



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

ANÁLISE COMPARATIVA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE CINCO EDIFICAÇÕES NA ZONA BIOCLIMÁTICA ZB5 SEGUNDO O RTQ-C

Ludmila Oroña Claussen (1); Virginia Palhano de Alcantara (2); Diego Souza Caetano (3) e Louise Land B. Lomardo (4)

(1) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense, ludmilaclaussen@yahoo.com.br

(2) Arquiteta, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense, virginiapalhano@globo.com

(3) Pesquisador, aluno da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense, diego.caetano@gmail.com

(4) Arquiteta e Urbanista, Professora Associada da Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense, louiselbl@gmail.com

Universidade Federal Fluminense (UFF), Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU), Departamento de Arquitetura, Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental (LabCECA), Rua Passos da Pátria, 156, São Domingos, Niterói-RJ, 24210-240, Tel.: (21) 2629-5726

RESUMO

A geração, transmissão e consumo de energia elétrica é uma das atividades que mais produzem Carbono Equivalente no mundo, além de ter um grande impacto na economia do país. Seguindo a tendência internacional, a Etiqueta de Eficiência Energética em Edificações faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem e foi desenvolvida pela Eletrobrás, por meio do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) e pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Os edifícios comerciais, públicos e residenciais somaram 47% do consumo total de energia elétrica do Brasil em 2009, segundo o Balanço Energético Nacional 2009 (MME, 2010), sendo que os comerciais respondem por cerca de 15% do consumo total. O Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental (LabCECA) da Universidade Federal Fluminense (UFF) participa do processo de capacitação para etiquetagem do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e realiza análises de edificações utilizando o RTQ-C. Neste artigo, são analisadas cinco edificações segundo a metodologia do RTQ-C, todas pertencentes à Zona Bioclimática 5 (ZB5), na cidade de Niterói-RJ, com o objetivo de determinar as similaridades e diferenças entre as características construtivas de tais edifícios, e identificar de que forma tais características influenciaram na obtenção de diferentes classificações de acordo com a análise de envoltória. Nos resultados finais, verifica-se que, de um modo geral, as vedações utilizadas nas envoltórias das edificações analisadas, mesmo com espessuras e materiais diferentes, atingiram bons resultados quanto ao desempenho térmico. O ponto crítico observado foi a elevada transmitância térmica das coberturas. Conclui-se que, para a amostra analisada, a cobertura foi o ponto mais problemático do ponto de vista da eficiência energética dos projetos arquitetônicos.

Palavras-chave: eficiência energética dos edifícios, avaliação, conservação de energia

ABSTRACT

The electricity generation, transmission and consumption is one of the activities that produce most part of the Equivalent Carbon in the world, in addition of having a great impact in the economy. Following the international trend, the Energy Efficiency Label in Buildings is part of the Brazilian Labeling Program and was developed by Eletrobras, through the National Program for Electricity Conservation (PROCEL) and the National Institute of Metrology, Standardization and Industrial Quality (INMETRO). Commercial, public and residential buildings added up to 47% of the total consumption of electric power in Brazil in 2009, according to the National Energy Balance 2009 (MME 2010), and the commercial buildings account for about 15% of this consumption. The Laboratory for Energy Conservation and Environmental Comfort (LabCECA), of Universidade Federal Fluminense (UFF) participates in the training process for labeling the Technical Regulation on Quality for Energy Efficiency in Commercial, Public and Service Buildings (RTQ-C) and performs analysis of buildings using the RTQ-C. This article examines five buildings using the RTQ-C methodology, all belonging to Bioclimatic Zone 5 (ZB5) in Niteroi-RJ, in order to determine the similarities and differences between the constructive characteristics of such buildings, and identify how these characteristics influence the achievement of different classifications, according to envelopment analysis. In the final results, it appears that, in general, the analyzed buildings walls, with different thicknesses and materials, have achieved good results regarding the thermal performance. The noticed critical point is the high thermal transmittance of roofs. It is concluded that, for the analyzed buildings, the roofing is the most problematic point, from the standpoint of energy efficiency of architectural projects.

Keywords: Energy Efficiency of Buildings, Evaluation, Energy Conservation.

1. INTRODUÇÃO

Entre os fatores de grande impacto ambiental e econômico da construção civil, está o consumo energético das edificações em funcionamento. Segundo dados do Balanço Energético Nacional de 2009 (MME, 2010), as edificações residenciais, comerciais e públicas são responsáveis por aproximadamente 47% do consumo de energia elétrica no Brasil, advindo principalmente da iluminação artificial e do condicionamento de ar dos ambientes. A geração e transmissão dessa energia causam impactos no meio ambiente e no clima pela produção de Carbono Equivalente, além disso, o aumento contínuo do consumo de energia em todo o país produz impactos econômicos e uma pressão considerável nos sistemas elétricos existentes.

