



## APLICAÇÃO DO REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS EM UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS DA UFPB

**Solange Maria Leder (1); Eliana de F. Costa Lima (2)**

- (1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Centro de Tecnologia – Universidade Federal da Paraíba, Brasil – e-mail: solangeleder@yahoo.com.br
- (2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Centro de Tecnologia – Universidade Federal da Paraíba, Brasil – e-mail: eliana\_fcl@msn.com

### RESUMO

Com a aprovação do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) as edificações obterão certificados em relação à sua eficiência energética. A ação é de caráter voluntário, mas será obrigatória nos próximos anos. A utilização do RTQ-C como critério de análise da eficiência energética em um estudo de caso é uma forma de contribuir para a adequação da arquitetura às exigências de eficiência energética, assim como para a divulgação do RTQ-C. Nesse contexto, o trabalho pretende avaliar a magnitude da eficiência energética de uma edificação no Campus I da Universidade Federal da Paraíba tendo como critério o RTQ-C. Em se tratando de uma edificação de solução recorrente, a identificação das variáveis que se constituem entraves à certificação pode servir de condicionante na definição de novos projetos ou reformas no Campus da UFPB. O regulamento apresenta duas possibilidades de simulação da eficiência energética: método prescritivo e método computacional. Para esse estudo, o método prescritivo foi utilizado. A edificação em análise é o prédio administrativo do Centro de Tecnologia da UFPB, Campus I em João Pessoa – PB. Segundo os critérios do RTQ-C a edificação em análise obteria a classificação C, com algumas alterações seria possível a obtenção do Nível A. Essas alterações não impactam a solução formal da edificação, exceto a substituição do acabamento externo aparente por uma cor clara, que altera a linguagem do edifício e tem consequências sobre a preservação da memória e identidade do Campus. Soluções alternativas poderiam ser aplicadas, sem a alteração do revestimento atual, que, contudo só poderiam ser avaliadas através do método da simulação computacional. Ao analisar edificações existentes, a escolha do método mais adequado deve iniciar pela observação da possibilidade de atendimento aos pré-requisitos exigidos pelo método prescritivo.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Conforto Térmico, Adequação Climática.

## 1 INTRODUÇÃO

As edificações são grandes consumidores de energia, os setores residencial, comercial e de serviços apresentam um consumo equivalente a 44% do total de energia elétrica fornecida no Brasil (BEN, 2009). Desse consumo, sabe-se que a iluminação e climatização são responsáveis por grande parte do uso final da energia. Por outro lado, o potencial de conservação de energia no setor das edificações é significativo, podendo chegar a 30% nas edificações existentes quando são executadas intervenções, como reformas ou atualização (ELETROBRAS, 2009).

Inserido no contexto da Lei de Eficiência Energética nº 10.295, de 2001 e no Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, o Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C, aprovado pelo INMETRO em fevereiro de 2009 (INMETRO, 2009), representa uma das ações da Eletrobrás (programa Procel EDIFICA) que tem como objetivo a redução do consumo de energia elétrica nas edificações. A regulamentação será aplicada em caráter voluntário para as edificações existentes, novas edificações terão caráter voluntário entre 2008 e 2010, passando a ser obrigatória a partir de 2011 (FONSECA, COSTA E KRUGER, 2008). A classificação da edificação deve atender aos seguintes requisitos: desempenho da envoltória, eficiência e potência instalada do sistema de iluminação e eficiência do sistema de climatização. São atribuídos pesos para cada requisito, o sistema de iluminação tem peso 30%, ar-condicionado com peso 40% e envoltória 30%. A classificação final varia de A - mais eficiente a E - menos eficiente. A concessão da etiqueta é realizada na fase de projeto, para as novas edificações; após o Habite-se, para as edificações concluídas e após o *retrofit* com vistas à melhoria da eficiência energética, para as edificações já existentes.

