

# AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL LOCALIZADA NO CLIMA QUENTE E ÚMIDO DA CIDADE DE PARNAMIRIM/RN COM BASE NO MÉTODO DE SIMULAÇÃO DO RTQ-R

Glenio Lima<sup>(1)</sup>; Aldomar Pedrini<sup>(2)</sup>; André Alves<sup>(3)</sup>

(1) UFRN, Departamento de Arquitetura, LABCON, e-mail: [gleniolima@yahoo.com.br](mailto:gleniolima@yahoo.com.br)

(2) UFRN, Departamento de Arquitetura, LABCON, e-mail: [apedrini@ufnet.br](mailto:apedrini@ufnet.br)

(3) UFRN, Departamento de Arquitetura, LABCON, e-mail: [andrefelipeac@yahoo.com.br](mailto:andrefelipeac@yahoo.com.br)

## Resumo

*O Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social – PSH, de redução do déficit habitacional, é de um dos mais difundidos na cidade de Parnamirim/RN, mas vem sendo implantado sem que haja um estudo mais aprofundado em relação ao conforto do usuário e ao desempenho ambiental da casa modelo. O objetivo principal do trabalho foi verificar o desempenho térmico desta habitação tipo, a partir da aplicação do método de simulação computacional do Regulamento Técnico da Qualidade de Edificações Residenciais (RTQ-R). Simulações computacionais utilizando o programa DesignBuilder foram realizadas para as análises energéticas. Os dados do projeto arquitetônico e do método de simulação do RTQ-R foram utilizados para a modelagem do caso base e realização das primeiras análises. Outras simulações foram realizadas com a finalidade de se verificar o impacto de diferentes alternativas de projeto no desempenho térmico. O resultado ponderado dos graus-hora de resfriamento (GHR) para o caso base foi de 19659 dentro do limite do nível “E”. Entre as alternativas de projeto, aquela que apresentou maior impacto foi a utilização de absorptância mais baixa ( $\alpha = 0.20$ ) na cobertura, (GHR = 8506), nível “B”. Nenhuma das alternativas de projeto avaliadas conseguiu elevar a eficiência energética da casa para nível “A”.*

**Palavras-chave:** Habitação de interesse social, RTQ-R, Simulação computacional.

## Abstract

*The Program for Social Housing (PSH) is one of the most widespread in the city of Parnamirim / RN and has been implemented without further study in relation to user comfort and house environmental performance. The main objective was to evaluate the thermal performance of PSH home from computer simulation method of the “Technical Regulation on Quality of Residential Buildings” (RTQ-R). Computer simulations for energy analyzes were carried out using the program DesignBuilder. Data from the architectural design and RTQ-R simulation method were used to model the base case and carried out initial analyzes. Other simulations were performed to verify the impact of different design alternatives in thermal performance. The result for the base case was level "E" with “cooling degree-hours” (GHR) score of 19.659. The most important design decision was the use of lower absorptance ( $\alpha = 0.20$ ) on roof (GHR = 8506), "B" level. None of the evaluated design decisions got increase the energy efficiency to level "A".*

**Keywords:** Social housing, RTQ-R, Computational simulation.

## 1. INTRODUÇÃO

Questões sobre eficiência e certificação energética tem sido o centro de debates científicos nos últimos anos em várias regiões do mundo, direcionados principalmente para os setores da indústria e das edificações, responsáveis pelas maiores taxas de consumo (ASDRUBALIA et

al., 2008). Em relação às edificações, de um modo geral, as políticas energéticas visam aperfeiçoar o desempenho sem comprometer os níveis de conforto dos usuários, salubridade e produtividade. Em outras palavras, consumir menos energia promovendo os mesmos, ou melhores, níveis de serviços. No caso de habitações de interesse social, que são repetidas centenas de vezes, os direcionamentos adotados sempre levam a grandes impactos. Nestas tipologias quase sempre os custos são colocados em primeiro plano em detrimento às questões de conforto e de desempenho energético. Levando o usuário de baixa renda a investir em recursos ativos (condicionador de ar e ventilador) ou, na impossibilidade dessas aquisições, conviver com condições de estresse térmico e até problemas de saúde.

A criação de mecanismos oficiais (leis, códigos e regulamentos) vem sendo empregada em várias partes do mundo para que os governos e entidades possam estimular o desenvolvimento de projetos mais eficientes, propor medidas de controle/incentivos e combater os piores casos. No Brasil, a criação da Lei nº 10.295, de 17 de Outubro de 2001, que “dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências”, deu início a uma série de ações que resultaram, primeiramente, na Regulamentação para Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e, mais recentemente, em 2010, no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R).

