas (AKZONOBEL)(site).

### 4.5.1 Propriedades das tintas

A pintura pode conferir aos substratos em geral, dependendo da cor da tinta de acabamento, propriedades importantes como por exemplo, propriedades anticorrosivas estéticas, sinalização e redução ou aumento de temperatura. É amplamente conhecido que a cor das tintas tem uma influência significativa na temperatura das superfícies em geral, principalmente quando estas estão expostas à radiação solar. Neste sentido, há o consenso de que preta tende a deixar a superfície ou o meio mais quente, enquanto a branca, mais frio. Isto se deve, basicamente, ao seguinte fato: as superfícies que têm absorvidade elevada na faixa de comprimento de onda solar alcançam, substancialmente, maiores temperaturas de equilíbrio do que as de menor absorvidade. Em particular, a cor preta absorve cerca de 95 % da radiação solar incidente enquanto a

branca, da ordem de 18 %. As temperaturas de equilíbrio mais baixas são obtidas com tintas de cor branca, que são emissores seletivos. (F. Fragata, 2015)

#### **4.5.2 Composição da tinta**

A tinta é composta basicamente por quatro elementos: pigmentos, resinas, solventes e aditivos. Os pigmentos concedem o poder da cor e cobertura, os ligantes ou resinas aderem e dão liga aos pigmentos e os solventes são capazes de dar a consistência desejada. Já a variabilidade de aditivos, que se encontra no mercado, é a maior responsável por aperfeiçoar uma série de características e tipos específicos de tintas, sejam os solventes à base de água ou orgânicos. (ABRAFATI, 2006)

#### **4.5.3 Tintas Acrílicas**

As tintas que serão utilizadas neste trabalho serão todas tintas acrílicas pois segundo suas embalagens elas são resistentes às intempéries, possuem melhor retenção de cor, maior aderência, são impermeáveis e laváveis. Também chamada látex acrílica, por ter água como solvente e é indicada para pinturas sobre superfícies de reboco, massa corrida, massa acrílica, gesso, madeiras etc. Possui grande rendimento e durabilidade, com acabamento fosco, acetinado e semibrilho.

#### **4.5.4 Cores**

A palavra “cor” designa tanto a percepção do fenômeno (sensação) como as radiações luminosas diretas ou as refletidas por determinados corpos (matiz ou coloração) que o provocam (PEDROSA, 1989)

Segundo Silva (1995), a cor tem um papel funcional no plano da iluminação. O conforto visual influi no espaço de maneira muito maior do que se pode imaginar, já que a visão, no homem, em relação aos outros sentidos, como olfato, o tato, o paladar e a audição, tem uma influência de mais de 70%, isto é, a visão é o sentido mais importante do homem. A cor ocupa um espaço de grande importância dentro desse estudo, pois ela age de maneira direta ou indireta na criação do espaço



A cor torna-se de fundamental importância para o urbanismo, na concepção dos espaços urbanos, contribuindo com a adequação do seu uso, ordenação e na comunicação visual urbana, auxiliando a orientação organizacional dos espaços, definindo a funcionalidades de cada espaço, a distribuição das cores é chamada de espectro (do latim spectrum= fantasma, aparição); a separação da luz em um espectro é chamada de dispersão espectral. O olho humano pode perceber o espectro devido aos comprimentos de onda que estimulam a retina (MINOLTA, 1998).

Percebemos a luz visível na região de comprimentos de ondas compreendidos entre 380 e 780nm. A cada comprimento de onda, delimitado nessa faixa, corresponde uma sensação particular de cor (MAHNKE, 1996)

**Figura 2 - Comprimento de onda correspondente a cada cor**

<b>COR</b>	<b>COMPRIMENTO DE ONDA</b>
Violeta	380 a 450 nm
Azul	450 a 490 nm
Verde	490 a 560 nm
Amarelo	560 a 590 nm
Laranja	590 a 630 nm
Vermelho	630 a 760nm

Fonte: PILOTO NETO, 1980, p.98.

Por meio de um bom projeto de cores pode-se influenciar significativamente o valor de um projeto arquitetônico, principalmente no mercado imobiliário, contribuindo assim com a estética na arquitetura. Várias pesquisas têm destacado a cor como um elemento determinante que influencia na quantidade de radiação absorvida ou refletida pelos materiais, principalmente em climas quentes e secos, fazendo com que a escolha da cor seja extremamente importante no processo construtivo. Conforme Kolokotroni & Young (1990), quase 70% do desempenho térmico de uma edificação está relacionado as cores e à espessura das paredes externas do edifício, a orientação das aberturas e

possibilidade de seu sombreamento, e a ventilação que estas propiciam em relação a sua localização e dimensionamento.