A regulamentação para eficiência energética das edificações é uma das iniciativas para a redução do consumo de energia, destacando-se que o projeto de edificações eficientes, além do uso de sistemas e equipamentos, está também vinculado às decisões arquitetônicas. É indispesável conhecer e aplicar técnicas de projeto e estratégias passivas de adequação climática, com a dupla finalidade de oferecer conforto ao usuário e otimizar o uso da energia na edificação (ROAF et al., 2006). Simples ações como o sombreamento resultante do entorno arborizado pode resultar em redução em torno de 5% no consumo de energia elétrica com ar-condicionado (DONOVAN; BUTRY, 2009). Outras estratégias associadas ao controle da radiação solar, como a orientação favorável e baixa absorção dos fechamentos externos pode representar economia de até 25% (VENANCIO e PEDRINI, 2008; LIMA e PEDRINI, 2008).

Nesse contexto destacam-se duas problemáticas atuais: o atendimento às exigências da regulamentação técnica para eficiência energética das edificações e a otimização energética através de soluções arquitetônicas, que invariavelmente estão associadas às estratégias de adequação da arquitetura ao clima. Considerando a cidade de João Pessoa, clima quente e úmido, estratégias como ventilação natural, iluminação natural e controle da radiação solar podem reduzir significativamente o consumo de energia da edificação.

O objeto de estudo deste trabalho, o bloco administrativo do Centro de Tecnologia, localizado no Campus I da UFPB, data de um período de grande expansão da UFPB, década de 1970. Muitas das soluções arquitetônicas presentes no edifício em análise estão também presentes nos edifícios de outros centros do campus da UFPB. Além disso, algumas dessas soluções estão sendo reproduzidas, por uma necessidade de adaptação das novas edificações ao conjunto já existente. Sendo de grande importância a análise dessas soluções sob o ponto de vista do impacto no consumo de energia.

## 2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo a análise e caracterização da eficiência energética de um edifício público na cidade de João Pessoa, localizado no Campus I da Universidade Federal da Paraíba, tendo como critério o Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – RTQ-C.

### 3 METODOLOGIA

Para definição do nível de eficiência energética, segundo os critérios do Regulamento, dois métodos podem ser utilizados: o método prescritivo e o método de simulação, aplicando-se a edifícios com área total útil mínima de 500m<sup>2</sup> e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3KV. O método prescritivo foi utilizado para a realização deste trabalho.

O levantamento da edificação existente foi realizado observando-se as informações exigidas pelo Regulamento para o procedimento do cálculo prescritivo. O levantamento inclui as características da envoltória, do sistema de iluminação artificial e do sistema de condicionamento artificial. As informações observadas foram utilizadas na realização do cálculo prescritivo, além de representadas em formato digital gerando planta baixa, corte, fachadas e modelo tridimensional. O cálculo prescritivo foi realizado considerando a situação atual da edificação, que finaliza com a definição da classificação da edificação. Após a classificação foram identificadas e elaboradas possibilidades de retrofit da edificação em análise, objetivando elevar o nível de eficiência energética. Os cálculos foram refeitos considerando as possíveis alterações.

### 3.1 Localização e caracterização da edificação

O campus I da Universidade Federal da Paraíba está localizado na capital João Pessoa, situada a uma longitude oeste de 34°47'30" e latitude sul de 7°09'28". Segundo o Zoneamento Bioclimático Brasileiro localizada sob a zona 8. A cota máxima em relação ao nível do mar é de 74 metros, predominando em seu sítio urbano, terrenos planos com cotas da ordem de 10 metros. O clima da cidade é quente e úmido, com temperaturas médias anuais de 26°C. A denominação mais usual para o clima da cidade é o de tropical úmido.