O PROCEL, órgão do governo federal vinculado ao Ministério das Minas e Energia (MME) e executado pela Eletrobrás, foi criado em 1985 com o intuito de articular o setor elétrico e a sociedade, visando o uso eficiente da energia elétrica e o apoio a pesquisas ligadas a este tema, beneficiando assim a própria sociedade.

Já o RTQ-C foi criado com o intuito de atender a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que estabelece a Política Nacional de Conservação e uso Racional de Energia, visando desenvolver a eficiência energética no país.

Segundo o Manual de Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações (INMETRO, 2009), “as exigências contidas no RTQ-C devem ser avaliadas por um laboratório de inspeção designado ou acreditado pelo INMETRO, de forma que este verifique as características projetadas e construídas do edifício para indicar qual o nível de eficiência alcançado por este”. Dessa forma, o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) desenvolveu a metodologia de avaliação dos edifícios e foi designado pelo INMETRO, juntamente com o Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL) do Sistema Eletrobrás, para realizar as primeiras avaliações enquanto trabalha paralelamente na capacitação de outros laboratórios. O LabCECA da UFF participa deste processo de capacitação e colabora com o aprimoramento da regulamentação através da aplicação desta em casos de estudo.

O LabCECA vem realizando avaliação da eficiência energética de 21 edificações nas oito zonas bioclimáticas brasileiras utilizando o método prescritivo de etiquetagem do RTQ-C para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Dentre estas, cinco se localizam em Niterói, município sede do LabCECA. Essas edificações, apesar de estarem implantadas na mesma zona bioclimática, possuem características construtivas muito distintas entre si, englobando desde construções ecléticas do século XIX até edifícios contemporâneos em pele de vidro. No entanto, apesar dessas diferenças

projetuais, foram notados alguns itens em comum na pontuação do RTQ-C. Para determinar a importância desses itens e sua eventual relação com a classificação final do RTQ-C, buscou-se comparar as edificações analisadas a fim de serem identificados possíveis padrões que auxiliem a determinação dos quesitos que mais influenciam a pontuação do RTQ-C na zona bioclimática em questão, ZB5.

2. OBJETIVO

Este artigo visa apresentar o estudo comparativo de cinco edificações da cidade de Niterói-RJ (Zona Bioclimática ZB5), segundo o método prescritivo do RTQ-C da Eletrobrás, realizadas pelo LabCECA da UFF, coordenado pela Professora Doutora Louise Land Bittencourt Lomardo.

Desta forma, buscam-se determinar, através da análise do quesito envoltória, dentro de uma mesma zona bioclimática, as similaridades e diferenças entre as características construtivas de tais edificações, e identificar de que forma as mesmas influenciaram nas classificações do RTQ-C.

3. MÉTODO

A metodologia utilizada neste trabalho pode ser dividida em três partes principais:

- Levantamento dos dados construtivos dos edifícios
- Cálculo da eficiência energética e definição de notas segundo método RTQ-C
- Comparação entre os dados obtidos de todos os edifícios e identificação de padrões em comum.

3.1. Levantamento de dados

O trabalho de análise começa com a escolha e levantamento da edificação. O edifício precisa ser de uso comercial, público ou de serviços, possuir mais de 500m² de área construída e se inserir na zona bioclimática em estudo.

Para este artigo, foram selecionadas cinco edificações localizadas no município de Niterói. Segundo a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), Niterói encontra-se na zona bioclimática número cinco (ZB5) que representa 5,6% do território nacional. A cidade de Niterói, com uma população de 487.327 habitantes (IBGE, 2010), está situada a 22° 53' sul de latitude e 43°05' oeste de longitude, e apresenta altitude média de 14 metros em relação ao nível do mar. Trata-se de uma cidade litorânea banhada pela Baía de Guanabara e pelo Oceano Atlântico, com clima quente e úmido. A temperatura média mensal fica acima de 20°C durante todos os meses do ano, sendo 22°C a média anual; os meses de janeiro, fevereiro e março são os meses mais quentes, e julho o mais frio.