A cor das superfícies e sua refletância no espectro visível são muitas vezes confundidas com brilho. As superfícies claras são indicativas de alta refletância, visto que a refletância dos materiais não depende apenas de sua reflexão na região do visível, que representa cerca de 47% do espectro solar, mas também de sua refletância na região do infravermelho, que representa aproximadamente 42% da radiação solar incidente (ROSENFELD, 1995).

#### **4.5.4.1 Pigmentos brancos**

Os pigmentos brancos, as cargas e uma grande faixa de pigmentos coloridos (sintéticos ou naturais) são de origem inorgânica. Os principais tipos são os compostos inorgânicos oriundos de antimônio, chumbo, titânio e zinco. Geralmente apresentam índice de refração e opacidade elevada, refletindo e absorvendo a radiação luminosa incidente de uma forma não-seletiva (FAZENDA, 2005)

A propriedade mais importante de qualquer tipo de pigmento branco é a capacidade dele opacificar e branquear o meio no qual é disperso. O potencial opacificante do pigmento é controlado por duas propriedades: índice de refração e tamanho de partícula.

#### **4.5.4.2 Pigmentos coloridos**

Do ponto de vista mercadológico a produção de tintas coloridas é muito importante principalmente devido a sua capacidade de influenciar no aspecto estético. Os pigmentos brancos refletem a maior parte dos comprimentos de onda da região do visível, enquanto os pigmentos coloridos refletem e absorvem certos comprimentos de onda específicos às cores. Portanto a cor de uma tinta depende do tipo de pigmento que é utilizado na sua composição, e principalmente de como este pigmento reage à exposição aos raios da região do visível (SPENGMAN, 1995)

A percepção visual da cor é influenciada pelas diferentes sensibilidades as cores, que pode variar de pessoa para pessoa. Fatores externos como luminosidade e posição

do observador em relação ao objeto, podem apresentar diferenças na determinação das cores.

## 5 Materiais e Métodos

Para a realização do estudo de caso foi construído um protótipo em alvenaria de tijolos com dimensões de 1 m x 1 m x 0,9 m na cidade de Faxinal-PR em uma área rural onde o protótipo recebeu incidência solar durante o dia todo. Foi construído em alvenaria com tijolos de 6 furos, nas dimensões de 19x14x9 cm, com argamassa de assentamento no traço de 6:1:1(areia, cimento, cal). Aplicou-se reboco de 1,5 cm, com argamassa de traço igual a argamassa de assentamento, interno e externo. O teto foi executado de laje contendo 5 cm de espessura, e telhado de telha cerâmica.

As paredes foram preparadas com duas camadas de massa acrílica para que posteriormente recebesse a pintura.

O protótipo possui piso de concreto de 4 cm.

Foram instaladas uma porta e uma janela com dimensões proporcionais ao projeto, ambas ficaram fechadas durante a medição das temperaturas.

A tinta utilizada foi graffitex acrílico premium fosco.

Todos os custos do trabalho foram pagos com recurso próprio.

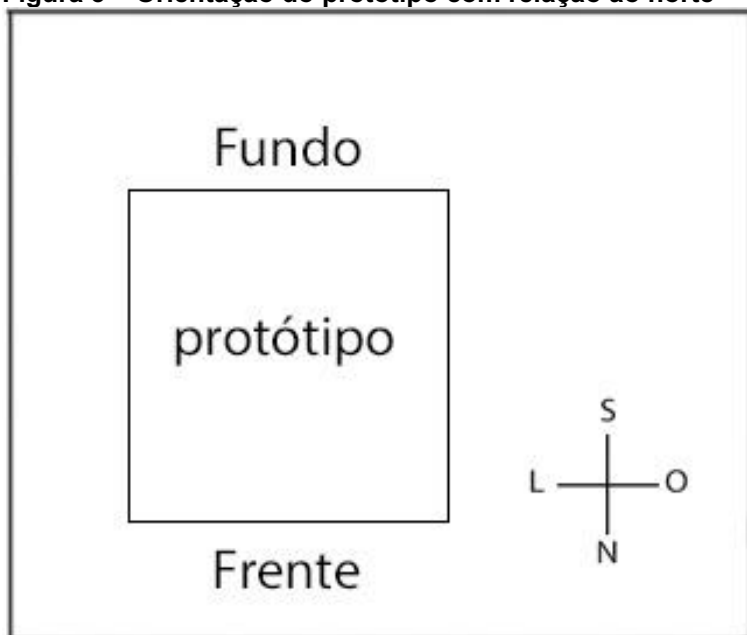
O protótipo foi pintado primeiramente de branco, depois de verde e por último de preto.

O período de análise das temperaturas foi no começo do equinócio de outono, a cor branca foi analisada entre os dias 25 e 30 de março, a cor verde foi analisada entre os dias 31 e 5 de abril e a cor preta foi analisada entre os dias 7 e 11 de abril

O protótipo foi construído com a porta de entrada direcionada para o norte

A figura 3 mostra a orientação do protótipo com relação ao norte

**Figura 3 – Orientação do protótipo com relação ao norte**



**Fonte: Autoria Própria**

As figuras 4 a 6 demonstram as fases de construção do protótipo.