**Figura 1** – Mapa de João Pessoa com a localização do Campus I da UFPB e do Centro de Tecnologia no Campus (Fonte: [www.google.com](http://www.google.com))

Localizado em uma das extremidades do campus, ver figura 1(a), o edifício objeto estudo deste

trabalho - bloco administrativo do centro de tecnologia, concentra atividades de: direção de centro, coordenação e chefias de cursos de graduação e pós-graduação, auditório, salas de multimídia, etc. O edifício atende aos cursos vinculados ao centro de Tecnologia, como Engenharia Civil, Arquitetura e outros. O edifício analisado foi projetado em 1968 pelo arquiteto Leonardo Stuckert (ver figura 1b).



**Figura 2** – Localização do edifício administrativo no Centro de Tecnologia da UFPB e (a) Vista externa do bloco administrativo do CT (b).

O edifício apresenta um volume retangular em um pavimento térreo, com um pátio interno. O pátio interno é também em formato retangular, com ampla circulação, semi-aberta, que atende aos ambientes internos (Figura 2 e 3). Os ambientes internos dividem-se em: salas administrativas, auditório, reuniões e multimídia, sanitários e depósitos.

O projeto original da edificação favorecia o uso da ventilação natural, através de elementos vazados e o uso de espaços semi-abertos, como a circulação que atende a todos os ambientes internos e o hall de entrada. As aberturas, voltadas para a circulação, eram amplas e com elementos vazados – treliça de madeira, favorecendo a ventilação cruzada. Com o uso do ar-condicionado nos espaços de permanência, as aberturas vazadas do projeto original foram alteradas.

Na composição das fachadas pode-se perceber a preocupação com a proteção solar: elementos horizontais e verticais impedem a incidência da radiação solar sobre aberturas e fechamentos verticais. O elemento horizontal de proteção solar consiste em uma marquise vazada, o elemento vertical consiste em um conjunto de placas de concreto aparente, com espaçamento de 80,0 cm. Nas orientações norte, sul e leste o elemento vertical é perpendicular à fachada, na orientação oeste a placa vertical é inclinada na direção sudoeste.

O bloco administrativo do Centro de Tecnologia da UFPB foi construído em um período onde o condicionamento artificial não era uma solução recorrente para manutenção do conforto térmico. Com isso, a edificação possui elementos que atenuam a carga térmica proveniente da radiação solar e apresenta várias soluções que favorecem o uso da ventilação natural.

As aberturas, de vidro transparente, atualmente em sua grande maioria, possuem película de proteção solar na cor fumê. Os caixilhos são em alumínio aparente e o sistema de abertura é do tipo maximar. As aberturas apresentam uma relação de cheios e vazios na proporção de 1/4 para as fachadas norte e sul; de 1/8 para a fachada leste; e de 1/2 para a fachada oeste.

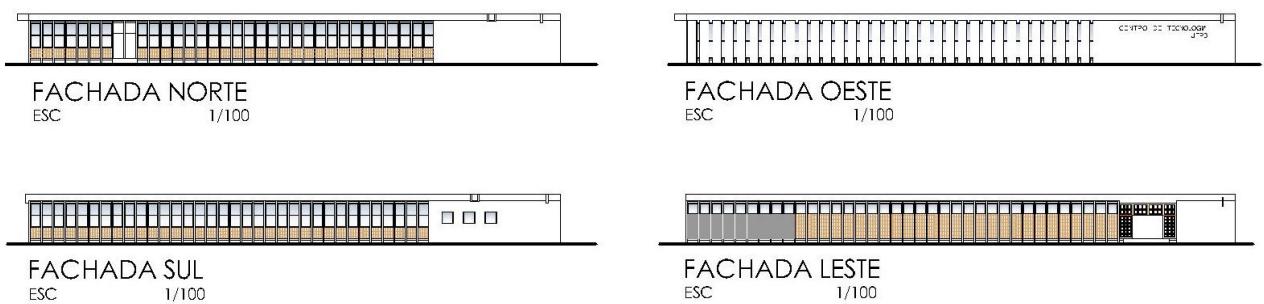


**Figura 3** – Planta baixa do edifício administrativo do CT.

O fechamento vertical é com tijolo maciço aparente. A cobertura é com laje maciça de 11 cm, recoberta com telha de zinco. A laje se projeta a partir das salas em direção ao pátio aberto formando um amplo terraço garantindo que as paredes das salas estejam sempre na sombra. As paredes são de tijolo maciço cerâmico aparente.