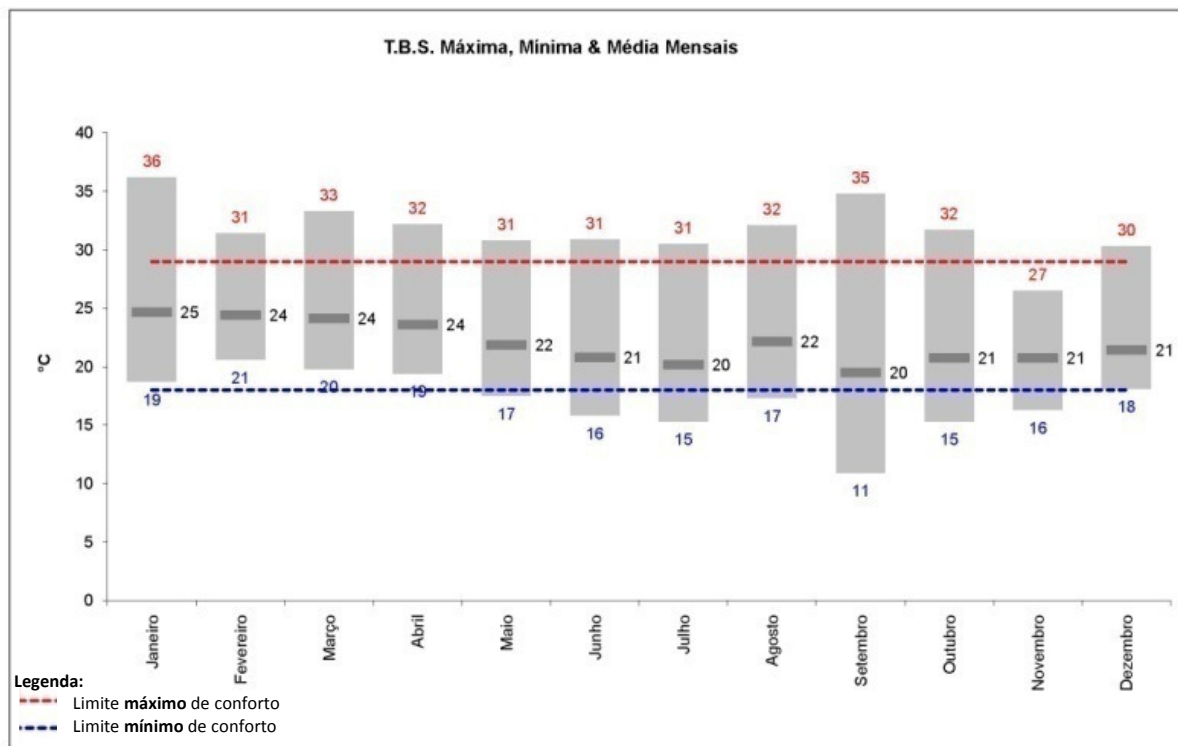


Figura 1: Evolução da temperatura em Niterói em 2008

Fonte: INMET adaptado pelo LabCECA UFF

A figura 1 representa a evolução da temperatura do ar na cidade de Niterói durante o ano de 2008, elaborada a partir dos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Durante os meses mais quentes a temperatura média fica em torno de 24°C e durante todo o ano a temperatura média do ar está entre os limites de conforto, que ficam entre 18°C e 29°C.