**Figura 4- levantamento das paredes e chapisco**



**Fonte: Autoria própria**

**Figura 5 - reboco e laje**



Fonte: Autoria própria

**Figura 6 - Porta, janela, telhado e pontos cardeais**



Fonte: Autoria própria

A seguir as figuras 7,8 e 9 apresentam o protótipo pintado nas cores seleccionadas para o estudo

**Figura 7 - Pintura na cor branca**



Fonte: Autoria própria

**Figura 8 - Pintura na cor verde**



Fonte: Autoria própria

**Figura 9 - Pintura na cor preta**



**Fonte: Autoria própria**

Para a análise foi coletado a temperatura do interior e do exterior do protótipo, foram feitas medições de 30 em 30 minutos das 8 h da manhã às 6 horas da tarde.

Foram realizadas medições durante 5 dias para cada cor por meio de termômetros de mesma marca e modelo, ambos estavam calibrados na mesma temperatura quando eram colocados lado a lado, apresentam variação média de  $0,1^{\circ}\text{C}$ , e precisão de  $1^{\circ}\text{C}$  segundo o fabricante, como mostra a figura 9.

**Figura 10 - Termômetros calibrados**



**Fonte: Autoria própria**

Para a coleta dos dados foi instalado uma câmera filmadora wifi, essa câmera possuía acesso remoto através da internet e assim eram captadas as fotos dos termômetros de 30 em 30 minutos.

As figuras 10 e 11 apresentam uma imagem da câmera wifi e um exemplo de imagem dos termômetros captadas pela câmera, respectivamente.



**Figura 11 - Câmera wifi**



**Fonte: Autoria própria**

**Figura 12 - imagem dos termômetros captada pela câmera**



**Fonte: Autoria própria**

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

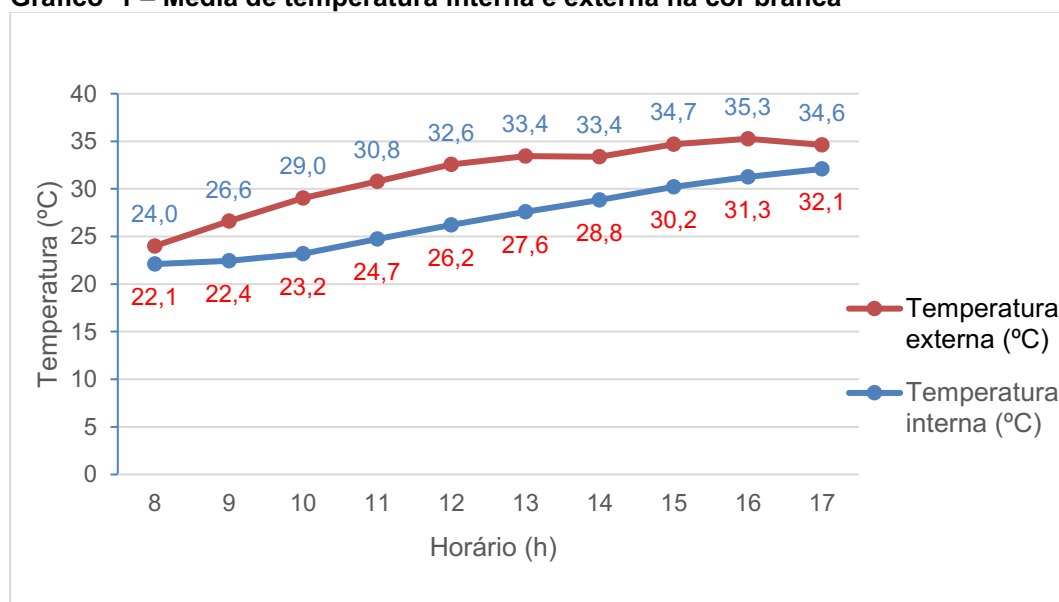
As medições foram realizadas durante o mês de março e abril de 2021. Os dados obtidos com a pesquisa serão apresentados por cor utilizada na pintura do protótipo.

Para uma primeira análise foram consideradas as médias de temperatura de cinco dias em cada cor diferente.

### 6.1 Pintura na cor branca

Primeiramente foi analisada a pintura na cor branca, baseado na referência bibliográfica. A cor branca refletiu mais os raios solares, isso fez com que a temperatura interna no protótipo fosse consideravelmente mais baixa que a temperatura externa. Como podemos analisar no gráfico 1 durante todo o dia as temperaturas internas do protótipo foram mais baixas que as temperaturas externas.

