



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Búzios - RJ - 2011

ANÁLISES PARAMÉTRICAS DA EQUAÇÃO DE GRAUS HORA DE RESFRIAMENTO DA ETIQUETA RESIDENCIAL DO PROCEL PARA ZONAS BIOCLIMÁTICAS 5 E 8

Natália Queiroz (1); Juliana Montenegro (2); Aldomar Pedrini (3); Marcelo Tinoco (4).

(1) Arquiteta, pesquisadora bolsa ELETROBRÁS, natalia_fq@yahoo.com.br

(2) Arquiteta, mestranda do PPGAU/UFRN, ju_montenegro@hotmail.com

(3) PhD, Professor do Departamento de Arquitetura, apedrini@ufrnet.br

(4) Dr, Professor do Departamento de Arquitetura, mtinoco@ufrnet.br

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Arquitetura, Laboratório de Conforto Ambiental, Campos de Lagoa Nova, Natal, RN. Tel: 84 32153722

RESUMO

A crise energética de 2001 impulsionou iniciativas, entre elas o Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações (Procel – Edifica), que deu origem ao Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e ao Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R), lançado recentemente no segundo semestre de 2010. No método prescritivo do RTQ-R, o desempenho geral da unidade habitacional tem grande influência do equivalente numérico da envoltória, que por sua vez é obtido a partir do cálculo proposto de graus-hora de resfriamento. Este artigo apresenta análises paramétricas realizadas a partir da equação de graus-hora de resfriamento para as zonas bioclimáticas 5 e 8. Foi elaborada uma planilha no Microsoft Office Excel, que viabilizou 910 cálculos. As análises abordam orientação solar, percentual de aberturas, percentual de sombreamento, fator de ventilação, transmitância, absorptância da cobertura e considerações quanto à capacidade térmica. Os resultados apontam incoerências relacionadas à interpretação do regulamento e à sensibilidade da equação em relação à absorptância da cobertura, capacidade térmica e área de aberturas.

Palavras-chave: Etiqueta Procel; eficiência energética; edifícios residenciais

ABSTRACT

The Brazilian energy crisis of 2001 motivated initiatives such as the Action Plan for Energy Efficiency in Buildings (Procel - Edifica). The Action Plan originated the Technical Regulation on Quality of Commercial Buildings Energy Efficient (RTQ-C) and the Technical Regulation on Quality of Residential Buildings Energy Efficiency (RTQ-R). In the simplified method of RTQ-R, the housing performance is highly influenced by the envelope numeric equivalent. It is derived from the proposed calculation of cooling degree-hours. This paper presents parametric analyses using the equation of cooling degree-hours for the bioclimatic zones 5 and 8. A spreadsheet was developed in Microsoft Office Excel, which enabled 910 calculations. The paper discusses the influences of solar orientation, window to wall ratio, shading fraction, ventilation factor, roof thermal transmittance, roof solar absorptance and heat capacity. The results show inconsistencies in relation to the regulation interpretation and the results of roof solar absorptance, heat capacity and window sizes.

Keywords: Procel certification, Energy Efficient, Residential Buildings.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de redução do impacto ambiental relacionado à construção e à operação das edificações, sobretudo o consumo energético, tem estimulado a adoção de medidas de eficiência energética no projeto arquitetônico e em sua utilização. Os instrumentos legais voltados para a melhoria do desempenho energético em edifícios são essenciais na consolidação dessas medidas. Eles podem existir na forma de códigos, tais como, guias, normas, leis, protocolos, provisões, recomendações, regulamentos; ou na forma de classificações como certificações e sistemas de etiquetagem (SANTOS e SOUZA, 2008). Os sistemas de classificação, certificação ou etiquetagem são uma tendência mundial e diferentemente dos códigos que indicam diretrizes e condicionantes. Eles permitem maior flexibilidade no projeto, pois classificam o nível de eficiência da edificação sem comprometer estratégias projetuais, e estimulam a obtenção de níveis mais altos de eficiência (LAMBERTS, 2010; SANTOS e SOUZA, 2008).

No Brasil, a crise energética de 2001, impulsionou a promulgação da Lei n.º 10.295 de 17 de outubro de 2001, que dispõe que sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e do Decreto 4.059 de 19 de dezembro de 2001, que estabelece “níveis máximos, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no país, bem como as edificações construídas”. Esta legislação alavancou uma série de iniciativas, entre elas o Plano de Ação para Eficiência Energética em Edificações (Procel – Edifica). Lançado em 2003 pela Eletrobrás/Procel, que deu origem ao Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) (INMETRO, 2008) e ao Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R) (INMETRO, 2010).