Embora tais regulamentos definam condições básicas de projeto visando o desempenho energético, ainda não há uma ampla difusão de suas práticas, tanto no meio privado quanto no público. Diversas ações do governo federal ainda não levam em consideração os regulamentos mencionados, a exemplo do Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social – PSH, cujo objetivo é oferecer acesso à moradia adequada a cidadãos de baixa renda (0 a 3 salários mínimos), em áreas urbanas ou rurais. Na cidade de Parnamirim/RN, vários loteamentos têm sido construídos com base na casa modelo do referido programa sem maiores preocupações em relação à seu desempenho ambiental.

## **2. OBJETIVO**

O objetivo deste artigo é verificar o desempenho térmico da residência modelo do Programa Social da Habitação (PSH), implantada no município de Parnamirim/RN a partir da aplicação do método da simulação computacional do Regulamento Técnico da Qualidade de Edificações Residenciais (RTQ-R).

## **3. RTQ-R**

A ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia) estabelece cinco patamares de eficiência identificados pelas letras A, B, C, D e E, sendo “A” considerado o nível mais eficiente e “E”, o menos eficiente. O regulamento estabelece duas formas de avaliação energética: o método prescritivo e o método da simulação (INMETRO, 2010).

### **3.1. Método da simulação**

Após a realização da simulação, para cada ambiente de permanência prolongada deve-se somar todas as horas acima de 26°C de temperatura operativa (ver Figura 1). O valor encontrado resulta nos graus-hora de resfriamento (GH<sub>R</sub>) dos ambientes que, em seguida, precisarão ser ponderados por suas respectivas áreas para se obter o valor final dos graus-horas de resfriamento (GH<sub>R</sub>) para a unidade habitacional que está sendo avaliada.

O resultado obtido é comparado com os limites definidos no regulamento (RTQ-R) para edificações naturalmente ventiladas (graus-hora de refrigeração – GH<sub>R</sub>) e edificações condicionadas artificialmente (consumo relativo para refrigeração – C<sub>R</sub>), conforme Tabela 1 e

Figura 2. Na Zona Bioclimática 08 (cidade de Parnamirim/RN), não se aplica o consumo relativo para aquecimento ( $C_A$ ).

Figura 1 – Demonstrativo do cálculo dos graus-hora de resfriamento ( $GHR$ ).

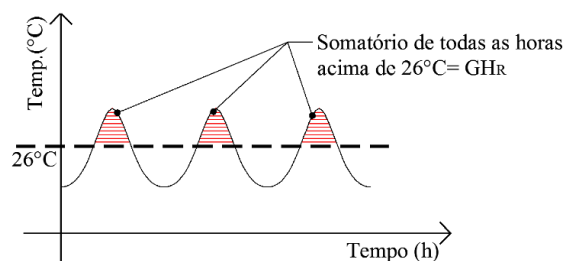


Figura 2 – Demonstrativo das situações para comparação de  $GHR$  e  $C_R$ .

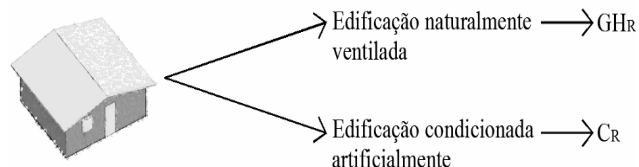


Tabela 1– Definição dos níveis de eficiência em função dos limites de  $GHR$  para Zona Bioclimática 08.

Cidade: Natal - RN		ZB 8	Tipo do arquivo: TRY	
Eficiência	EqNum	GHR	CR (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	CA (kWh/m <sup>2</sup> .ano)
A	5	$GHR \leq 5470$	$CR \leq 24,321$	-
B	4	$5470 < GHR \leq 9053$	$24,321 < CR \leq 37,045$	-
C	3	$9053 < GHR \leq 12661$	$37,045 < CR \leq 49,718$	-
D	2	$12661 < GHR \leq 16348$	$49,718 < CR \leq 61,877$	-
E	1	$16348 < GHR$	$61,877 < CR$	-

#### 4. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em quatro etapas principais:

- Definição, a partir de revisão bibliográfica, dos procedimentos adotados nas análises com base no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R);
- Levantamento das características climáticas da cidade de Parnamirim/RN e das informações necessárias para avaliação da unidade habitacional, por meio do projeto arquitetônico, dos complementares e de levantamento em campo;
- Definição dos modelos paramétricos para simulação computacional;
- Análises dos resultados e do desempenho da casa em relação ao RTQ-R.

