



# XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

## REGRESSÃO LOGÍSTICA E GRAUS-HORA NA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DA ENVOLTÓRIA

**OLIVEIRA, Andréia (1); LEDER, Solange (2); GOULART, Solange (3)**

(1) Universidade Federal da Paraíba, e-mail: andreiaoliveira.arq@gmail.com (2) Universidade Federal da Paraíba, e-mail: solangeleder@yahoo.com.br, (3) Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: aasolange@hotmail.com

### RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho térmico de fechamentos opacos em edifícios ventilados naturalmente utilizando o TRY para predição da temperatura operativa. O estudo foi desenvolvido com a definição de modelos de simulação para o município de Patos – Paraíba, com método dividido em três etapas: 1) caracterização do clima; 2) caracterização dos modelos e 3) avaliação de desempenho térmico. Foram comparados dois métodos de avaliação: Graus-hora para resfriamento e Regressão Logística. Pôde-se observar que o uso de materiais com isolamento térmico nos fechamentos opacos horizontais reduziu a chance de conforto. Por outro lado, o isolamento resultou em condições menos desconfortáveis no interior da edificação, nos horários mais quentes, por reduzir as oscilações térmicas do ambiente, mantendo a temperatura operativa com pequenos intervalos entre o dia e a noite, embora com temperaturas acima do limite de conforto. Diferentes interpretações das condições de conforto podem ocorrer, dependendo do método de análise utilizado.

**Palavras-chave:** Desempenho térmico, Conforto, Fechamentos Opacos.

### ABSTRACT

*This paper aims to evaluate the thermal performance of opaque closures naturally ventilated buildings using the TRY to predict operative temperature. The study was developed with the definition of simulation models for the city of Patos - Paraíba. The method was divided into three stages: 1 ) climate characterization; 2 ) models characterization and 3 ) evaluation of thermal performance . Two evaluation methods were compared: Degree hour for cooling and Logistic regression. It was observed that the use of materials with thermal insulation in the horizontal opaque closures reduced the chance of comfort. On the other hand , isolation resulted in less uncomfortable conditions inside the building, in the hottest times by reducing the thermal fluctuations of the environment while maintaining the operating temperature with small intervals between day and night, although temperatures above the comfort limit. Differing interpretations of comfort conditions may occur depending on the method of analysis used.*

**Keywords:** Thermal performance, Comfort, Opaque closures.

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos relacionados à eficiência energética e a redução do consumo de energia tem utilizado diversos índices de conforto como parâmetros para a avaliação de desempenho térmico das edificações. Considerando que o estado de conforto térmico resulta das trocas térmicas entre o homem e o ambiente, e que mudanças térmicas do exterior refletem diretamente em edifícios ventilados naturalmente, percebe-se a importância de entender o comportamento térmico da envoltória.

Diversos autores desenvolveram pesquisas sobre os índices de avaliação de conforto térmico, tais como Aste, Angelotti e Buzzet (2009), Barrios *et al.* (2012), Carlucci e Pagliano (2012), Gasparella *et al.* (2011). Segundo esses, os índices de conforto não expressam todas as condições de conforto encontradas no edifício, devendo-se ter cuidado na escolha e na maneira de usá-los. Barrios *et al.* (2012) comentam que nem todos os índices de conforto são adequados para edifícios com ventilação natural.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho térmico de fechamentos opacos em edifícios ventilados naturalmente utilizando o TRY para predição da temperatura operativa. O estudo foi desenvolvido com a definição de modelos de simulação de uma edificação ventilada naturalmente com variações de fechamentos opacos horizontais e verticais, para o clima de Patos – Paraíba. Foram comparados dois métodos de avaliação: o método de Graus-hora para resfriamento e o método de Regressão Logística, a partir da temperatura operativa, com o objetivo de verificar a hipótese de que métodos estatísticos podem auxiliar no entendimento do desempenho térmico da envoltória das edificações como forma de detalhar a análise das condições dinâmicas em ambientes com maior variabilidade climática.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos sobre conforto térmico observaram que pessoas que vivem ou trabalham em edifícios naturalmente ventilados, com controle de aberturas, demonstraram uma maior adaptação à variabilidade climática sazonal e a diversidade de temperaturas diárias, resultando em uma tolerância maior às temperaturas acima da zona de conforto adotada. Baseado neste comportamento, os modelos adaptativos propõem um ajuste ao padrão de conforto térmico sob condições dinâmicas, que considera o uso de temperaturas horárias, mais apropriado que médias mensais para utilização de predição de temperaturas de conforto (ASHRAE, 2010; NICOL e HUMPHREYS, 2002).