Os regulamentos brasileiros apresentam parâmetros e métodos para a classificação de edificações quanto ao nível de eficiência energética e para a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE). No RTQ-R, a ENCE pode ser obtida para: a) unidades habitacionais autônomas (UHs), ou edificações unifamiliares; b) edificações multifamiliares; e c) áreas de uso comum de edificações multifamiliares ou de condomínios residenciais. A etiqueta é diferenciada para projetos ou edificações construídas. Os modelo das ENCEs para UHs, edificações multifamiliares e áreas de uso comum construídas são apresentadas nas figuras 1 a 3.

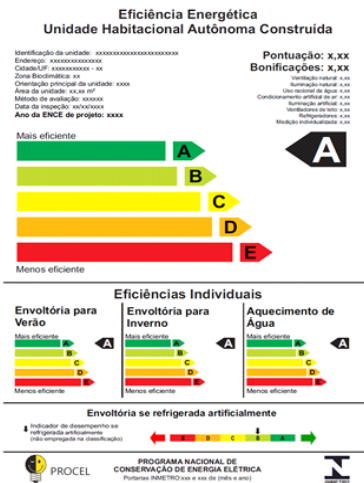


Figura 1- Modelo da ENCE da Unidade Habitacional Autônoma Construída.

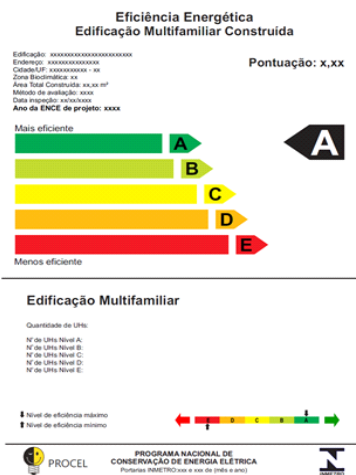


Figura 2- Modelo da ENCE da Edificação Multifamiliar Construída.

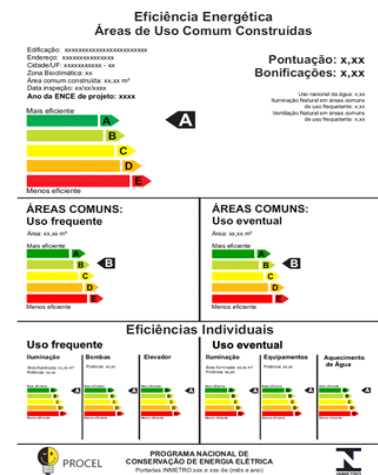


Figura 3- Modelo da ENCE das Áreas de Uso Comum Construídas.

Nas unidades habitacionais autônomas e edificações unifamiliares, a classificação se baseia na avaliação do desempenho térmico da envoltória e na eficiência do sistema de aquecimento de água, podendo a pontuação final ser acrescida de bonificações. As edificações multifamiliares são classificadas a partir da ponderação da avaliação de suas unidades habitacionais autônomas constituintes. As áreas de uso comum, por sua vez, são classificadas a partir da avaliação da eficiência do sistema de iluminação artificial, do sistema de aquecimento de água, dos elevadores, das bombas, dos equipamentos e das bonificações. O RTQ-R estabelece, como pré-requisito geral para os níveis A ou B de edificações multifamiliares, a medição individualizada de eletricidade e da água das unidades habitacionais autônomas, exceto em edificações construídas antes da publicação do regulamento.

O RTQ-R apresenta dois métodos de classificação: o método prescritivo e o método de simulação computacional. No método prescritivo, o desempenho da UH é determinado a partir da pontuação total obtida por meio de uma equação simplificada. Observa-se que a equação não aborda propriedade térmica dos elementos de aberturas. O método prescritivo também estipula pré-requisitos que devem ser atendidos por ambiente e seu não atendimento implica na classificação “E” da unidade habitacional autônoma. Os pré-requisitos relacionados à envoltória são definidos por Zona Bioclimática (ABNT, 2005) e se referem às transmitâncias e absorvâncias térmicas das paredes externas e coberturas, e às condições das aberturas para ventilação e iluminação naturais.

2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar o impacto de variáveis arquitetônicas na classificação do nível de eficiência energética empregando a equação de graus-hora de resfriamento para as zonas bioclimáticas 5 e 8 (ambas possuem a mesma equação), a partir de análises paramétricas de dois modelos-base. As análises abordam orientação solar, percentual de aberturas, percentual de sombreamento, fator de ventilação, transmitância e absorvância da cobertura.