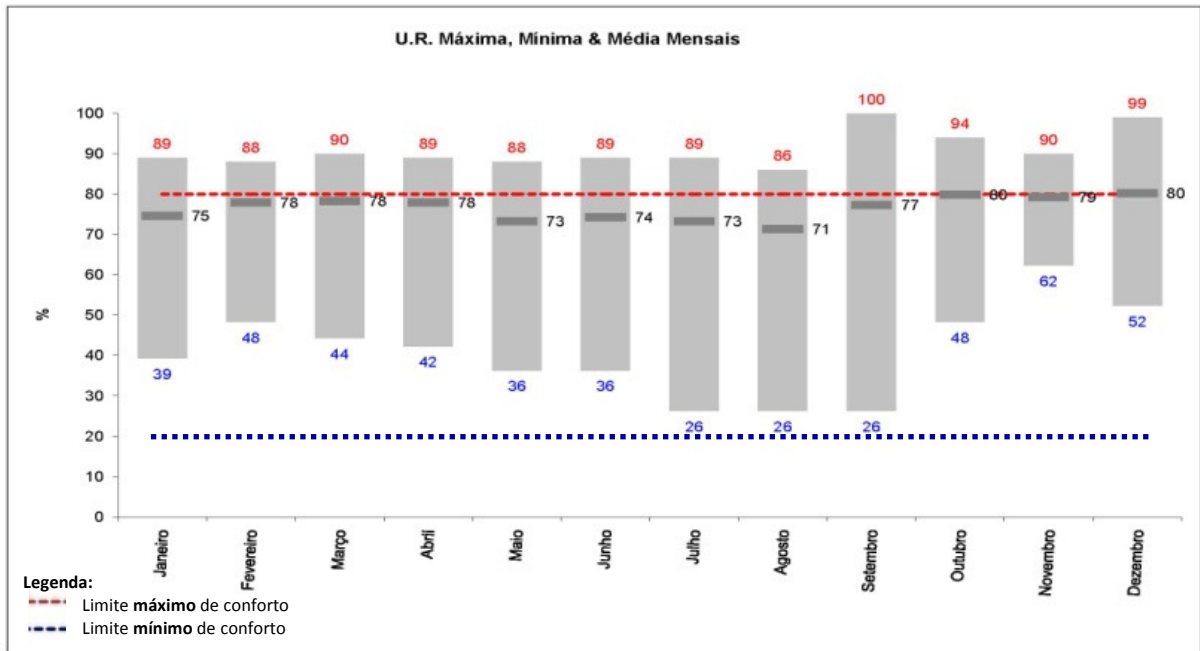


Figura 2: Evolução da umidade relativa do ar em 2008
 Fonte: INMET adaptado pelo LabCECA UFF

A figura 2 apresenta a evolução da umidade relativa do ar na cidade de Niterói durante o ano de 2008, elaborada a partir dos dados fornecidos pelo INMET.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o corpo humano encontra-se em condições de conforto quando a umidade relativa do ar varia entre 20% e 80%. Através da figura 2 é possível observar que, em Niterói, a umidade média do ar no ano analisado foi de 76% e que durante todos os meses do ano o índice médio de umidade esteve próximo ao limite máximo aceitável de conforto.

Através do programa Análisis Bio (LabEEE) e dos dados obtidos no site do INMET, o LabCECA chegou à carta bioclimática de Niterói, que está representada na figura 3 a seguir:

- ZONAS:
- A. Conforto
 - B. Ventilacao
 - C. Resfriamento Evaporativo
 - D. Alta Inércia Térmica p/ Resfr.
 - E. Ar Condicionado
 - F. Umidificação
 - G. Alta Inércia Térmica/ Aquecimento Solar
 - H. Aquecimento Solar Passivo
 - I. Aquecimento Artificial
 - J. Ventilação/ Alta Inércia
 - K. Vent./ Alta Inércia/ Resf. Evap.
 - L. Alta Inércia/ Resf. Evap.