##### 4.1. Caracterização da casa PSH

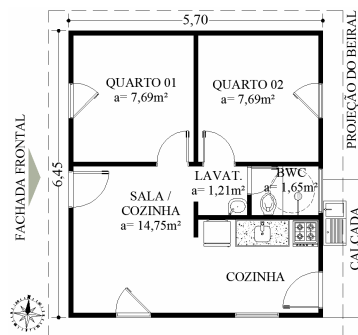
A casa padrão do PSH de Parnamirim/RN (Figura 3 e Figura 4) possui 36,76m<sup>2</sup> de área construída, com fachada frontal orientada para oeste. Compreende o seguinte programa de necessidades: sala/cozinha (14,75m<sup>2</sup>), hall (1,21m<sup>2</sup>), área de serviço externa, banheiro (1,65m<sup>2</sup>) e dois quartos com mesmo tamanho (7,69m<sup>2</sup>).

O piso possui acabamento cimentado, cobertura com duas águas em telha colonial vermelha de barro sobre estrutura de madeira sem forro. Com relação às paredes, tanto as internas quanto as externas são compostas de tijolos cerâmicos de 08 furos quadrados (9,0 cm x 19,0cm x 19,0 cm) assentados na menor dimensão com argamassa de emboço e pintura em cal branca. As portas e janelas possuem caixa e folhas em madeira, de giro e pintura em esmalte sintético na cor amarela ou vermelha.

Figura 3 – Vista 01 das casas do conjunto PSH.



Figura 4 – Planta baixa casa PSH Parnamirim/RN.



Fonte: adaptado de Negromonte (2003).

#### 4.2. Caracterização do clima da cidade de Parnamirim/RN

De acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro definido na NBR 15220 (ABNT, 2005), o município de Parnamirim/RN está inserido na Zona Bioclimática 08 e possui clima quente e úmido. Localiza-se na latitude 5,9° sul e longitude de 35,2° oeste. A proximidade do litoral contribui para unidade relativa do ar estável ao longo de todo o ano com média de 76%. A temperatura média anual é de 27,1°C. Fevereiro é o mês mais quente, onde a média das máximas é 31,3°C e a média das mínimas 22,7°C. O mês mais frio é julho com média das máximas de 28°C e média das mínimas de 19,8°C.

#### 4.3. Caracterização do caso base para aplicação do caso base

Conforme os procedimentos de simulação definidos no RTQ-R, a casa analisada do PSH de Parnamirim/RN teve todos os ambientes internos modelados, taxa metabólica dos usuários, rotinas de ocupação, iluminação, equipamentos e demais sistemas definidos. Foram consideradas todas as características geométricas e físicas dos sistemas construtivos das paredes, cobertura e esquadrias (calor específico, densidade de massa aparente, condutividade, transmitância e absorvância térmica). Externamente ao volume da edificação apenas os beirais foram representados no modelo de referência, enquanto muros e outras construções foram desconsiderados (Figura 5 e Figura 6). O caso base possui três zonas térmicas que correspondem aos ambientes de longa permanência da casa. Cada quarto representa uma zona térmica (Figura 7 e Figura 8) e por não existir divisão física entre a sala, a cozinha e o hall estes foram modelados como um único ambiente, ou seja, uma zona térmica (Figura 9).

Figura 5 – Vista externa do modelo - noroeste

Figura 6 – Vista externa do modelo - sudeste.

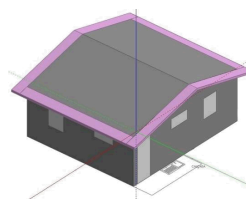
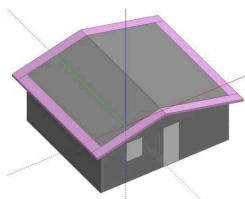
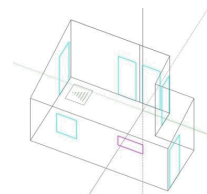
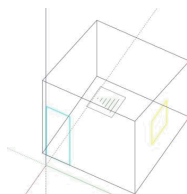
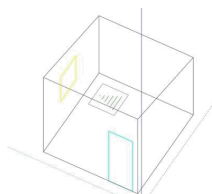


Figura 7 – Quarto 01.

Figura 8 – Quarto 02.