**Figura 4** – Perspectiva do edifício administrativo do CT.



**Figura 5** – Fachadas do edifício administrativo do CT.

O edifício é parcialmente condicionado artificialmente. As salas administrativas, auditório, sala de reuniões e multimídia são condicionadas. As áreas de menor permanência não são condicionadas, como depósitos, sanitários, circulação e hall de entrada.

### 3.2 Aplicação do método prescritivo

O método de classificação de eficiência da envoltória é baseado em pré-requisitos específicos em função do nível de classificação pretendido e no indicador de consumo obtido através da equação I, considerando a Zona Bioclimática da cidade de João Pessoa (Zona Bioclimática 8).

Os pré-requisitos para as paredes são: capacidade térmica até 80 kJ/m<sup>2</sup>K - transmitância de 2,5 W/m<sup>2</sup>K e capacidade térmica maior que 80 kJ/m<sup>2</sup>K - transmitância de 3,7 W/m<sup>2</sup>K, para todos os níveis.

Os pré-requisitos para a coberta são: ambientes condicionados – transmitância menor que 1,0 W/m<sup>2</sup>K para o nível A, transmitância menor que 1,5 W/m<sup>2</sup>K para o nível B; ambientes não condicionados - transmitância menor que 2,0 W/m<sup>2</sup>K para todos os níveis.

Os pré-requisitos para cor e absorção de superfícies são: revestimento externo de paredes com absorção menor que 0,4; Coberturas não aparentes com cores de absorção menor que 0,4; Telha cerâmica não esmaltada ou teto jardim – para o nível A e B, os outros níveis não apresentam pré-requisitos para cores e absorção.

As propriedades térmicas de transmitância e absorção dos elementos construtivos foram obtidos segundo a norma NBR 15220-2 (ABNT, 2005) como mostra a tabela resumo abaixo:

**Tabela 1** – Propriedade térmicas de transmitância e absorção (Fonte: NBR 15220-2 adaptado)

COBERTURA			CLASSIFICAÇÃO
MATERIAL	TRANSMITÂNCIA	ABSORÇÃO	
Laje de concreto maciço de 11 cm de espessura e telha de zinco	1,13 W/(m <sup>2</sup> .k)	0,4	C ou D
PAREDES			
MATERIAL	TRANSMITÂNCIA	ABSORÇÃO	
Parede de tijolo maciço aparente (10x6x22) cm	3,70 W/(m <sup>2</sup> .k)	0,65	

Para os cálculos prescritivos o RTQ-C dispõe de duas equações por Zona Bioclimática: uma representando edifícios com área de projeção (Ape) menor que 500 m<sup>2</sup> e a segunda para edifícios com área de projeção maior que 500 m<sup>2</sup>. As equações para Ape >500 m<sup>2</sup> são válidas para um Fator de Forma mínimo permitido (Aenv/Vtot). As equações para Ape<500 m<sup>2</sup> são válidas para um Fator de Forma máximo permitido (Aenv/Vtot). Acima ou abaixo desses, deve-se utilizar os valores limites. Sabendo que o bloco administrativo do CT se localiza na cidade de João Pessoa, inserida na Zona 8 e sua área de projeção é maior que 500m<sup>2</sup>, a equação correspondente utilizada para o cálculo do indicador de consumo foi a seguinte:

$$IC_{env} = -160,36.FA + 1277,29.FF - 19,21.PAF_T + 2,95.FS - 0,36.AVS - 0,16.AHS + 290,25.FF.PAF_T + 0,01.PAF_T.AVS.AHS - 120,58$$