3. MÉTODO

O método deste trabalho está dividido em três etapas principais:

1. Definição dos casos-base;
2. Definição dos parâmetros analisados;
3. Cálculo em planilha eletrônica.

3.1. Definição dos casos base

Foram utilizados dois casos de referência. O caso 1 apresenta dimensões 5 x 5 m² e pé-direito de 3 m, com duas paredes voltadas para o exterior e aberturas externas localizadas nas duas paredes (Figura 4). As áreas de paredes e de aberturas externas variam conforme o objetivo dos cálculos, com percentual de aberturas entre 0% a 100%. As paredes externas estão voltadas para Norte e Leste e o desempenho do sistema construtivo escolhido foi genérico, com transmitância térmica entre de 2,00 W/m²K, com absorvância de 0,40. O denominado caso 2 é similar ao caso 1, porém com paredes externas voltadas para Sul e Oeste. Ambos os modelos apresentam padrão de desempenho térmico semelhantes.

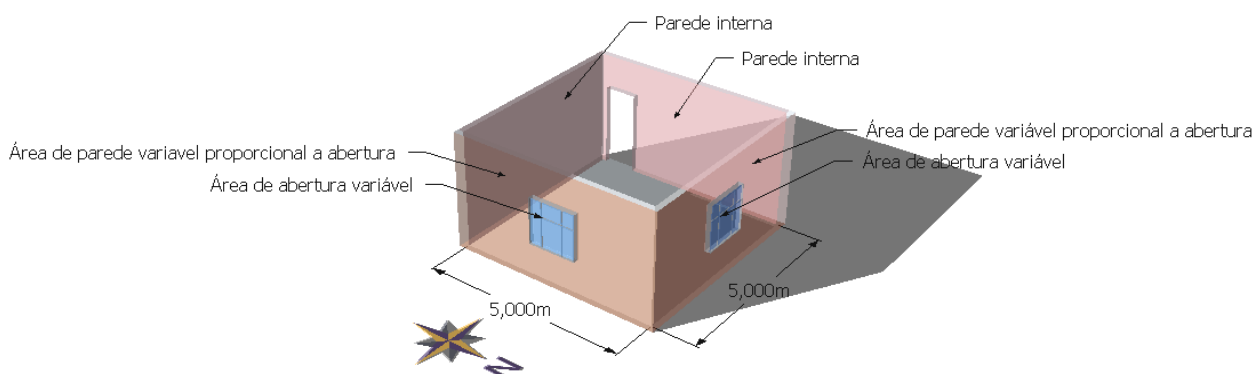


Figura 4 - Principais características do caso 1.

3.2. Definição dos parâmetros analisados

Os parâmetros testados da equação foram escolhidos pela importância no desempenho térmico de edificações em clima tropical. Os parâmetros foram orientação, percentual de aberturas, percentual de sombreamento (binário SOMB), fator de ventilação, transmitância e absorvância da cobertura. A variação dos binários COB (cobertura voltada ou não para o exterior) e SOLO (piso em contato ou não com o solo) também foi considerada. As análises estão organizadas na Tabela 1, sendo que cada caso analisado implica no cálculo de dezenas de combinações, totalizando 910 cálculos.

Em todas as análises, o binário Pil foi considerado nulo. A transmitância térmica das paredes adotada foi de 2,00 W/m²K e a absorvância da parede igual a 0,4. A capacidade térmica das paredes foi de 200 kJ/m²K e das coberturas de 80 kJ/m²K na maioria dos casos. As exceções são os casos em que a cobertura não está em contato com o exterior, sendo que a capacidade térmica da cobertura foi considerada nula (INMETRO, 2010). Nas análises que não variam a transmitância térmica da cobertura, é assumido 2,00. Nas

análises que não variam a absorvância da cobertura, é assumido 0,2. Nas análises que não variam o fator de ventilação, é assumido 0,5. Na análise 04, o percentual de abertura e de sombreamento considerado foi de 60%. Na análise 05 o percentual de sombreamento também foi de 60%.

Tabela 1 - Análises parametrizados realizados

Análise	Casos calculados	Parâmetros comparados	A cobertura possui contato com o exterior?	O piso possui contato com o solo?
01	Caso 1 e caso 2	Percentual de abertura X sombreamento	sim	sim
02	Caso 1 e caso 2	Percentual de abertura X sombreamento	sim	não
03	Caso 1 e caso 2	Percentual de abertura X sombreamento	não	sim
04	Caso 1	Absortância x transmitância da cobertura	sim	sim
05	Caso 1	Percentual de abertura x Fator de ventilação	sim	sim

3.3. Cálculo em planilha eletrônica

Foi elaborada uma planilha no Microsoft Office Excel para viabilizar as análises paramétricas da equação de graus-hora de resfriamento para zona bioclimática 8 e 5. Os dados de entrada foram organizados segundo Tabela 2.

Tabela 2 - Organização dos dados de entrada na planilha elaborada.