Segundo Nicol e Humphreys (2002), o modelo adaptativo fundamenta-se no princípio que “se ocorre uma mudança de modo a produzir desconforto, as pessoas reagem de modo que tendem a restaurar sua condição de conforto”. Desta maneira, este modelo aborda a possibilidade das pessoas se adaptarem às mudanças térmicas ocorridas em seus ambientes, modificando vestimentas, alterando dispositivos de ventilação, etc.

O conceito de temperatura operativa, segundo a norma 15.220 (ABNT, 2005) descreve que é a temperatura uniforme de um ambiente com comportamento de corpo negro imaginário no qual o ocupante poderia trocar a mesma quantidade de calor por radiação e convecção que no ambiente real não uniforme. A temperatura operativa pode ser obtida a partir da equação abaixo, como resultado da ponderação entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente (ASHRAE, 2010).

$$T_o = \left( \frac{T_a + T_r}{2} \right) \quad (1)$$

Onde:

To = temperatura Operativa

Ta = temperatura do ar

Tr = temperatura média radiante

### 2.1 Graus-hora para Resfriamento

Graus-dia e Graus-hora são métodos desenvolvidos pela ASHRAE para cálculo de consumo de energia, sendo um dos métodos de avaliação de desempenho mais utilizado

atualmente. O Graus-hora é calculado tomando-se como base a temperatura de conforto máxima (para resfriamento) e mínima (para aquecimento). Este método permite a observação do excedente da temperatura em relação a uma temperatura base, que varia de acordo com a temperatura externa.

$$\text{GhR} = \sum (\text{Tb}-\text{To}) > 0 \quad (2)$$

onde, GhR = Graus-hora para resfriamento  
 Tb = Temperatura base  
 To = Temperatura operativa

O valor resultante desta equação é utilizado para aquecimento, ou seja, quando a temperatura operativa horária (To) for menor que Tb (temperatura base), calcula-se a diferença, somando-se os valores para todo o ano. Da mesma maneira, quando ela for maior que Tb, o resultado desta soma é utilizado para cálculo de resfriamento (BARRIOS *et al.*, 2012; GOULART, 1993).

## 2.2 Regressão Logística

A Regressão Logística é um método estatístico da classe dos modelos lineares generalizados. Os modelos lineares generalizados são modelos estatísticos compostos apenas por parâmetros e variáveis, também chamados de modelos paramétricos. São obtidos a partir de um algoritmo geral para computação de estimativas de máxima verossimilhança, permitindo o ajuste de diferentes modelos para diferentes tipos de escala, quantitativas ou qualitativas (CORDEIRO e ANDRADE, 2009; CORDEIRO e DEMÉTRIO, 2008).

O uso da Regressão Logística permite quantificar a diferença entre combinações, considerando uma variável binomial. Este modelo considera uma variável resposta binária, identificada por  $Y_i$ , baseada nos valores,  $Y_i = 0$  e  $Y_i = 1$ , denominados "fracasso" e "sucesso", respectivamente, considerando o "sucesso" como evento de interesse. Para Hosmer e Lemeshow (2000) um coeficiente importante quando se trabalha com regressão logística é a *odds ratio* (razão da chance), que informa o efeito da variação em uma determinada variável sobre a chance de ocorrência de um evento. Para uma variável  $X_j$  a razão da chance é expressa pela equação 3.

$$\psi = \exp(\beta_j) \quad (3)$$

No modelo de regressão logística, a equação resultante indica que o coeficiente de cada variável independente aumenta em função da chance do evento ocorrer pela variável resposta, conforme equação abaixo.

$$\text{chance} = \frac{\mu}{1-\mu} = e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k} = e^{\beta_0} \cdot (e^{\beta_1})^{X_1} \dots (e^{\beta_k})^{X_k} \quad (4)$$

Para diagnosticar as irregularidades do modelo, foram aplicadas duas análises de resíduos. O teste da razão de verossimilhança, que indica o nível de associação entre as variáveis independentes e a variável resposta, e o teste qui-quadrado de Pearson, aplicado para verificar a independência de duas variáveis qualitativas (DEVORE, 2006).