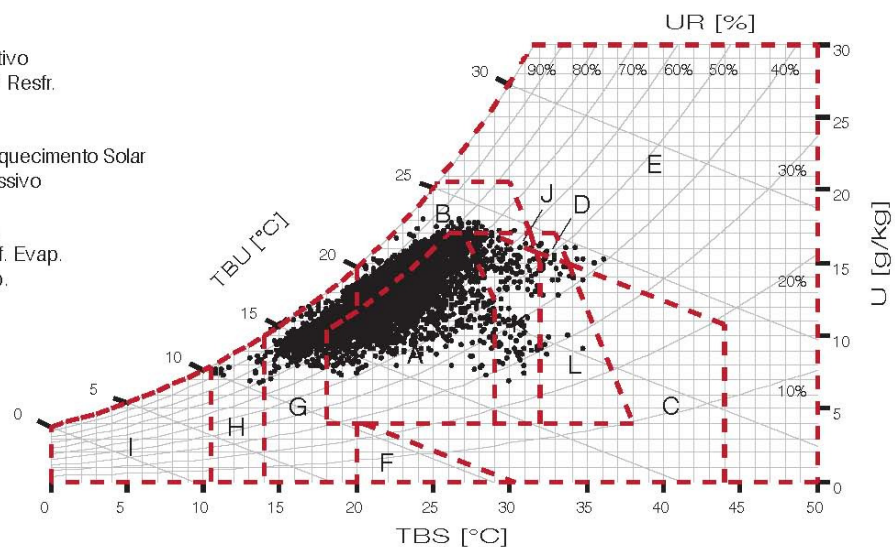


Figura 3: Carta bioclimática de Niterói, 2008.
 Fonte: LabCECA UFF

O regulamento do RTQ-C tem um caráter voluntário para classificar edificações, podendo ser feito através do método prescritivo, que leva em consideração pré-requisitos técnicos. As análises segundo o RTQ-C podem ser realizadas a partir do projeto arquitetônico ou de uma edificação já existente. Desta forma, é necessário o fornecimento de todo o projeto executivo, com especificação dos materiais de construção utilizados nos fechamentos verticais e nas coberturas, além dos projetos de ar condicionado e de iluminação. No entanto, como algumas das edificações analisadas são muito antigas, algumas do século XIX, nem todas possuem projeto executivo disponível. Assim, foram feitas algumas visitas de campo para fazer os levantamentos necessários como, por exemplo, o desenho das quatro fachadas, o levantamento das especificações dos revestimentos e confirmação de informações dúbias existentes nas plantas técnicas. Para o cálculo da absorvância da azulejaria portuguesa do Solar do Jambeiro, por exemplo, foi necessário fotografar as diversas peças para medição das áreas com suas respectivas cores.

3.2. Cálculo de eficiência energética segundo RTQ-C

Para a determinação do nível de eficiência energética das edificações, o RTQ-C e seus documentos complementares fornecem uma série de fórmulas para cálculo das condicionantes. Para este artigo, foi levada em consideração apenas a pontuação da envoltória, ou seja, o nível de eficiência das coberturas, aberturas e paredes externas das edificações.

Os pré-requisitos iniciais para obtenção da classificação são os valores da transmitância térmica e absorvância das coberturas, paredes e aberturas, e o percentual de aberturas zenitais, calculados segundo a área de cada material do projeto, utilizando o método de cálculo descrito no RTQ-C.

As medidas de cálculo para variações paramétricas são:

- Percentual de abertura na fachada, PAF;
- Fator solar dos vidros, FS;
- Ângulo vertical de sombreamento, AVS;
- Ângulo horizontal de sombreamento, AHS;
- Transmitância térmica da cobertura, U_{cob} ;
- Transmitância térmica das paredes externas, U_{par} .

Resumo das características das envoltórias das edificações analisadas

1. Solar do Jambeiro

Construído em 1872, trata-se de um amplo sobrado, cujas fachadas possuem uma diversidade de cores e de materiais. As fachadas de maior dimensão estão orientadas no eixo norte-sul. Suas paredes externas são de pedra, sendo revestida por azulejos em algumas partes e por granito em outras. Além disso, devido à grande quantidade de esquadrias ocupando a fachada, para efeito de cálculo consideraram-se as esquadrias de madeira como parede. As esquadrias são bem dimensionadas para o aproveitamento da iluminação natural, contudo, não há proteção contra incidência solar nas fachadas oeste e norte. A cobertura é composta por telhas de barro com forro de alumínio, câmara de ar e forro de gesso.



Figura 4 - Solar do Jambeiro: Fachada Sul
Fonte: LabCECA UFF

2. Casarão da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense (EAU/UFF)

Obra concluída em 1920, o Casarão possui dois pavimentos. Suas fachadas possuem as cores: amarelo, branco, marrom e vermelho tijolo. As paredes externas são compostas por tijolos cerâmicos maciços medindo 5 cm x 9 cm x 19 cm, argamassa e reboco. Existem duas

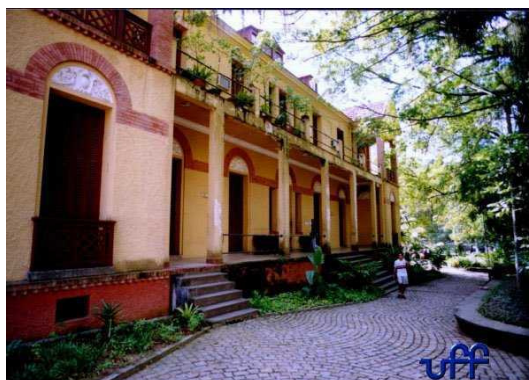


Figura 5 - Casarão da UFF: Fachada Sul
Fonte: LabCECA UFF

espessuras de parede no edifício, sendo uma de 25 cm, com reboco nas duas faces, e outra de 45 cm com duas fiadas de tijolos. Assim como no Solar do Jambeiro, devido à grande quantidade de esquadrias ocupando a fachada, no Casarão também foram consideradas as esquadrias de madeira como parede. Além disso, as fachadas de maior dimensão também estão orientadas no eixo norte-sul. A sua cobertura é composta por telhas cerâmicas francesas não esmaltadas sobre um sótão, algumas partes com forro de madeira e outras sem forro.