Identificação	Andar	
	Ambiente	
Dados dimensionais	Ambiente	Área útil
		Pé-direito
	Paredes	Área de parede externa para norte
		Área de parede externa para leste
		Área de parede externa para sul
		Área de parede externa para Oeste
		Área de paredes internas
	Aberturas Externas	Área de abertura externa para norte
		Área de abertura externa para Leste
		Área de abertura externa para sul
Área de abertura externa para oeste		
Fator de ventilação das aberturas		
Sombreamento	Percentual médio de sombreamento nas aberturas	
Integração com o exterior	O piso possui contato com o solo? (sim ou não)	
	A cobertura está voltada para o exterior? (sim ou não)	
	O piso está em contato com exterior através de pilotis? (sim ou não)	
Propriedades térmicas	Cobertura	Absortância
		Transmitância
		Capacidade térmica
	Paredes	Absortância
		Transmitância
		Capacidade térmica
Indicador	Graus-hora para resfriamento (resultado final)	
	Nível de eficiência (resultado final)	

Os binários presentes na equação 2 são ativados quando o usuário insere os dados na planilha referente aos binários, exemplo, quando a área de parede externa para leste é zero, a planilha considera o PambL igual a zero, quando o valor é superior a zero o valor do binário torna-se 1. O binário somb é proporcional ao sombreamento médio: se não há protetores é igual a 0 (zero). À medida que se sombreia, o binário ativa gradativamente e se torna 1 quando o sombreamento é igual ou superior a 75% (INMETRO, 2010). Devido à variação da área de parede em alguns cálculos, o valor de capacidade térmica ponderada foi calculado segundo equação:

$$(CT_{par} * (\Sigma \text{área de paredes externas}) + (CT_{par} * (\Sigma \text{área de paredes internas}) + CT_{cob} * \text{área útil}) / (\Sigma \text{área de paredes} + \text{área útil}) \text{ (Equação 1)}$$

A partir do resultado da equação 1, foram estabelecidos os binários CT_{alta} e CT_{baixa} . Em decorrência do tamanho da equação de GHR, os resultados da planilha foram aferidos utilizando planilha disponibilizada *online* pelo Labeee (LABEEE, 2011).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

São apresentados os resultados obtidos em 910 cálculos. Verificou-se que a escolha metodológica do RTQ-R em trabalhar por ambiente facilitou a aplicação e organização do método prescritivo em relação ao RTQ-C. As análises 01, 02 e 03, e as análises 04 e 05 foram agrupadas em duas classificações distintas por se tratarem de parâmetros semelhantes entre si.

4.1. Análises 01, 02 e 03 – Percentual de abertura x SOMB

Devido ao comportamento semelhante dos resultados, são apresentados os gráficos gerados apenas para o caso 1, paredes externas para Norte e Leste (Figura 5, Figura 6 e Figura 7). Ao final, são comentados os resultados também para o caso 2 (paredes externas para Oeste e Sul).

O desempenho melhora significativamente nas seis análises quando o percentual de abertura é de 100% e das paredes externas 0%. Isso acontece porque os binários PambL e PambN tornam-se “0” (equação 2). Segundo o RTQ-R, Pamb indica a presença de parede externa e como conceitua parede externa como sendo superfície opaca, as aberturas são desconsideradas. Dessa forma, um ambiente 100% envidraçado tem desempenho superior.

Os dois primeiros gráficos mostram que para o binário SOMB acima de 0,90, os valores de GHr são semelhantes, independente dos tamanhos de abertura adotados no ambiente (Figura 5, Figura 6). À medida que o sombreamento diminui, a importância do tamanho da abertura aumenta discretamente. Nesses casos, o desempenho piora gradativamente quando o percentual de aberturas aumenta até 99%.

A Figura 5 mostra resultados para um ambiente com cobertura em contato com o exterior e piso em contato com o solo. Esse padrão apresentou os melhores resultados dentre as seis análises realizadas. Já o ambiente com cobertura em contato com o exterior e piso sem contato com o solo apresentou resultados inferiores ao anterior (Figura 6). Considerando que o solo não contribui como massa térmica para resfriamento no ambiente, é esperado um desempenho inferior.