**Gráfico 1 – Média de temperatura interna e externa na cor branca**

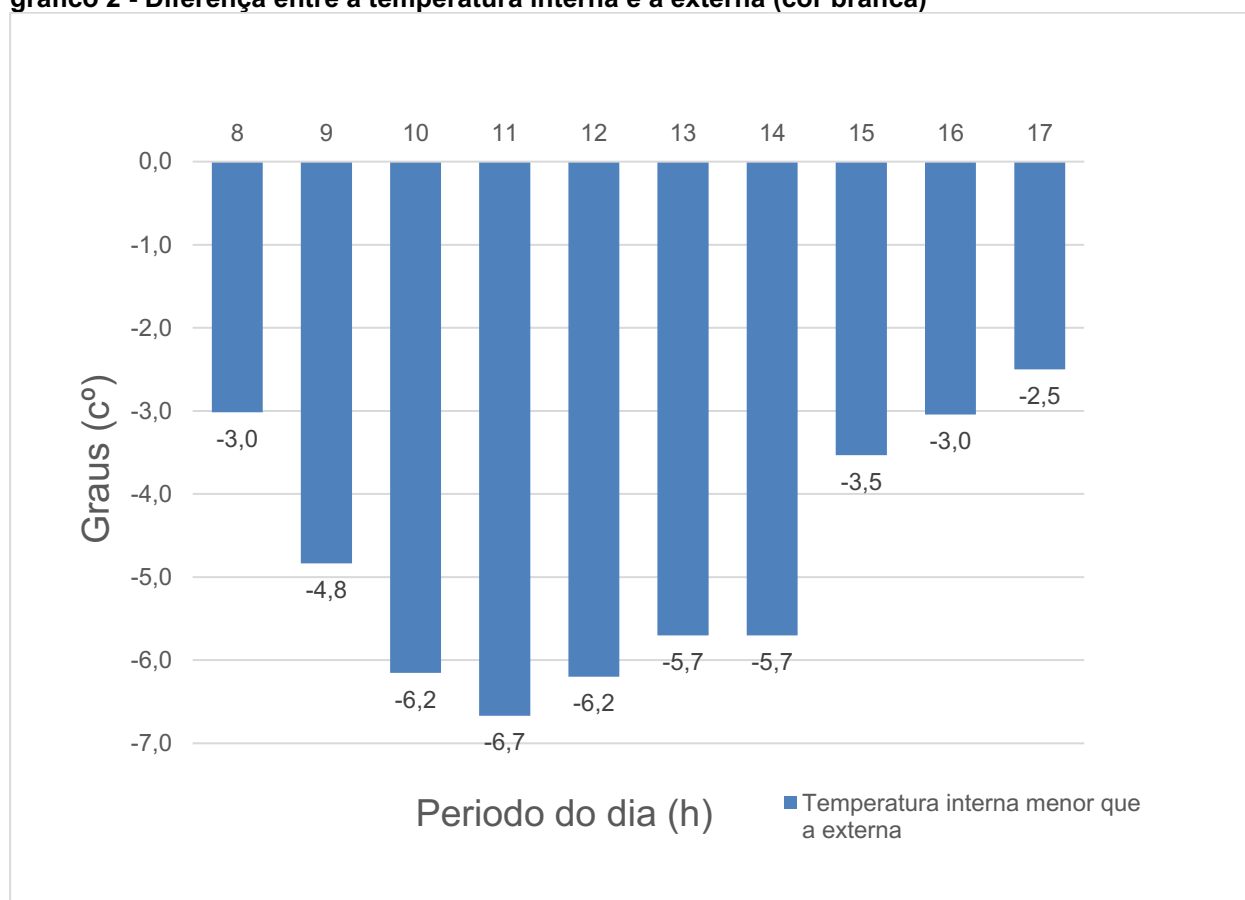


Fonte: Autoria própria

### 6.1.2 Variações médias cor branca

No gráfico 2 observa-se a variação média entre a temperatura interna e a externa ao protótipo, os valores negativos e a cor azul indicam que as temperaturas internas do protótipo estão mais baixas que as temperaturas externas, na variação média durante o dia a temperatura ficou 4,3 graus mais fresca dentro do protótipo

gráfico 2 - Diferença entre a temperatura interna e a externa (cor branca)