Figura 9 – Sala/Cozinha/hall.



### 4.3.1. Envoltória

A envoltória do caso base simulado segue as características da habitação padrão analisada. Portanto, na cobertura foi considerado telha cerâmica sem forro com transmitância térmica ( $U$ ) de  $4,55 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$  e absorvância solar ( $\alpha$ ) de  $0,70$  (Tabela 2). Nas paredes, o sistema construtivo de tijolos cerâmicos assentados na menor dimensão e rebocados dos dois lados, resultando numa transmitância térmica ( $U$ ) de  $2,49 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$  e absorvância solar ( $\alpha$ ) de  $0,40$ . As esquadrias (portas e janelas) foram definidas como sendo de madeira, de giro, enfiçadas e pintadas com transmitância térmica ( $U$ ) de  $2,97 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$  e absorvância solar ( $\alpha$ ) de  $0,40$ .

Tabela 2 – Transmitância térmica, capacidade térmica e atraso térmico da cobertura e parede.

Envoltória	Descrição	$U$ [ $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$ ]	$CT$ [ $\text{kJ}/(\text{m}^2.\text{K})$ ]	$\Phi$ [horas]
Coberta	 Cobertura de telha de barro sem forro. Espessura da telha: 1,0cm	4,55	18	0,3
Parede	 Dimens. Tijolo: 9,0x19,0x19,0cm Espessura arg. de assent.: 1,0cm Espessura arg. de emboço: 2,5cm Espessura total da parede: 14,0cm	2,49	158	3,3

Fonte: adaptado da NBR 15220 (ABNT, 2005).

### 4.3.2. Rotinas de ocupação

As rotinas de ocupação foram definidas com base nas recomendações do RTQ-R para os ambientes de permanência prolongada da residência: quartos 01/02 (Figura 12 e Figura 13) e a sala/cozinha/hall (Figura 14 e Figura 15). Os primeiros são caracterizados pelo uso noturno estendendo-se até o início da manhã enquanto o segundo, pela ocupação diurna que vai até a noite. Existem variações que foram consideradas para o período do final de semana e aquele compreendido de segunda a sexta-feira. Tanto nos quartos 01/02 quanto na sala/cozinha/hall a ocupação no final de semana é mais prolongada, no geral duas horas maior. Os usos propostos certamente devem variar em função de fatores sociais, culturais e da região climática considerada. Os valores estabelecidos no RTQ-R são aproximações que tentam representar minimamente os usos típicos para um quarto que é o noturno (função principal: dormir) enquanto a sala, o diurno (função principal: encontro/lazer). Foi considerada nas simulações a ocupação de duas pessoas por dormitório. O que representa uma densidade de  $0,26 \text{ pessoa}/\text{m}^2$ . Conforme RTQ-R, no ambiente denominado sala foi adotado uma população de quatro pessoas com densidade um pouco inferior:  $0,25 \text{ pessoa}/\text{m}^2$ .

Figura 10 – Ocupação quartos - dias de semana.

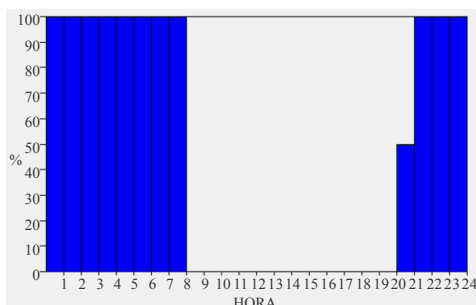


Figura 11 – Ocupação quartos - final de semana.

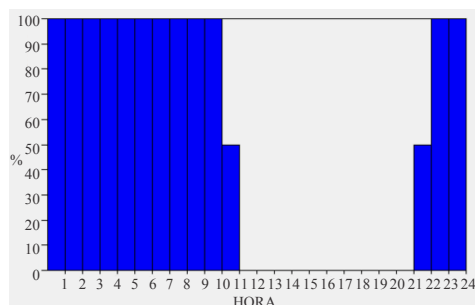


Figura 12 – Ocupação quartos - dias de semana.

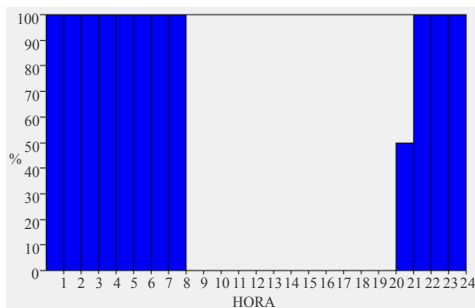


Figura 13 – Ocupação quartos - final de semana.