2. Instituto Vital Brazil (IVB)

Inaugurada em 1943, a edificação de quatro andares utiliza elementos característicos do modernismo. Suas fachadas possuem as cores branco e azul claro. A edificação está orientada no eixo norte/sul. Os laboratórios são voltados para a fachada sul, buscando maior aproveitamento da iluminação natural, e a circulação dos pavimentos está voltada para a fachada norte, possuindo pequenas aberturas com fechamento em vidro, diminuindo a incidência do sol. As paredes externas são constituídas de tijolos cerâmicos maciços, com 25 cm de espessura, com reboco e pintura nas duas faces, e a cobertura é composta por placas de concreto, manta asfáltica, laje, câmara de ar e forro de gesso em algumas áreas.



Figura 6 – IVB: Fachada Norte
Fonte: LabCECA UFF

3. Hospital de Olhos de Niterói (HON)

Fundado em 1991, a edificação possui quatro pavimentos, cuja fachada principal é orientada na direção sul e constituída principalmente por áreas envidraçadas, conjugadas com varandas e jardineiras, possuindo grande percentual de abertura na mesma. Os ambientes separados por estes panos de vidro são, em sua maioria, áreas de uso comum, como recepção, escadas e circulações verticais. As paredes externas são compostas de tijolos de 9 e 19 cm, com reboco em ambas as faces, sendo algumas partes na face externa revestida em Alumínio (Alucobond) e vidro. A cobertura é composta por telha metálica, câmara de ar e laje. Em algumas áreas há forro de gesso, em outras há revestimento cerâmico sobre a laje e ainda, jardim sobre laje.



Figura 7 – HON: Fachada Sul
Fonte: LabCECA UFF

4. Associação Niteroiense dos Deficientes Físicos (ANDEF)

Inaugurada em 2002, a sede administrativa da ANDEF é uma edificação com dois pavimentos, cuja fachada norte tem fechamento em pano de vidro sem elemento de proteção contra a incidência solar. O edifício está orientado em sua maior dimensão no eixo norte-sul, cuja planta possui recepção, auditório, escritórios e consultórios de fisioterapia. Suas paredes externas são de tijolos cerâmicos de seis furos rebocados em ambas as faces. Sua cobertura é de telha fibrocimento protegido por platibanda, com forro de laje mista, tendo a seguinte tipologia telha fibrocimento, ar e laje. Possui ainda iluminação zenital numa área de circulação em rampa.



Figura 8 – ANDEF: Fachada Norte
Fonte: LabCECA UFF

3.3. Comparação das edificações analisadas

Nas tabelas 1 e 2, abaixo, apresentamos a descrição sumária das paredes e coberturas para as 5 edificações analisadas.

Tabela 01 – Descrição sumária dos materiais das coberturas

EDIFICAÇÕES ANALISADAS					
	H.O.N.	A.N.D.E.F.	CASARÃO UFF	JAMBEIRO	IVB
COBERTURAS	Cobertura composta por telha metálica, câmara de ar e laje. Em algumas áreas há forro de gesso, em outras há revestimento cerâmico sobre a laje e ainda, jardim sobre laje.	Cobertura de telhas de fibrocimento protegidas por platibanda, com forro de laje mista, tendo a seguinte tipologia (telha fibrocimento + ar + laje).	Cobertura de telhas cerâmicas francesas sobre um sótão, algumas partes com forro de madeira (8mm) e outras sem este	Telhas de cerâmica com forro de alumínio, câmara de ar e forro de gesso	Cobertura é composta por placas de concreto, manta asfáltica, laje, câmara de ar e forro de gesso em algumas áreas

Tabela 02 – Descrição sumária dos materiais das paredes

EDIFICAÇÕES ANALISADAS					
	H.O.N.	A.N.D.E.F.	CASARÃO UFF	JAMBEIRO	IVB
PAREDES	Tijolos cerâmico furado de 9 e 19 cm, com reboco em ambas as faces e com revestimento em Alumínio (Alucobond) e vidro em algumas partes	Tijolos cerâmicos de seis furos medindo 9cm x 19cm x 19cm rebocados em ambas as faces	Tijolos cerâmicos maciço medindo 5cm x 9cm x 19cm (duas fiadas) e reboco em ambas as faces	Blocos de pedra, com espessura aproximada de 70cm, sendo revestida por azulejos em algumas partes e por granito em outras.	Tijolos cerâmicos maciços, com 0.25 m de espessura, com reboco e pintura nas duas faces

Depois de levantados todos os dados relevantes e realizado o cálculo de eficiência segundo o RTQ-C, foi formatada uma tabela comparativa apenas com os resultados numéricos de cada edificação, para cada quesito de cálculo da envoltória.