### 3 MÉTODO

#### 3.1 Caracterização climática

O clima da cidade de Patos, pertencente a zona bioclimática 8, foi analisado a partir do Ano Típico - TRY - desenvolvido pelo grupo da ANTAC e publicada no site do LABEEE-UFSC.

#### 3.2 Caracterização dos modelos

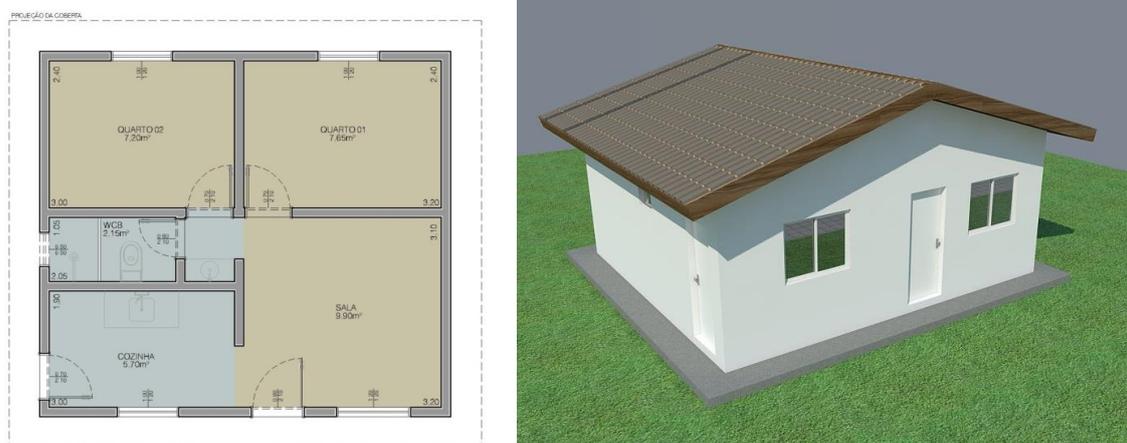
O programa de simulação computacional escolhido para utilização neste trabalho foi o *Design Builder*, por ser um dos principais programas utilizados no Brasil e utilizar o formato (.EPW) de base de dados climáticos relativo a um ano típico de referência – TRY, permitindo simulações horárias no período de um ano. O modelo base foi configurado em quatro abas distintas: padrão de ocupação, padrão de construção, padrão de abertura e padrão de consumo energético. As simulações foram realizadas com os padrões de ocupação, padrão de abertura e de consumo energético, fixos.

Os modelos simulados foram determinados como ambientes ventilados naturalmente, com a possibilidade de operação das aberturas que reproduzem os hábitos dos ocupantes, seguindo o padrão de ocupação, com acionamento da rotina (*scheduler*) para temperaturas do ar internas superiores a 26°C. Em todos os casos foram desconsiderados o uso de sistemas artificiais de condicionamento, sendo desativado este *setpoint* no programa.

O consumo mensal de energia elétrica estimado foi de 150 kWh, considerando o consumo total dos equipamentos e do sistema de iluminação, a partir da descrição dos equipamentos presentes por unidade. Para a faixa de renda familiar de até 03 salários mínimos os equipamentos são: aparelho de som, chuveiro elétrico, ferro de passar, fogão, geladeira, liquidificador, televisão e ventilador (TAVARES, 2006).

Para o caso base, foi adotada uma unidade habitacional unifamiliar, como modelo representativo de habitação de interesse social, com 35 m<sup>2</sup> de área total construída, com os seguintes ambientes: 1 sala, 1 cozinha, 1 banheiro e 2 quartos. A edificação é térrea e possui a cobertura em duas águas no sentido leste/ oeste, conforme planta da figura 1:

**Figura 1 - Planta baixa e perspectiva do modelo base**



Fonte: Autor

A partir das indicações de fechamentos verticais opacos sugeridos pela norma NBR 15.220 (ABNT, 2005), foram selecionadas 2 tipos de fechamento vertical opaco - considerando o menor e maior valor de transmitância térmica e atraso térmico, indicados para todas as zonas bioclimáticas. Seguem abaixo, na tabela 1, os códigos e descrições dos tipos de fechamentos verticais opacos (parede) adotados para esta pesquisa, com os valores das seguintes propriedades térmicas: U (transmitância térmica), Ct (Capacidade térmica),  $\alpha$  (absortância solar);  $\Phi$  (atraso térmico).