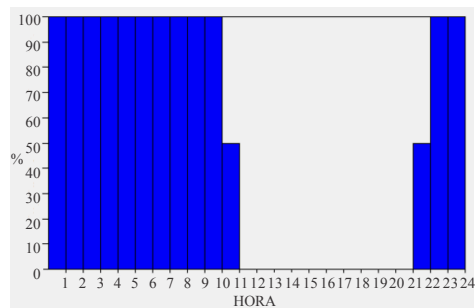


Figura 14 – Ocupação sala - dias de semana.

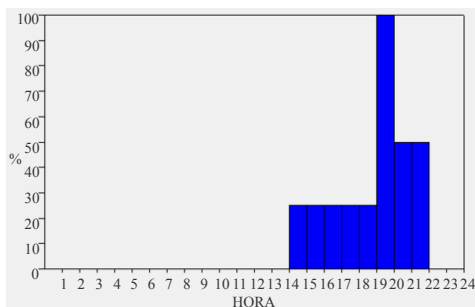
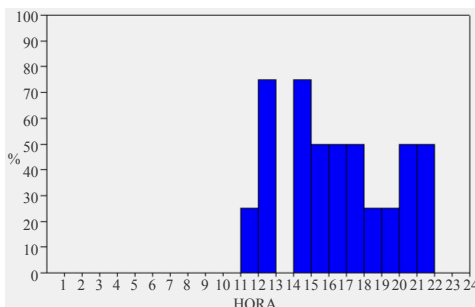


Figura 15 –Ocupação sala - final de semana.



### 4.3.3. Cargas internas de equipamentos e taxa metabólica

No modelo simulado os quartos 01/02 e o banheiro não possuem cargas internas de equipamentos. Apenas na sala/cozinha/hall foi considerado uma potência de equipamentos igual a 1,5 W/m<sup>2</sup> funcionando 24 horas durante todo o período de simulação. Os valores da taxa metabólica dos usuários representam a quantidade de calor dissipada para o ambiente em W/m<sup>2</sup> e foram definidos de acordo com o ambiente e atividade realizada (Tabela 3). Nos dormitórios o calor adotado por pessoa foi 81 W, considerando uma área de pele igual a 1,80m<sup>2</sup>, enquanto no ambiente sala/cozinha/hall foi considerado quatro indivíduos, dos quais três com taxa metabólica de 108 W (sentado ou assistindo TV) e apenas um com taxa de 171 W (cocção). O valor ponderado final para a sala/cozinha/hall foi de 123,8 W.

Tabela 3 – Taxas metabólicas para cada atividade do caso base.

Ambiente	Atividade realizada	Calor produzido (W/m <sup>2</sup> )	Calor produzido para área de pele= 1,80m <sup>2</sup> (W)	Número de pessoas
Sala / Cozinha / Hall	Sentado / assistindo TV	60	108	03
	Cocção	95	171	01
Dormitórios	Dormindo / descansando	45	81	04

### 4.3.4. Rotina de iluminação

As rotinas de iluminação consideradas para os ambientes de permanência prolongada: quartos 01/02 (Figura 16 e Figura 17) e a sala/cozinha/hall (Figura 18 e Figura 19) levaram em consideração dois períodos: dias de semana e final de semana.

Figura 16 – Iluminação quartos - dias de semana.

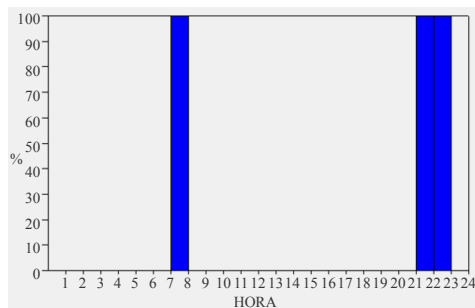


Figura 17 – Iluminação quartos - final de semana.

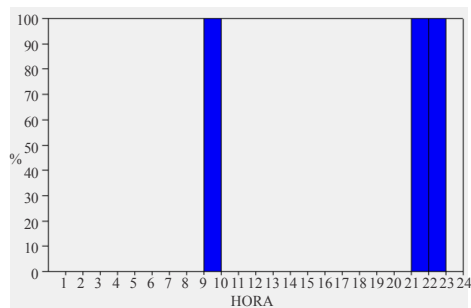


Figura 18 – Iluminação sala - dias de semana.