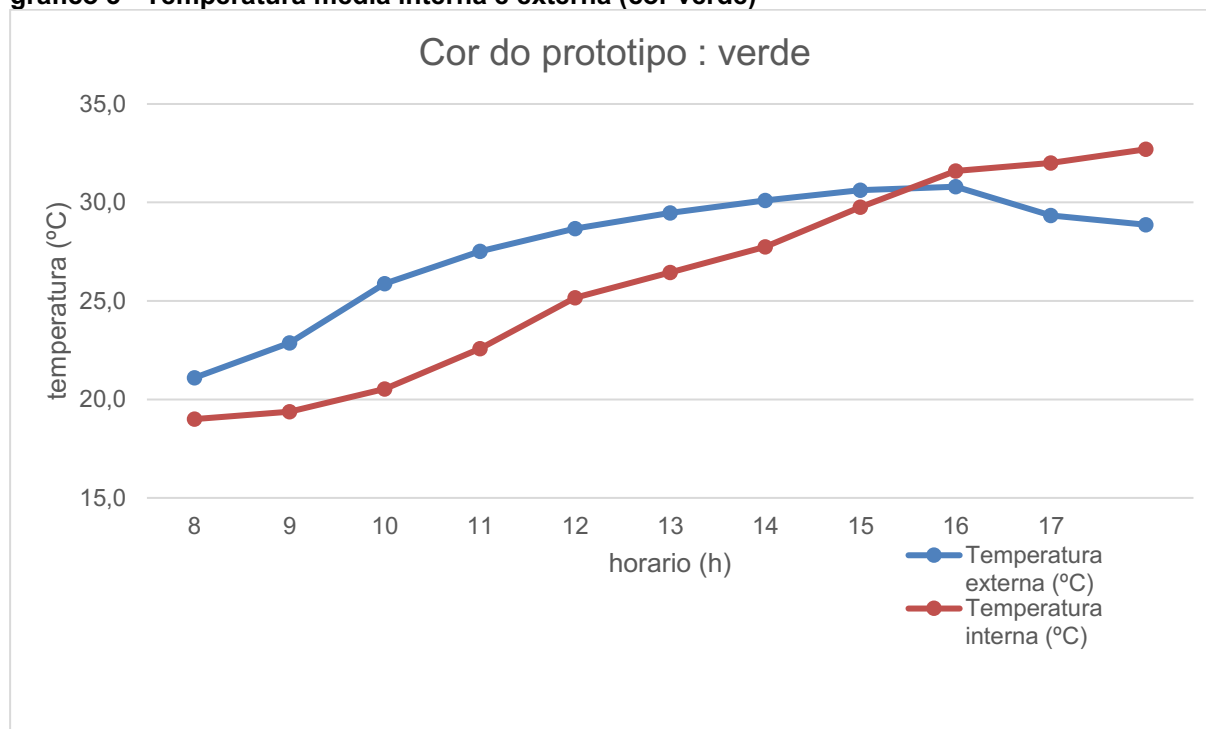


Fonte: Autoria própria

### 6.2 Pintura na cor verde

Durante o processo de medição das temperaturas, que durou cerca de 30 dias, ocorreram alguns dias em que a temperatura ambiente abaixou, devido a isso as análises da cor verde foram feitas com temperaturas médias um pouco inferiores as outras duas cores, como pode ser observado no gráfico 3:

gráfico 3 - Temperatura média interna e externa (cor verde)