GHr x percentual de abertura x sombreamento (solo=1, cob=1, pil=0)

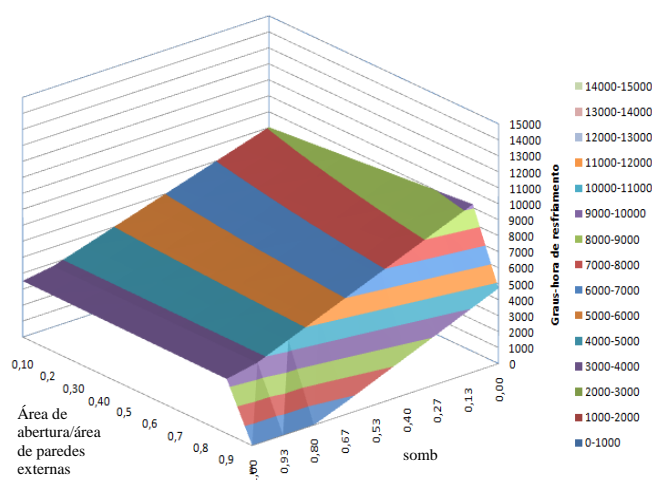


Figura 5 – análise 01, caso1.

GHr x percentual de abertura x sombreamento (solo=0, cob=1, pil=0)

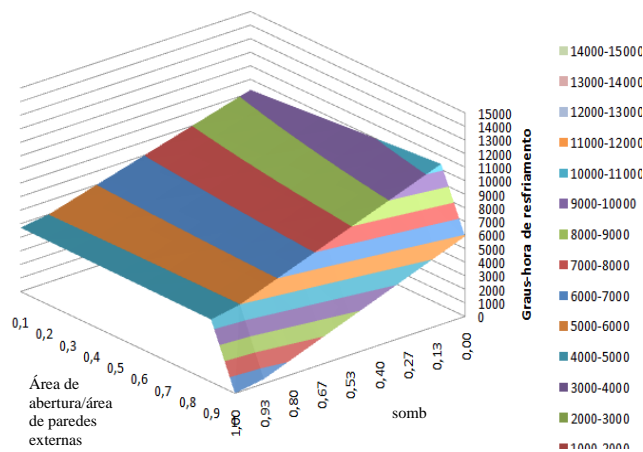


Figura 6 – análise 02, caso1.

No caso em que há contato com o solo e a cobertura não está voltada para o exterior, os resultados foram influenciados pela capacidade térmica (Figura 7). O RTQ-R determina que se considere a capacidade térmica da cobertura como zero quando não possui contato com o exterior. Outro destaque foi a redução do CTpar (capacidade térmica ponderada) com o aumento da área de abertura e a consequente redução da área de parede. Quando a área de abertura atingiu 50% o valor de CTpar tornou-se 48 kJ/m²K e o binário CT baixa foi acionado (ver equação 2). Isso mudou o comportamento dos resultados em relação às análises anteriores.

GHRx percentual de abertura e sombreamento (solo=1, cob=0, pil=0)

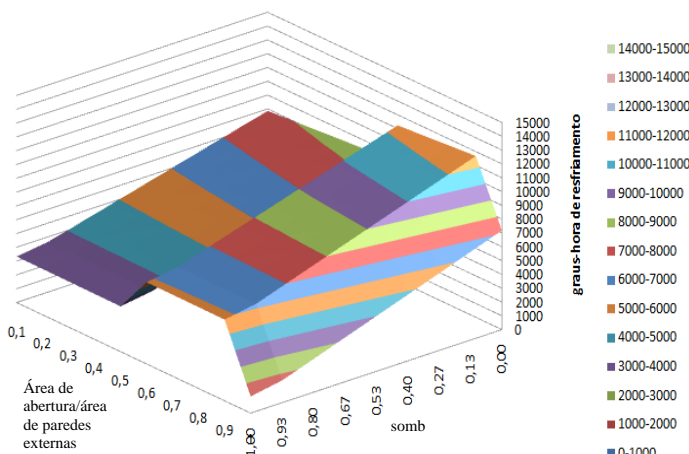


Figura 7 – análise 03, caso1.

Estatisticamente, a análise 03 (Figura 7) obteve os piores resultados se comparado às análises 01 e 02. Esse resultado contrariou as expectativas, uma vez que não há contato da cobertura com o exterior e o piso possui contato com o solo. Ou seja, não há entrada de carga térmica significativa através da cobertura e o solo contribui como massa térmica para resfriamento. Quando se avalia o gráfico até o ponto em que a abertura possui 40% de área, os resultados são baixos e melhores do que as análises anteriores, mas a redução da capacidade térmica ponderada menor que 50 kJ/m²K aumentou significativamente os valores. Destaca-se que a NBR ABNT 15220 recomenda sistemas construtivos leves com baixa capacidade térmica e esse resultado é contraditório a recomendação.