**Tabela 1 - Descrição das paredes**

Cod.	Descrição	U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Ct [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]	$\alpha$	$\Phi$ [horas]
PA	Parede de tijolos de 8 furos circulares, assentados na menor dimensão. Espessura total da parede: 15,0 cm	2,24	167	0,20	3,7
PB	Parede de concreto maciço Espessura total da parede: 5,0 cm	5,04	120	0,20	1,3
PC	Parede dupla de tijolos de 8 furos circulares, assentados na maior dimensão. Espessura total da parede: 46,0 cm	0,98	368	0,20	10,8

Fonte: Adaptado de NBR 15.220 (ABNT, 2005)

Em seguida, foram selecionados 4 tipos de fechamentos horizontais opacos, considerando também o menor e maior valor de transmitância térmica e atraso térmico, indicados pela norma NBR 15.220 (ABNT, 2005). Seguem abaixo os códigos e descrições dos fechamentos horizontais opacos (cobertura) na tabela 2.

**Tabela 2 - Descrição das coberturas**

Cod.	Descrição	U [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Ct [kJ/(m <sup>2</sup> .K)]	$\alpha$	$\phi$ [horas]
CA	Cobertura de telha de barro com forro de concreto. Espessura do concreto: 3,0cm	2,24	84	0,7	2,6
CB	Cobertura de telha de barro com 5,0 cm de lâ de vidro sobre o forro de madeira. Espessura da madeira: 1,0cm	0,62	34	0,7	3,1
CC	Cobertura de telha de barro, lâmina de alumínio polido e laje de concreto de 25 cm. Espessura da telha: 1,0cm	1,03	561	0,7	13,4
CD	Cobertura de telha de fibrocimento sem forro. Espessura da telha: 0,7cm	4,60	18	0,7	0,2

Fonte: Adaptado de NBR 15.220 (ABNT, 2005)

### 3.3 Avaliação de desempenho térmico

A partir do conceito de modelo adaptativo definido por De Dear e Brager (2002), foram utilizados dados de temperatura operativa como índice de conforto térmico para a definição de Graus-hora para Resfriamento e para Regressão Logística.

No método de Graus-hora, foi somado o valor excedente da temperatura operativa que esteve acima da temperatura base de 26,5°C, determinada de acordo com o gráfico de referência de temperatura operativa x temperatura externa, da norma Standard 55 (ASHRAE, 2010).

$$\text{GhR} = \sum (26,5 - T_o) > 0 \quad (5)$$

onde, GhR = Graus-hora para resfriamento

Tb = Temperatura base

To = Temperatura operativa

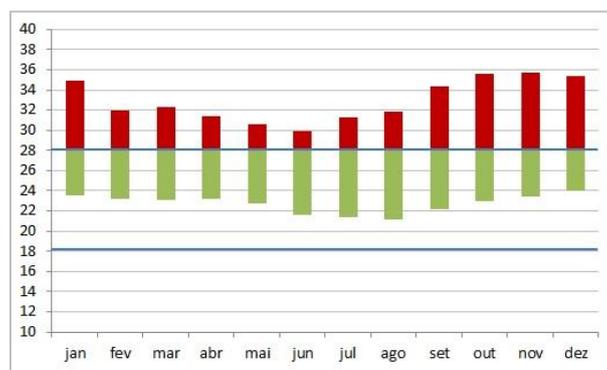
O uso da Regressão Logística permitiu verificar a influência das combinações entre parede e coberta sobre o conforto térmico no interior do ambiente. No modelo de Regressão Logística, foram comparadas os dados horários de temperatura operativa das combinações, considerando como evento de interesse ( $y=1$ ) os valores de temperatura operativa abaixo da temperatura base de 26,5°C. A partir da equação 4 determinada para este modelo, foram determinados o melhor e o pior desempenho entre as combinações.

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \text{Grupo} \quad (6)$$

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima considerado nesta pesquisa é referente à cidade de Patos na Paraíba. Com latitude de 7,02° sul e longitude de 37,27° oeste, a cidade está situada a 249 m de altitude, com umidade média de 62,04 % e o nível pluviométrico anual de 1.603,20 mm. As temperaturas médias mensais apresentam valores entre 25°C a 29°C. As mínimas ocorrem entre os meses de junho, julho e agosto, chegando a 21°C. As médias mensais das temperaturas máximas ocorreram entre 30°C e 36°C, sendo outubro, novembro e dezembro os meses mais quentes, como pode ser observado no gráfico 1.