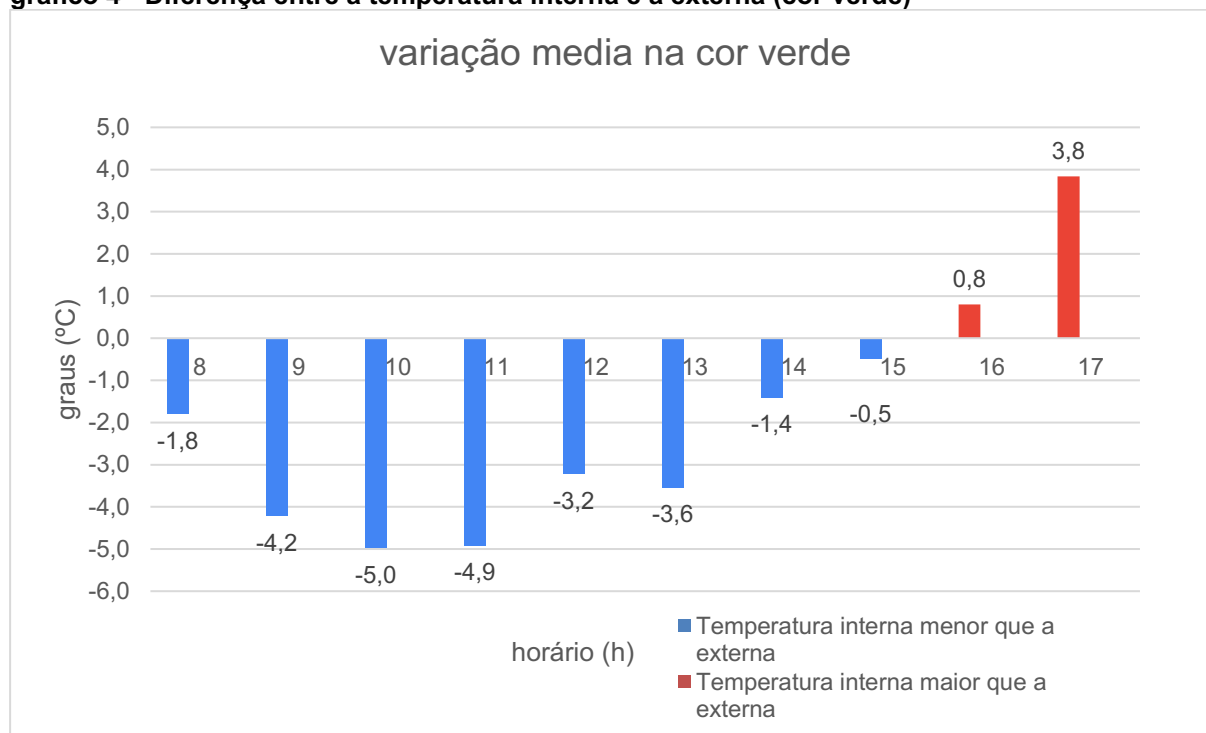
Fonte: Autoria própria

As temperaturas internas do protótipo foram inferiores as temperaturas externas até pouco depois das quatro da tarde, a partir desse horário estava mais quente dentro do protótipo do que fora. O que já mostra uma diferença para a cor branca, pois quando o protótipo estava pintado na cor branca, a temperatura interna não ultrapassava a temperatura externa durante o dia.

### 6.2.1 Variações médias cor verde

No gráfico 4 são mostradas as variações de temperatura entre a temperatura interna e a externa. Os números negativos em azul indicam que dentro do protótipo está mais frio que fora, e as temperaturas positivas e vermelhas indicam que está mais quente internamente que externamente naquele intervalo de tempo.

gráfico 4 - Diferença entre a temperatura interna e a externa (cor verde)

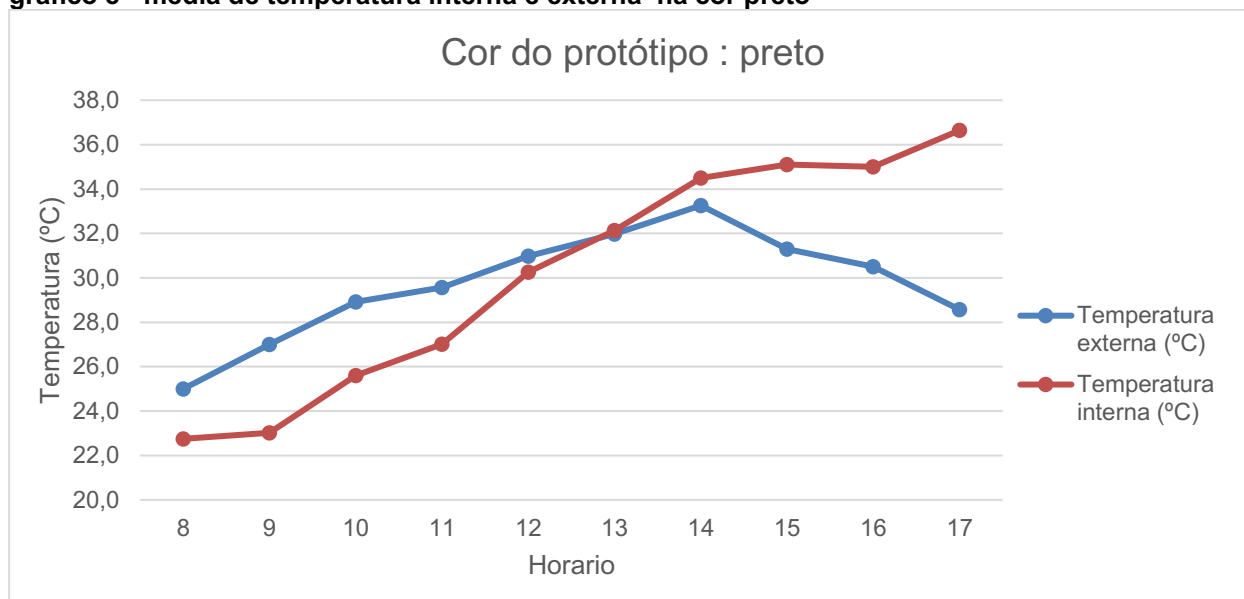


Fonte: Autoria própria

### 6.3 Pintura na cor preta

Na cor preta, como era de se esperar, a tinta absorveu mais raios solares, o que fez com que a temperatura interna aumentasse mais rapidamente quando comparada com as outras cores. No gráfico 5 também pode se observar que entre às 12h e 13h as temperaturas internas e externas se igualam e que, a partir das 13h, a temperatura interna começa a ser maior que a temperatura externa.