Tabela 03 – comparativo do cálculo RTQ-C da envoltória das edificações analisadas

					EDIFICAÇÕES ANALISADAS					
					H.O.N.	A.N.D.E.F.	CASARÃO UFF	JAMBEIRO	IVB	
CÁLCULO DA ENVOLTÓRIA (ZB5)	PRÉ-REQUISITOS	TRANSMITÂNCIA TÉRMICA	COBERTUR A	CONDICIONADA ($U < 1,00W/m^2K$)*	1,15	1,93	1,83	0,45	1,09	
				NÃO CONDIC. ($U \leq 2,00W/m^2K$)*	-	1,93	3,64	-	1,16	
			PAREDES EXTERNAS ($U \leq 3,70W/m^2K$)*		2,8	2,43	1,82	2,35	2,5	
		CORES ABSORTÂNCIA ($a < 0,50$)*	PAREDE		0,24	0,41	0,39	0,38	0,24	
			COBERTURA		0,37	0,80	A**	A**	0,80	
		ILUMINAÇÃO ZENITAL	P.A.Z.		-	12,50%	2,50%	-	-	
	F.S.		-	-	0,67	-	-			
	INDICADOR DE CONSUMO (IC_{ENV})					A	C	A	A	C
	CLASSIFICAÇÃO FINAL					B	C	E	A	C

*Valores de referência do RTQ-C, portaria nº 163/2009, para classificação em nível A.

**A cobertura desses edifícios é composta de telhas cerâmicas não esmaltadas que, segundo os pré-requisitos sobre cores e absorvância de superfícies do RTQ-C para as Zonas Bioclimáticas 2 a 8, atendem o nível A de eficiência energética, pois apresentam um bom desempenho térmico devido a sua porosidade.

Obs.: em vermelho, os edifícios cujos pré-requisitos que não atingiram nível A.

Segundo a Norma NBR 15220-3 (ABNT, 2005), para a Zona Bioclimática 5, são indicadas as estratégias de condicionamento térmico passivo, onde as aberturas para ventilação devem ser médias e sombreadas. Ainda segundo esta, as vedações externas devem ter paredes refletoras do tipo leve ($U \leq 3,6 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) e cobertura do tipo leve e isolada ($U \leq 2,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$). As estratégias de condicionamento térmico passivo são a ventilação cruzada no verão e vedações internas pesadas com alta inércia térmica no inverno, de modo que a envoltória cumpra o seu objetivo de proteger o interior da edificação, fazendo assim com que as trocas térmicas ocorram de maneira a que o interior se mantenha termicamente confortável, sem que se ganhe muito calor no período mais quente do ano e sem que esta troca ocorra muito rapidamente no período mais frio do ano. Já o RTQ-C apresenta como pré-requisito para atingir o nível A, paredes de transmissibilidade $U \leq 3,7 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ e cobertura para áreas condicionadas $U \leq 1,0 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Analisando os dados da tabela 2 verifica-se que, de um modo geral, os fechamentos verticais, mesmo possuindo espessuras e materiais diferentes, atingiram bons resultados quanto ao desempenho térmico das edificações, ressaltando-se que a ANDEF obteve a melhor classificação por possuir paredes externas compostas por tijolo cerâmico furado revestido, apesar de não utilizar elementos de proteção solar. De acordo com LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA (1997), o uso de proteções solares em uma abertura, tomando-se o devido cuidado com a manutenção da iluminação natural, é um recurso importante para reduzir os ganhos térmicos.

Segundo GODOY (2009), as soluções apresentadas para a melhoria da envoltória da ANDEF, para minimizar a carga térmica absorvida e visando melhoria na sua classificação, seriam: a utilização de isolamento térmico entre a laje e o telhado, diminuindo assim a transmitância térmica global da cobertura; substituição das cores das paredes e da cobertura por cores mais claras, visando menor absorvância, e utilização de vidros com melhor fator solar.

Por outro lado, o IVB obteve uma classificação inferior por possuir uma fachada com grande quantidade de aberturas, apesar da mesma estar na orientação sul, fato que não é levado em consideração no cálculo do PAft (Percentual de Abertura na Fachada Total).