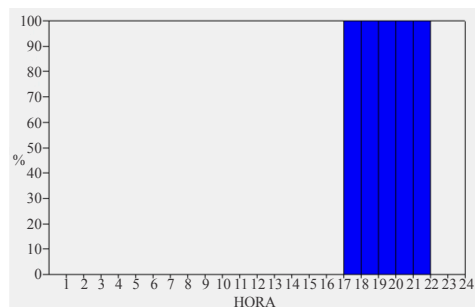
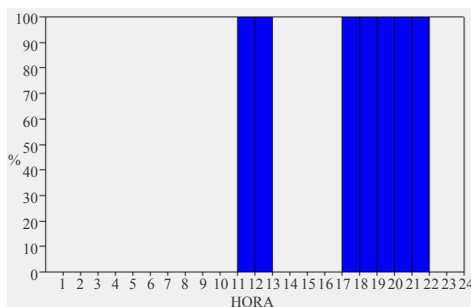


Figura 19 – Iluminação sala - final de semana.



## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O resultado ponderado dos graus-hora de resfriamento (GHR) para o caso base analisado foi de 19659 dentro do limite do nível “E”, a classificação energética mais baixa dentro do regulamento (Figura 20 e Figura 21). Isso significa dizer que em aproximadamente vinte mil horas do ano a temperatura operativa da casa analisada esteve acima do limite máximo de 26°C estabelecido pelo RTQ-R. Individualmente os dados da simulação apontaram o quarto 01 com mais horas de desconforto (Ghr= 21.115), seguido pelo quarto 02 (Ghr= 20.216) e pela sala/cozinha (Ghr= 18.688).

Figura 20 – Graus-hora de resfriamento do projeto avaliado.

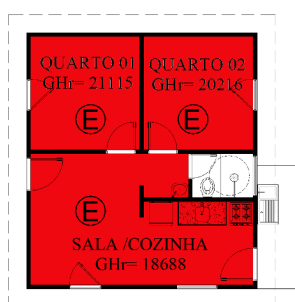


Figura 21 – Resultado dos Ghr ponderado do Caso base.

	CASO BASE		
Ambiente:	Quarto 01	Quarto 02	Sala
Área(m²):	7,69	7,69	15,96
Área Ponderado:	0,24537	0,24537	0,50925
Ghr Amb.:	<b>21115</b>	<b>20216</b>	<b>18688</b>
Nível Amb.:	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Ghr Ponderado.:	5181,1	4960,44	9517,11
Ghr Ponderado.:	<b>19659</b>		

A análise do ponto de vista térmico dos elementos da envoltória (parede, coberta e esquadrias) do caso base mostra claramente que a casa do PSH de Parnamirim/RN tem os maiores ganhos de calor através da coberta (Figura 22). A transmitância térmica de 4,55 w/m².K e a absorvância de 0,7 do telhado contribuem para as temperaturas internas elevadas da residência que nas simulações ficaram próximas dos 38°C. Além do baixo desempenho, o grande peso da coberta pode ser justificado também pela proximidade da cidade de

Parnamirim/RN com a linha do Equador. A análise da figura 22 torna claro ainda que numa eventual adequação de projeto o telhado deve ser considerado de forma prioritária. Dos ganhos térmicos totais (em kWh), este elemento representa 78% enquanto as paredes 13% e as esquadrias 09%. As características das paredes com cor clara e das esquadrias (de madeira e com tamanho reduzido) também contribuíram para esse resultado. Durante a noite (a partir das 19:00 horas) e madrugada (até as 07:00 horas) a cobertura perde calor para a abóboda celeste, enquanto durante o dia (08:00 às 18:00) ganha carga térmica, sendo o pico entre as 12:00 e 13:00 horas (Figura 23). Como existe muito calor entrando pelo telhado durante o dia, as paredes claras acabam dissipando parte para o exterior. As temperaturas internas do caso base apresentaram grande oscilação durante o dia, acompanhando as médias externas, mas com valores sempre mais elevados. Ou seja, a casa perde muito calor durante a noite (resfriando) e durante o dia acontece o inverso, fazendo com que ela esquente.

Figura 22 – Ganhos térmicos pela envoltória.