As análises dos ambientes com paredes externas voltadas para o Oeste e Sul (caso 2) obtiveram comportamentos semelhantes aos do caso 01, porém com valores inferiores. Considerando a maior entrada de radiação nessa orientação, esse resultado é esperado. Dentre todos os casos apresentados, a análise 02 (caso 2) obteve os menores casos com índice “A” de eficiência e o maior número de casos com índice “D”. Já a análise 01 (caso1) obteve os maiores casos com índice “A” e apenas 7 casos com índice de eficiência “C” (Figura 8).

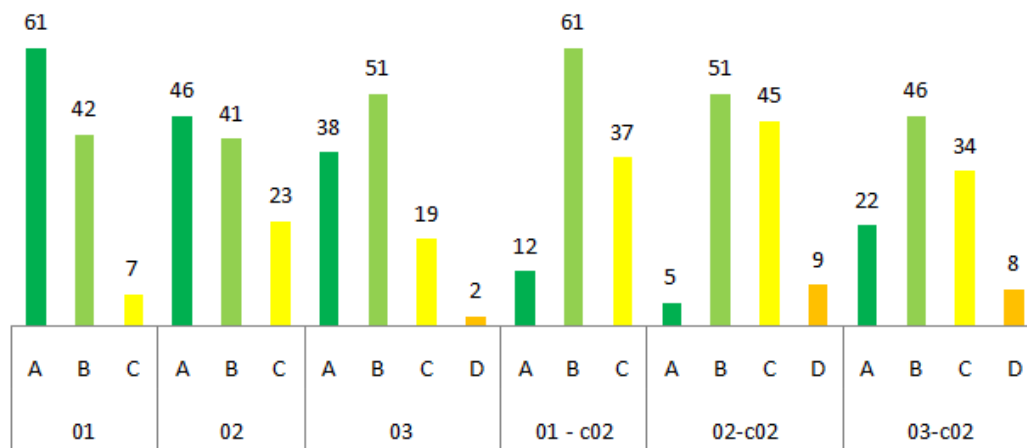


Figura 8 – Número de níveis de eficiência por análise realizada.

4.2. Análises 04 – Absortância x transmitância da cobertura

As análises que comparam o desempenho da absortância e da transmitância da cobertura do ambiente foram realizados para dois casos: um ambiente com cobertura em contato com o exterior; um ambiente sem cobertura em contato com o exterior.

Na primeira análise (Figura 9), observa-se que a absortância térmica da cobertura se destaca na etiquetagem. Quanto mais escura a cor da cobertura, pior o desempenho do ambiente, principalmente em coberturas com transmitância térmica alta. Mesmo quando a cobertura tem isolamento térmico, verifica-se ainda importância acentuada da absortância. O mesmo não ocorre com a transmitância térmica, as superfícies claras têm pouca influencia da transmitância térmica. Quando mais escura a superfície, aumenta essa influencia, porém numa escala menor que da absortância.

Comparando-se a equação de FCS (Fator de Calor Solar) criada para caracterizar a fração de radiação solar incidente que é absorvida e transmitida pela envoltória, percebe-se que a absorvância exerce menor influência em materiais isolantes. Da mesma forma, a transmitância exerce menor influência em materiais com superfícies claras (Figura 10). Estudos utilizando simulação computacional para Natal-RN que consideram a influência da transmitância e absorvância de cobertura para o consumo de aparelhos condicionadores de ar indicam padrão similar (Figura 11) (SIMAS, 2009). A análise 4 obteve 20 resultados com índice de eficiência “A” (Figura 12). O nível foi verificado em todos os casos que possuíam absorvância da cobertura entre 0,1 e 0,2.

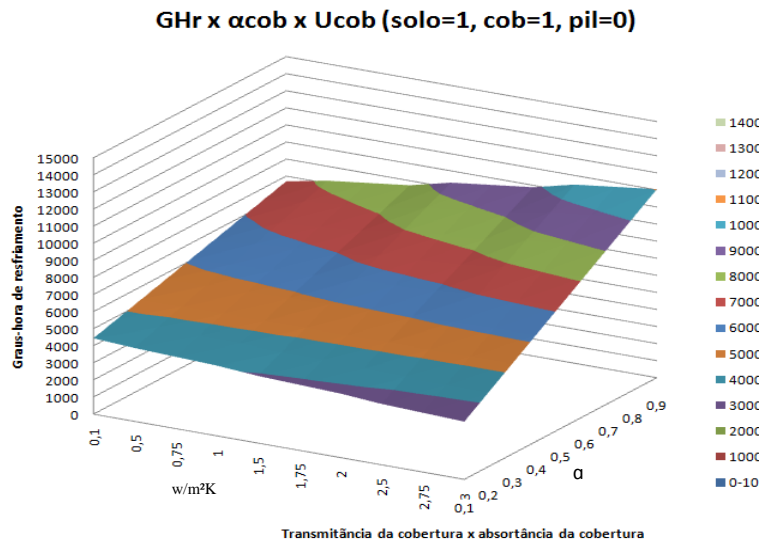


Figura 9 – Resultados para equação de GHR – Análise 04.