Para a Zona Bioclimática 5, o ponto crítico das cinco edificações analisadas foi a elevada transmissibilidade térmica nas coberturas onde, segundo LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA (1997), a parcela da radiação transmitida para o interior atuará nas condições de conforto de forma instantânea, sendo portanto a principal fração dos ganhos térmicos em ambientes. Neste trabalho, somente o Solar do Jambeiro obteve um bom desempenho térmico por possuir uma cobertura em telha cerâmica com forro de alumínio, que foi acrescentado após reforma da edificação.

Observa-se também, nas edificações analisadas, que as recomendações foram feitas aos proprietários dos imóveis, em sua maioria, para que reduzissem o índice de transmitância da cobertura aos níveis aceitáveis para a classificação como “A”, utilizando materiais de isolamento térmico sob as telhas ou abaixo das lajes, diminuindo assim a carga térmica por elas admitida e, por consequência, o consumo de energia elétrica da edificação para o condicionamento de ar.

Ressalta-se que somente o Casarão foi projetado para funcionar utilizando a ventilação cruzada, outro quesito importante para o clima tropical quente e úmido desta zona bioclimática e que favorece a eficiência energética de um projeto de arquitetura. Contudo, como este artigo trata apenas da análise pelo método prescritivo, não foi feita a simulação para comprovação ou não de seu êxito do ponto de vista do conforto térmico.

4. CONCLUSÕES

Com a criação do RTQ-C e do selo Procel Edifica, foi dado um grande passo na política nacional de conservação de energia. Com a divulgação e implementação das certificações, espera-se estimular arquitetos, engenheiros e construtores à mudança na forma de se construir no Brasil, incrementando o uso de inovações tecnológicas que ajudem no processo de desenvolvimento sustentável. O RTQ-C será uma ferramenta útil na difusão das práticas energeticamente sustentáveis no mercado imobiliário, através da qual o consumidor terá parâmetros de comparação seguros na hora de escolher o melhor projeto.

Para se obter uma boa classificação no selo são necessárias algumas definições simples ainda na fase de projeto e detalhamento das obras, como o atendimento às recomendações para a construção em cada tipo de zona bioclimática, e a proteção solar de fachadas e coberturas, propondo projetos arquitetônicos de qualidade e que priorizem a eficiência energética e o conforto ambiental.

Ao comparar a eficiência energética das edificações analisadas segundo o RTQ-C nota-se que, para a zona bioclimática em questão (ZB5), o item que mais influenciou negativamente a classificação dos edifícios foi o projeto de cobertura. Na maior parte dos casos analisados, a cobertura foi pensada apenas do ponto de vista da praticidade e da estética. Desse modo, elas foram projetadas com acabamentos de alta absorvância, materiais com alta transmitância térmica e baixa refletividade, e pouco ou nenhum tratamento para isolamento térmico. Sendo a maior área construída a receber insolação direta, as coberturas exercem enorme influência sobre o consumo de energia do sistema de condicionamento de ar. Isto fica ainda mais claro nos casos específicos do HON e do Casarão da UFF, que pontuaram como “A” no indicador de consumo, mas obtiveram pontuação final de “B” e “E”, respectivamente, por conta da pontuação perdida no pré-requisito das coberturas.

Dessa forma, conclui-se que, para as edificações analisadas, a adoção de soluções simples nas coberturas, como a troca das telhas de fibrocimento e alumínio por materiais com menor transmitância térmica, o uso de cores com menor absorvância e o tratamento térmico dos forros e lajes resultaria numa melhor classificação final no RTQ-C.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. - INMETRO - Manual de Aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C, volume 4, 2009.

GODOY, Cristiane B. Análise crítica da metodologia do cálculo prescritivo do regulamento técnico da qualidade para eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Programa De Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2009.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. São Paulo: PW, 1997.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME) - Balanço Energético Nacional de 2009. Brasília, 2010.

_____. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Rio de Janeiro, volume 2, 2009.

AGRADECIMENTOS

À Eletrobrás e ao CNPq, que vem apoiando o Laboratório de Conservação de Energia e Conforto Ambiental – LabCECA UFF. Aos bolsistas de Pesquisa, que colaboraram durante a aplicação do RTQ-C, Carla Rosa de Almeida, Cristiane Barbosa Godoy, Lourdes Zunino Rosa. Aos bolsistas de Iniciação Científica, que colaboraram durante a aplicação do RTQ-C, Felipe Souza Nascimento, Igor Soares, Pedro Moreira Grillo e Tom Ferreira Caminha. Ao engenheiro mecânico Jairo Francisco R. P. de Souza, e ao engenheiro eletricista Cláudio Magnanini, consultores na aplicação do RTQ-C.