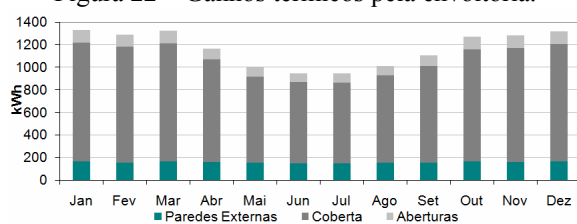
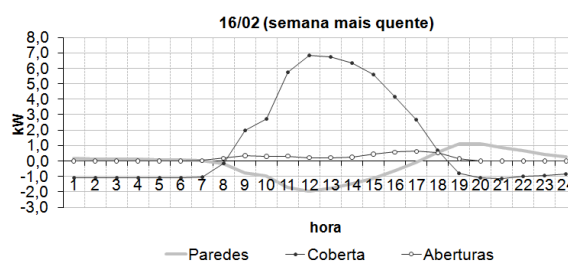


Figura 23 – Ganhos térmicos pela envoltória num dia.



## 6. SIMULAÇÃO DE CASOS ALTERNATIVOS

Alguns casos alternativos foram simulados (Tabela 4) com o objetivo de checar o impacto de determinadas variáveis de projeto no desempenho do caso base (CB). Verificou-se inicialmente o impacto destas variáveis de maneira isolada e, posteriormente, de forma combinada. Foram preservadas características relacionadas com planta baixa, geometria do modelo, área construída, tamanho dos ambientes, das aberturas, além das rotinas de uso e cargas internas de ocupação, equipamentos e iluminação. Os desempenhos energéticos do caso base (Nível E= Ghr= 19.659) e das 06 alternativas foram resumidos na Figura 24.

Tabela 4 – Casos alternativos simulados.

Caso simulado	Variáveis de projeto adotadas
Alternativa 01	Esquadrias em vidro incolor 3,0mm simples
Alternativa 02	Parede com absorvância ( $\alpha$ ) = 0.70
Alternativa 03	Cobertura com absorvância ( $\alpha$ ) = 0.20
Alternativa 04	Cobertura com transmitância térmica (U) = 0,66 W/m <sup>2</sup> .K
Alternativa 05	Cobertura com $\alpha$ = 0.20 e U= 0,66 W/m <sup>2</sup> .K
Alternativa 06	Parede com U=0,71 W/m <sup>2</sup> .K // Cobertura com $\alpha$ = 0.20 e U= 0,66 W/m <sup>2</sup> .K

### 6.1. Alternativa 01 (Alt. 01)

Em relação ao caso base foram substituídas as janelas de madeira por esquadrias de vidro incolor de 3,0mm simples. Essa alteração piorou o desempenho do modelo em 01%, com picos médios de temperatura radiante chegando a 31°C. A classificação permaneceu “E”, mas com aumento dos graus-hora de resfriamento para 19.779. Esse baixo impacto pode ser atribuído ao percentual pequeno das esquadrias em relação às fachadas (6,45% a 9,10%) e da ocupação noturna nos quartos. Como o resfriamento da edificação começa no final da tarde, à noite quando o usuário passa a ocupar o ambiente este já tem sua temperatura mais amena.



## 6.2. Alternativa 02 (Alt. 02)

A cor clara das paredes externas ( $\alpha=0.4$ ) foi substituída por uma cor escura ( $\alpha=0.70$ ). Essa modificação gerou um aumento médio de ganhos térmicos pelas paredes externas de 11%. Entre todas as alternativas simuladas foi a que apresentou o pior desempenho, nível “E” com  $G_{Hr}=21.751$ .

## 6.3. Alternativa 03 (Alt. 03)

A cor escura da cobertura ( $\alpha=0.70$ ) foi trocada por uma cor clara ( $\alpha=0.20$ ). O nível do modelo subiu para “B” com  $G_{Hr}=8.506$ . Considera-se a variável tecnicamente mais simples de se executar e com grande impacto no desempenho final. Embora o impacto seja mais expressivo na sala devido sua ocupação diurna, nos quartos a melhora também foi perceptível.

## 6.4. Alternativa 04 (Alt. 04)

A transmitância térmica da cobertura foi reduzida para  $U=0.66$   $W/m^2.K$ . Além da telha de barro foi acrescentado na composição do telhado 05 cm de lã de vidro e um forro de gesso. A classificação em relação ao caso base subiu para “C” com  $G_{Hr}=10.538$ . A melhora do desempenho não foi tão expressiva em função da envoltória pouco protegida e da ocupação noturna dos quartos. Neste caso, a cobertura com transmitância baixa dificulta a perda de calor para a abóbada celeste. Os maiores benefícios dessa estratégia são obtidos na sala por possui ocupação diurna.