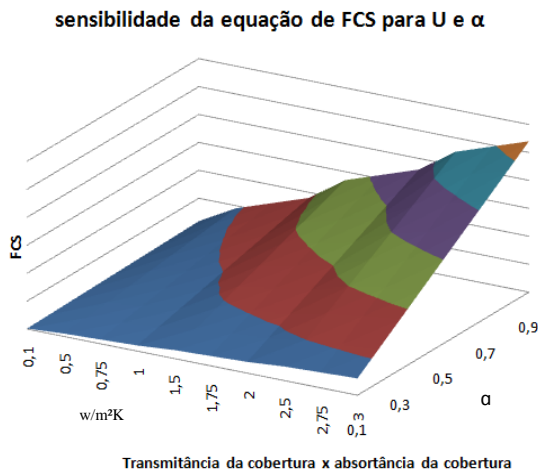


Figura 10 – Sensibilidade da equação de FCS.

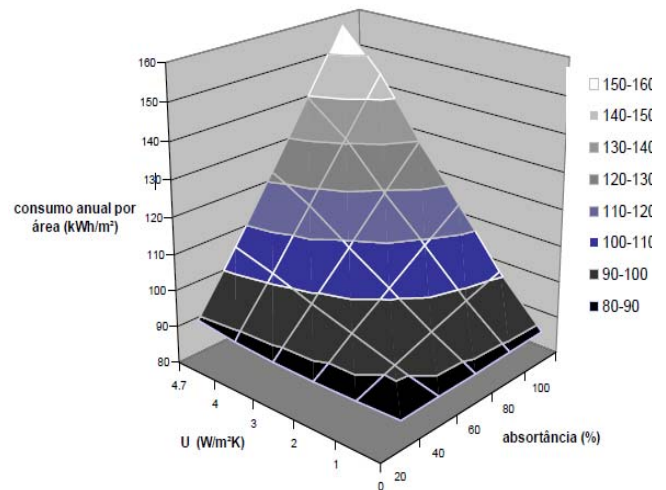


Figura 11 – Influência da absorvância e transmitância no consumo de energia em Natal-RN (SIMAS, 2009)

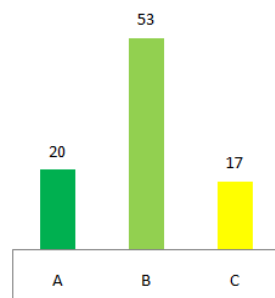


Figura 12 – Níveis de eficiência para o caso 04.

4.3. Análise 05 – Percentual de abertura x fator de ventilação (fvent)

Por fim, compararam-se os desempenhos do percentual de abertura e do fator de ventilação, que corresponde à fração de aberturas efetiva (que realmente abre para a ventilação). Essa análise possui variação dos resultados mais tênue se comparado às análises anteriores, por isso, a escala do gráfico foi alterada (Figura 13). Verifica-se que o percentual de abertura quase não influencia os resultados para fatores de ventilação iguais a 1. Em percentuais altos de abertura, o desempenho do ambiente reduz à medida que o fator de ventilação aumenta. Já em percentuais de aberturas baixos, o desempenho do ambiente reduz quando o fvent

diminui. Essa análise obteve índices de eficiência “A” para os casos que possuíam 100% de abertura, sendo que para os outros casos apenas obteve índice “B” e “C” (Figura 14).

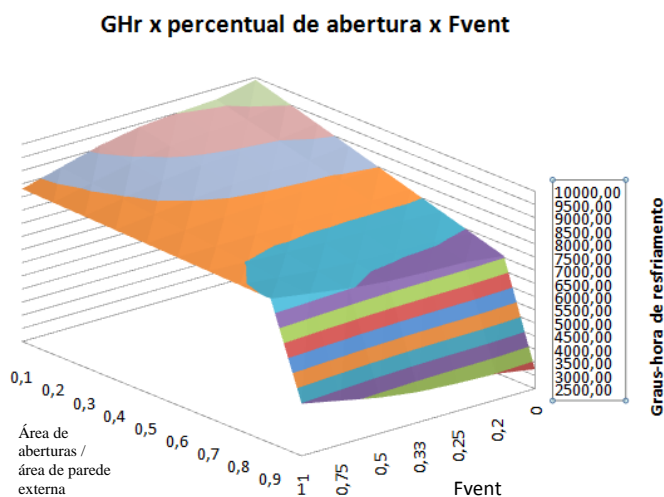


Figura 13 – Resultados para equação de GHR; Análise 06.