gráfico 5 - média de temperatura interna e externa na cor preto

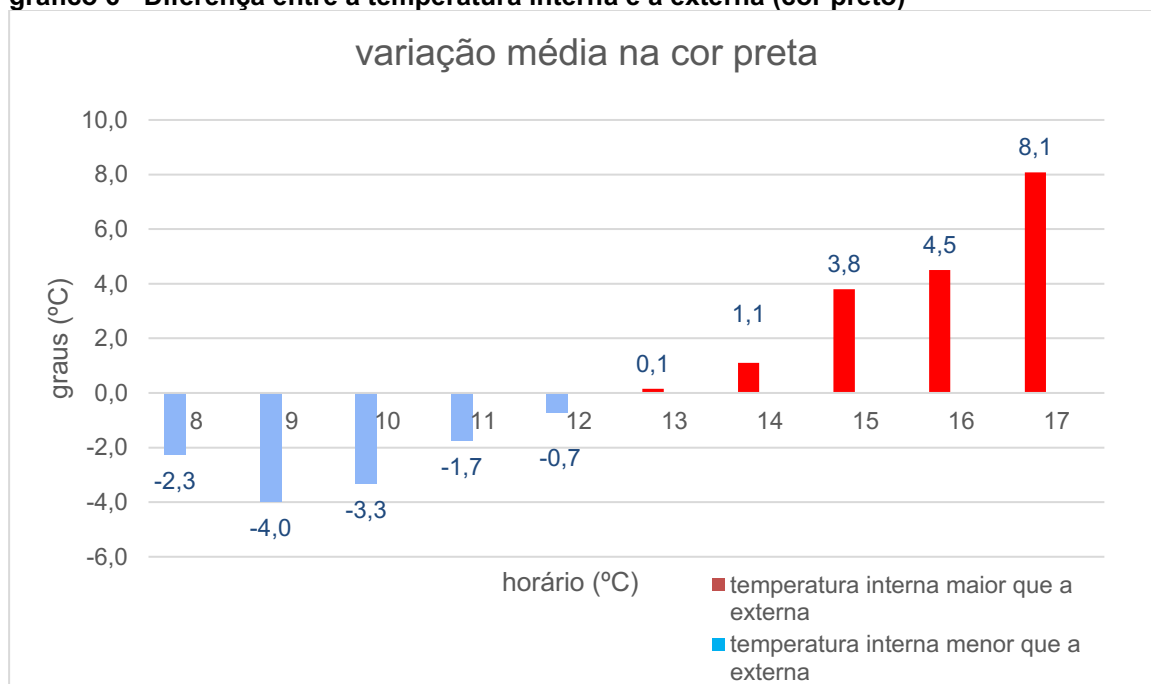


Fonte: Autoria própria

### 6.3.1 Variações médias de temperatura

Conforme podemos ver no gráfico 6, na cor preta a temperatura interna começa a ficar maior que a temperatura externa a partir das 13 horas e vai aumentando progressivamente até as 17 horas

gráfico 6 - Diferença entre a temperatura interna e a externa (cor preto)



Fonte: Autoria própria

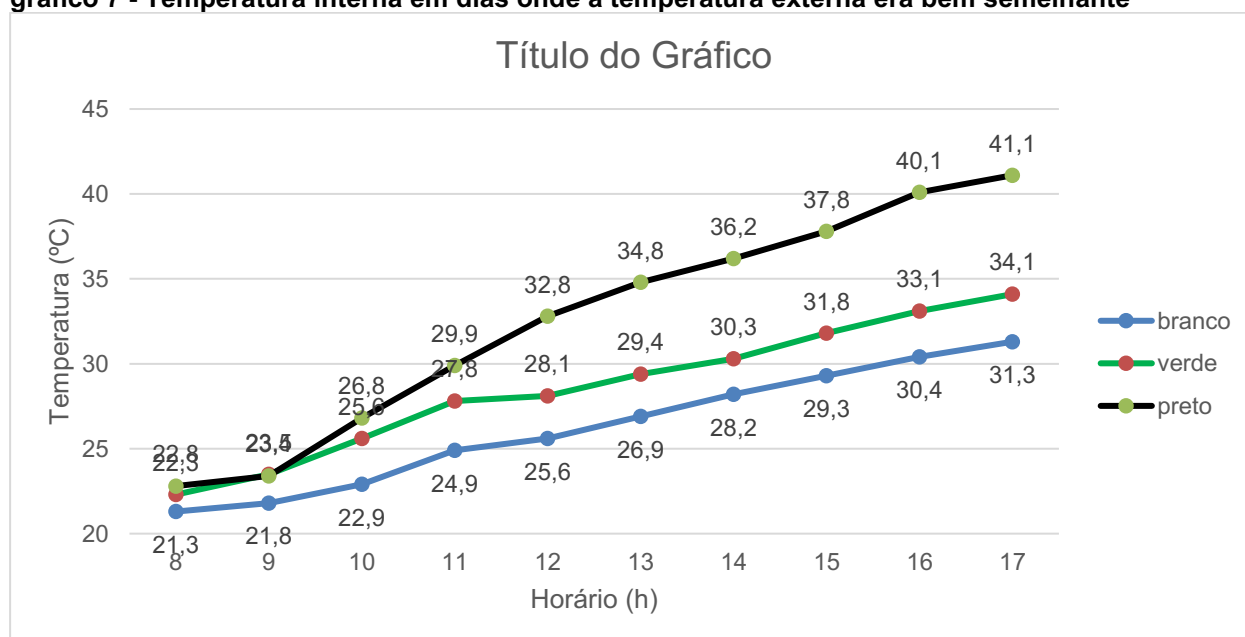
#### 6.4 Análise dos dados em apenas um dia de cada cor