**Gráfico 1 - Amplitude térmica em Patos**



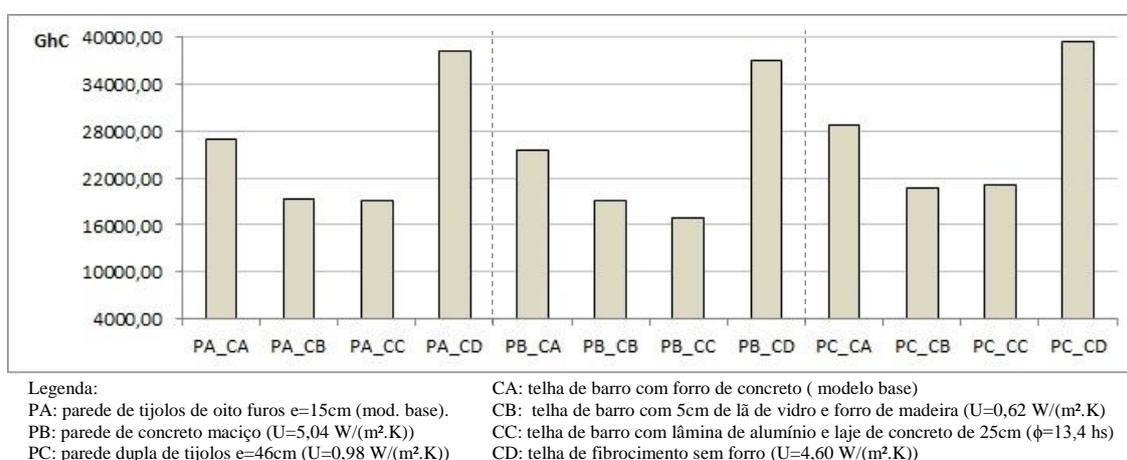
Fonte: Autor

Observam-se valores de temperatura que causam desconforto por calor em todos os meses do ano. Destacam-se a mínima absoluta de 18,80° C em março, maio e julho, e a máxima absoluta de 37,70° C em janeiro, maio e novembro.

#### 4.1 Graus-hora para Resfriamento

O método de análise de Graus-hora para resfriamento (GhR) demonstrou diferenças significativas entre as combinações. A maior diferença ocorreu na cobertura (D), com telha de fibrocimento sem forro, que resultou nos valores mais altos, variando entre 37.053,97 GhR, quando combinada com a parede (B), e 39.534,53 GhR, na combinação com a parede (C), como pode ser observado no gráfico 2 abaixo.

**Gráfico 2 - GhR dos fechamentos opacos em Patos**



Fonte: Autor

Pôde-se observar que as coberturas (B) e (C), que possuem isolamento térmico em sua composição, resultaram nos melhores desempenhos e com comportamento semelhante, quando combinadas com as paredes em análise. O melhor desempenho resultou da combinação da parede (B), de concreto maciço, com a cobertura (C), de telha de barro, lâmina de alumínio e laje de concreto, que possui 16.871,46 GhR.

#### 4.2 Regressão Logística

Inicialmente, foram determinadas as estimativas e os coeficientes de significância a partir do Teste de Wald, a fim de identificar as diferenças significativas entre as combinações, quando comparadas com o modelo base: parede (A) e a cobertura (A). A partir da tabela 3, pôde-se observar que houve diferença significativa entre todas as combinações e o modelo base, rejeitando a hipótese nula. A partir das estimativas, foram calculados os exponenciais, que permitiram quantificar a razão da chance de ocorrer o evento de interesse e a diferença entre cada categoria simulada.

**Tabela 3 – Coeficientes de significância To – Patos**

Coeficientes	Estimativas	Pr(> z )	Resultado	Exponenciais	Chance
(Intercept)	0,047726	0,103	Rejeita a Ho	1,04	
factor(G)2	0,231325	4,29 x 10 <sup>-10</sup>	Rejeita a Ho	1,26	<b>Aumenta em</b>