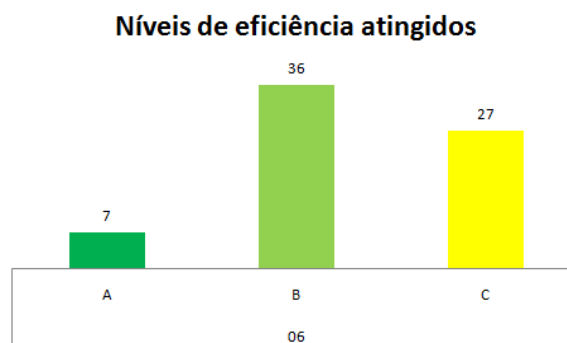


Figura 14 – Níveis de eficiência na análise 06.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos apontam incoerências relacionadas à interpretação do regulamento e à sensibilidade da equação a absorvância da cobertura, capacidade térmica e área de aberturas. Os resultados referentes à orientação, transmitância da coberta e fator de ventilação foram coerentes, porém não foi possível obter conclusões consistentes.

A interpretação do RTQ-R para definição do uso dos binários PambN, PambS, PambL e PambO, induz a adotá-los como ‘0’ quando o percentual de abertura externa é de 100%. Esse padrão produz resultados superiores, porém questionáveis, considerando que a abertura pode ser envidraçada.

Os resultados obtidos para absorvância térmica da cobertura destacam sua importância para obter níveis altos de eficiência, porém os resultados tornam-se questionáveis quando a cobertura possui isolamento térmico. Nesses casos, a variável absorvância ainda permanece com importância acentuada.

Destacam-se os resultados obtidos para percentual de abertura, que está relacionado à ventilação natural. Ao comparar com fator de ventilação e sombreamento, a equação foi pouco sensível ou não foi sensível à variável. Não foi observado melhoras significativas no caso de ambientes com grandes aberturas sombreadas, estratégia conhecidamente eficaz para projetos passivos na zona bioclimática 8.

Nos casos em que foi adotada capacidade térmica da cobertura como “0” e reduzido a área da parede com o aumento de abertura, o binário “CT_{baixa}” foi acionado e os resultados pioraram bruscamente. Na análise 03, o “CT_{baixa}” produziu um gráfico com comportamento imprevisível. Nas análises 03 e 05, o binário comprometeu os resultados que deveriam ser melhores que os resultados anteriores.

Considera-se que os resultados finais apresentaram abordagens que podem contribuir para revisões da equação. Como as variáveis que apresentaram inconsistências são importantes em projetos bioclimáticos localizados nas zonas 5 e 8, certamente merecem uma revisão.

Em geral a escolha metodológica do RTQ-R de trabalhar com um ambiente de cada vez facilitou a aplicação do método prescritivo e reduziu o tempo gasto de análise se comparado ao RTQ-C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. NBR 15220. Desempenho térmico de edificações. Parte 2 - Métodos de Cálculo da Transmitância Térmica, da Capacidade Térmica, do Atraso Térmico e do Fator de Calor Solar de Elementos e Componentes de Edificações; e Parte 3 - Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. 2005.
- FOSSATI, Michele; LAMBERTS, Roberto. Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 59-69, abr./jun. 2010.
- GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. Energia, meio ambiente e desenvolvimento. 3.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- INMETRO. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Brasília, DF, 2008. Disponível em:

- <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/Volume_2_RTQ_C_portaria_372_2010.zip>. Acesso em: 02 mar. 2011.
- INMETRO. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portaria nº 449, de 25 de novembro de 2010. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Residenciais (RTQ-R). Brasília, DF, 2010. Disponível em: <[http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RTQ-R-Portaria%20449%20de %2025-11-2010.pdf](http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RTQ-R-Portaria%20449%20de%2025-11-2010.pdf)> . Acesso em: 02 mar. 2011.
- LABEEE. Planilha de cálculo do desempenho da envoltória (método prescritivo). Florianópolis, 2011. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/projetos/etiquetagem/residencial/downloads>. Acesso em abril. 2011.
- SANTOS, Iara Gonçalves dos; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de. (2008). Revisão de regulamentações em eficiência energética: uma atualização das últimas décadas. Revista Forum Patrimônio. UFMG. 2008. Disponível em: http://www.forumpatrimonio.com.br/view_abstract.php?articleID=109&modo=1. Acesso em agosto 10. 2010.
- SIMAS, Silvana Rosado Negreiros Gadelha. Desempenho Térmico e Energético de Sistemas Construtivos de Cobertura para a Cidade de Natal/RN. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Orientador: Aldomar Pedrini.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Eletrobras pelo financiamento da pesquisa.