Até o momento só foram apresentadas análises relativas as temperaturas médias de vários dias, a seguir serão analisados os dados de apenas um dia em cada cor, onde a temperatura média externa foi a mesma e as temperaturas pontuais apresentaram valores bem próximos durante todo o dia para as 3 cores.

Neste estudo a variação de temperatura externa entre os diferentes dias foi de no máximo 1 grau celsius independentemente do horário de coleta dos dados.

Analisando as variações de temperatura em dias onde a temperatura externa era semelhante, podemos verificar que a cor preta apresentou temperatura média interna 6,2 °C mais quente que a temperatura média na cor branca, e também na parte da tarde a cor preta fez com que a temperatura no protótipo atingisse temperaturas até 10°C mais quentes que as temperaturas na cor branca, conforme o gráfico 7 .

gráfico 7 - Temperatura interna em dias onde a temperatura externa era bem semelhante



Fonte: Autoria própria

## 7 conclusões

A partir da análise dos dados coletados no trabalho foi possível observar uma significativa diferença de temperatura em relação à cor analisada.

A temperatura interna na cor branca ficou na média 4,3 °C mais baixa que a temperatura externa.

Na cor verde a média das temperaturas foi 1,8°C menor internamente.

Já na cor preta a temperatura interna ficou na média 1°C mais quente que a temperatura externa.

Foi possível também averiguar que as temperaturas internas vão aumentando conforme a cor da tinta vai escurecendo, a cor verde apresentou variações intermediárias entre as variações do preto e do branco.

As temperaturas apresentam um comportamento semelhante até as 9 horas da manhã, a partir do meio dia que as cores escuras começam a fazer com que a parte interna do protótipo esquente mais. Foi registrado que às 17 h ocorre a maior diferença de temperatura entre as cores preta e branca, com a cor preta apresentando temperatura até 10°C superior a temperatura na cor branca.

A cor preta apresentou picos de 41°C internamente, enquanto os picos de temperatura na cor branca foram de 32,9 °C sendo que os dias analisados na cor branca foram ligeiramente mais quentes que os dias onde foi analisada a cor preta, afirmando assim ainda mais a capacidade da cor branca de amenizar as temperaturas internas.

Podemos ver com esse trabalho que estudos relacionados a eficiência energética são cada vez mais necessários para que no futuro tenhamos uma sociedade mais sustentável energeticamente, levando-se em conta que o Brasil é um país tropical com bastante incidência solar, este trabalho pode ser utilizado como referência por engenheiros e arquitetos na produção de projetos mais eficientes, podendo causar impactos financeiros, como a diminuição do uso do ar condicionado devido ao maior conforto térmico que pode ser proporcionado através de uma boa escolha de cores para a pintura de residências e pontos comerciais.



## Referências

Abrace, **Desempenho Energético**. Disponível em: <<http://abrace.org.br/wp-content/uploads/2018/09/PPPPresidenciaveis.pdf>> Acesso em: 10 de agosto de 2018

Frota, Anésia Barros. **Manual do conforto térmico**. São Paulo: STUDIO NOBEL, 2009  
FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. Manual de Conforto Térmico. São Paulo, 2001.

SILVA, Liliane Flávia Guimarães da. **Análise de Fatores Determinantes de Conforto Térmico Ambiental em Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda em João Pessoa** – PB. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2000.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220: **Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, 2003. KAEHLER et al., 2007).

AKUTSU, Maria; SATO, Neide M. N.; PEDROSO, Nelson G. **Desempenho térmico de edificações habitacionais e escolares: manual de procedimentos para avaliação**. São Paulo: IPT, 1987.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Sensação térmica**. Disponível em: Acesso em 18 novembro. 2018.

LAMBERTS, Roberto. **Desempenho Térmico de Edificações**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. Studervant (2000)

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997. PEDROSA, 1989)

LOPES, Eurídice F. M. **Conforto Térmico**, 2008. Disponível em: Acesso em 26 outubro. 2018. (FAZENDA, 2005)