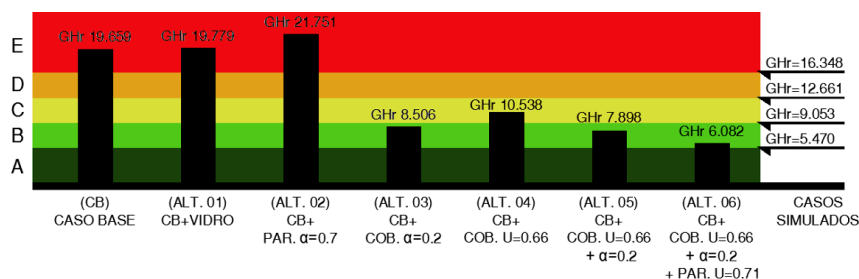
## 6.5. Alternativa 05 (Alt. 05)

Nesta alternativa, além da transmitância térmica da cobertura reduzida para  $U=0.66$   $W/m^2.K$ . Também se adotou o telhado com absorvância igual a 0.2. O modelo alcançou nível “B” com  $G_{Hr}=7.898$ . Em relação ao caso base representa uma redução de 60% nos graus-hora de resfriamento, mas em comparação com a alternativa 03 (que tinha apenas absorvância igual a 0.2), o incremento no desempenho foi de apenas 7,2%.

## 6.6. Alternativa 06 (Alt. 06)

Foram realizadas as mesmas alterações da alternativa 05 para a cobertura ( $U=0.66$   $W/m^2.K$  e  $\alpha=0.20$ ), acrescentando-se ainda nas paredes uma transmitância térmica menor, com valor igual a 0.71  $W/m^2.K$ . O nível do modelo permaneceu em “B” com  $G_{Hr}=6.082$ , mas bem próximo da faixa de classificação “A”. Neste caso, o incremento em relação à alternativa 03 foi de quase 30%, bem mais expressivo.

Figura 24 – Casos alternativos simulados.



## 7. CONCLUSÕES

A aplicação do método de simulação do RTQ-R, demonstrou o baixo desempenho térmico da casa modelo que vem sendo implantada na cidade de Parnamirim/RN, pelo Programa de Subsídio à Habitação de Interesse Social (PSH). A unidade obteve nível “E” de eficiência energética, a pior classificação do regulamento, sendo que, em quase vinte mil horas do ano a temperatura operativa da casa esteve acima do limite máximo de 26°C estabelecido pelo RTQ-R. Trata-se de um resultado que aponta não apenas para o baixo desempenho térmico da residência mas, principalmente, a necessidade de se rever o projeto atual que vem sendo aplicado, desde a concepção arquitetônica aos sistemas e equipamentos incorporados.

Mesmo com as alterações propostas nos casos alternativos visando um resultado melhor, em nenhuma das situações os modelos alcançaram classificação com nível “A”. Entre as variações de projeto geradas, a mais simples e com maior impacto foi à pintura da cobertura com cor clara (absortância de 0,2). O resultado ponderado dos graus-hora de resfriamento (GHR) foi de 8506 dentro do limite do nível “B”. Esse desempenho foi superior, inclusive, em relação ao caso alternativo (Alt.04) onde a cobertura foi definida com maior isolamento, transmitância térmica baixa ( $U=0,66 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ) e absortância de 0,7. Isso se justifica pelos períodos de ocupação noturna e pelo sombreamento pouco representativo da casa analisada.

No âmbito social, pode-se dizer que o referido projeto também não cumpre plenamente sua função. Conforme os resultados obtidos, o baixo desempenho térmico e energético da residência obriga os usuários a conviverem com uma situação de desconforto, ou a adotarem estratégias de condicionamento ativo (ventilador ou condicionador de ar) gerando um comprometimento ainda maior da renda para pagar a conta de eletricidade. Fato incompatível com o perfil da população a qual este tipo de programa habitacional se destina.

## REFERÊNCIAS

ABNT. *NBR15220-3/2005 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2005

ASDRUBALIA, F. et al. Comparative study of energy regulations for buildings in Italy and Spain. *Energy and Buildings*, v. 40, p. 1805-1815, 2008.

INMETRO. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). *Portaria nº 449*: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2010. p. 146.

NEGROMONTE, M. (Coord.). Unidade Habitacional Padrão (PSH). *Projeto em formato CAD*. Ministério das Cidades: Disponibilizado pela Secretaria Municipal de Obras Públicas da cidade de Parnamirim, 2003.