					<b>26%</b>
factor(G)3	-0,713791	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	0,49	<b>Reduz em 51%</b>
factor(G)4	0,691750	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	1,99	<b>Aumenta em 99%</b>
factor(G)5	0,508150	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	1,66	<b>Aumenta em 66%</b>
factor(G)6	0,812173	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	2,25	<b>Aumenta em 125 %</b>
factor(G)7	-0,165723	$1,83 \times 10^{-5}$	Rejeita a Ho	0,85	<b>Reduz em 15%</b>
factor(G)8	0,990212	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	2,69	<b>Aumenta em 169%</b>
factor(G)9	-0,359095	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	0,69	<b>Reduz em 31%</b>
factor(G)10	-0,176627	$5,1 \times 10^{-6}$	Rejeita a Ho	0,83	<b>Reduz em 17%</b>
factor(G)11	-1,247628	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	0,29	<b>Reduz em 71%</b>
factor(G)12	0,438164	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	1,55	<b>Aumenta em 55%</b>
hora	-0,115091	$<2 \times 10^{-16}$	Rejeita a Ho	0,89	

Legenda:

G1 – parede A-coberta A  
G2 – parede A-coberta B  
G3 – parede A-coberta C  
G4 – parede A-coberta D

G5 – parede B-coberta A  
G6 – parede B-coberta B  
G7 – parede B-coberta C  
G8 – parede B-coberta D

G9 – parede C-coberta A  
G10 – parede C-coberta B  
G11 – parede C-coberta C  
G12 – parede C-coberta D

Fonte: Autor

Pôde-se verificar que o melhor desempenho ocorreu na combinação G8, parede (B) com maior transmitância térmica, combinada com a cobertura (D) também com maior transmitância. Esta combinação aumenta a chance da temperatura operativa permanecer abaixo da temperatura base em 169% em relação ao modelo base. O pior desempenho ocorreu em G11, que representa a combinação da parede (C) e cobertura (C), com os maiores valores de atraso térmico. Esta combinação reduziu a chance de ocorrer conforto pela temperatura operativa em 71%, conforme equação abaixo.

$$\left( \frac{p}{1-p} \right) = e^{\beta_0 + \beta_1 G_2 + \beta_2 G_3 + \beta_3 G_4 + \beta_4 G_5 + \beta_5 G_6 + \beta_6 G_7 + \beta_7 G_8 + \beta_8 G_9 + \beta_9 G_{10} + \beta_{10} G_{11} + \beta_{11} G_{12} + \beta_{12} Hora} \quad (7)$$

$$e^{0,95 + 0,79.G_2 + 0,04.G_3 + 0,50.G_4 + 0,60.G_5 + 0,44.G_6 + 1,18.G_7 + 0,37.G_8 + 1,43.G_9 + 1,19.G_{10} + 3,48.G_{11} + 0,64.G_{12} + 1,21.Hora}$$

Para diagnosticar as irregularidades do modelo, foram realizadas duas análises de resíduos: 1) o resíduo de Pearson (teste qui-quadrado) que rejeitou a hipótese de que não há diferenças entre a variável resposta e as variáveis independentes, com *p-value* menor que  $2,2 \times 10^{-16}$ , e ainda, 2) o teste de hipótese de análise de variância (Anova), que rejeitou a hipótese, com resultado de *p-value* menor que  $2,2 \times 10^{-16}$ .

### 4.3 Discussões

Nos dois métodos, percebe-se que a influência da cobertura é maior que da parede em todas as combinações, em função dos valores de radiação solar na cidade de Patos. A influência da parede é reduzida, mas perceptível nas duas situações.

Ao considerar o método de Graus-hora para Resfriamento, a combinação da parede com alto índice de transmitância térmica associada à cobertura com isolamento térmico resultou no melhor resultado. Este evento resulta da possibilidade do isolamento térmico manter condições mais homogêneas no interior da edificação nos horários mais quentes, por reduzir as oscilações térmicas do ambiente, resultando em uma temperatura interna com pequenos intervalos entre o dia e a noite, mas com temperaturas em todos os horários acima do limite de conforto. Nos casos da cobertura de fibrocimento sem forro combinada com todas as paredes foram identificados os piores desempenhos térmicos.

Pelo método de Regressão Logística, a cobertura de fibrocimento sem forro representa a solução de cobertura, dentre aquelas analisadas neste trabalho, com melhor desempenho térmico. Combinada com todas as paredes, a cobertura de maior transmitância térmica aumentou a chance de ocorrer conforto no edifício em até 169%.

Pôde-se observar que os dois métodos resultaram em desempenhos inversos, enquanto o método de Graus-hora para resfriamento indica piores condições de conforto no uso de cobertas com maior valor de transmitância térmica, o método de Regressão Logística indica melhores condições de conforto neste tipo de cobertura.

As críticas relativas ao método de Graus-hora para Resfriamento reforçam os resultados encontrados nesta pesquisa, pois alguns autores comentam sobre a ausência da distribuição das temperaturas ao longo do ano, permitindo que dois edifícios resultem no mesmo valor de Graus-hora, apesar de um edifício atingir temperaturas bem mais elevadas que outro, como afirma Negreiros (2010).

Foi constatado que no método de Regressão Logística as variações da temperatura não são perceptíveis, assim como no método de percentual de horas de desconforto, pois ambos são métodos que quantificam a chance de ocorrer conforto e desconforto, mas não demonstram este comportamento. O método de Regressão Logística considera quantas vezes a temperatura operativa esteve abaixo da temperatura base, ou seja, na cobertura com maior transmitância térmica houve mais ocorrências de temperatura abaixo de 26,5°C apesar de não conhecermos o quanto essas temperaturas estiveram acima do limite adotado.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha adequada do método de avaliação de desempenho térmico é fundamental para a correta interpretação dos resultados. Observou-se que os métodos utilizados são limitados ao representar as condições térmicas encontradas no edifício, resultando na seguinte questão: qual o método mais adequado? Poucas horas de desconforto com grandes oscilações e elevadas temperaturas ou menores oscilações de temperaturas porem maior frequência de temperaturas acima do limite de referência?

A dificuldade em encontrar um método adequado para avaliar o desempenho térmico da envoltória nas condições climáticas escolhidas é uma limitação, pois grande parte dos estudos desenvolvidos nesta área é baseada em definições para climas mais amenos, inclusive os algoritmos utilizados nos programas de simulação computacional, que utilizam referências que não refletem nossa realidade.

Considerando o uso de modelos numéricos para avaliação de desempenho térmico, recomenda-se a continuidade deste estudo considerando o avanço em relação a algumas limitações encontradas, principalmente no que se refere aos critérios de definição dos métodos de avaliação de desempenho térmico de edificações ventiladas naturalmente.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, pelo financiamento da bolsa de mestrado e a professora Dra. Solange Goulart, pelas contribuições e tempo dedicado a esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro. 2005.
- ASHRAE. **Standard-55P: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers, Inc. Atlanta. 2003.
- ASTE, N.; ANGELOTTI, A.; BUZZET, M. The influence of the external walls thermal inertia on the energy performance of well insulated buildings. **Energy and building**, 41 2009. 1181-1187.
- BARRIOS, G. et al. Envelope wall/roof thermal performance parameters for non air-conditioned buildings. **Energy and Buildings**, 50 2012. 120-127.
- CARLUCCI, S.; PAGLIANO, L. A review of indices for the long-term evaluation of the general thermal comfort conditions in buildings. **Energy and Buildings**, 53 2012. 194-205.
- CODEIRO, G. M.; ANDRADE, M. G. D. Transformed generalized linear models. **Journal of Statistical Planning and interference**, V. 139 2009. 2970-2987.
- CORDEIRO, G. M.; DEMÉTRIO, C. G. B. **Modelos Lineares Generalizados e Extensões**. Piracicaba: [s.n.], 2008.
- DE DEAR, R. J.; BRAGER, G. S. Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. **Energy and Buildings**, 31 2002. 549-561.
- DEVORE, J. L. **Probanilidade e estatística: para engenharia e ciências**. São Paulo: Pioneira Thomson Learnig, 2006.
- GASPARELLA, A. et al. Thermal dynamic transfer properties of the opaque envelope: Analytical and numerical tools for the assessment of the response to summer outdoor conditions. **Energy and Buildings**, 43 2011. 2509-2517.
- GOULART, S. V. G. **Dados climáticos para avaliação de desempenho térmico de edificações em Florianópolis**. Universidade Federal de Santa Catarina (Dissertação de mestrado). Florianópolis. 1993.
- HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied Logistic Regression**. 2ª. ed. New York: John Wiley 7 Sons, 2000.
- NEGREIROS, B. D. A. **Análise de métodos de predição de conforto térmico de habitação em clima quente-úmido com condicionamento passivo**. Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Dissertação de mestrado). Natal, p. 115. 2010.
- NICOL, J. F.; HUMPHREYS, M. A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. **Energy and buildings**, 34 2002. 563-572.