Equação 1

As variáveis da equação I e os valores calculados estão apresentados na tabela 02 a seguir:

**Tabela 2** – Variáveis utilizadas no cálculo prescritivo da envoltória

VARIÁVEIS	VALORES
A <sub>pe</sub> – área de projeção do edifício (m <sup>2</sup> )	<b>1642,61m<sup>2</sup></b>
A <sub>tot</sub> – área total de piso (m <sup>2</sup> )	<b>1166,48 m<sup>2</sup></b>
A <sub>env.</sub> - área da envoltória (m <sup>2</sup> )	<b>2049,72 m<sup>2</sup></b>
AVS – ângulo vertical de sombreamento, entre 0 e 45° (graus)	<b>28°</b>
AHS – ângulo horizontal de sombreamento, entre 0 e 45° (graus)	<b>45°</b>
FF – (A <sub>env.</sub> /V <sub>tot</sub> ) fator de forma	<b>0,48</b>
FA - (A <sub>pe</sub> /V <sub>tot</sub> ) fator de altura	<b>1,41</b>
FS – fator solar	<b>0,54</b>
PAF – percentual de abertura na fachada oeste	<b>0,54</b>
V <sub>tot</sub> – volume total da edificação (m <sup>3</sup> )	<b>4234,32 m<sup>3</sup></b>

A partir da obtenção destas variáveis foi possível chegar ao Indicador de Consumo da edificação através da equação I. Calculou-se também o limite máximo (ICmáx) e mínimo (ICmín.) do Indicador de Consumo utilizando a mesma equação, logo dividiu-se o intervalo entre o máximo e o mínimo (i) por 4 e cada parte se refere a um nível de classificação numa escala que varia entre A e E.

**Tabela 3** – Variáveis utilizadas no cálculo prescritivo da envoltória

INDICADOR DE CONSUMO						
	FA	FF	PAF	FS	AVS	AHS
IC	<b>1,41</b>	<b>0,48</b>	<b>0,54</b>	<b>0,54</b>	<b>28,00</b>	<b>45,00</b>
IC máximo	<b>1,41</b>	<b>0,48</b>	<b>0,6</b>	<b>0,61</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
IC mínimo	<b>1,41</b>	<b>0,48</b>	<b>0,05</b>	<b>0,87</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
i = IC Max – ICmín. / 4						<b>16,32338</b>

A classificação parcial da eficiência da edificação é feita comparando-se o Indicador de Consumo com os limites dos intervalos dos níveis de eficiência através de tabela fornecida pelo RTQ-C, mostrada abaixo:

**Tabela 4** – Variáveis utilizadas no cálculo prescritivo da envoltória

EFICIENCIA	A	B	C	D	E
Limite. Mín.		<b>291,317</b>	<b>307,6404</b>	<b>323,96</b>	<b>340,29</b>
limite. Máx	<b>291,307</b>	<b>307,6304</b>	<b>323,95</b>	<b>340,28</b>	

A edificação foi classificada, segundo os cálculos prescritivos, no intervalo do limite de eficiência C, sabendo que seu Indicador de Consumo foi de 322,388. Observando os pré-requisitos, considerando a absorção média das cores empregadas nas paredes e coberta maior que 0,4, o nível de eficiência se

enquadra entre C ou D.

A etiqueta da envoltória assume o nível C.

### 3.3 Propostas de melhoria para eficiência energética

As características da edificação em análise que apresentam maior influência no nível de eficiência obtido são: a área de aberturas na fachada oeste e a cor e absorção das paredes e coberta. Sendo assim foram realizados novos cálculos assumindo a possibilidade de um retrofit na edificação em análise.

O Indicador de Consumo (IC) do edifício em análise se classificaria como nível A se o PAF da fachada oeste fosse reduzido à metade, ver tabelas 5 e 6. Para o novo cálculo, adotou-se a média de aberturas nas quatro fachadas (PAF<sub>tot</sub>) que é 0,27.

**Tabela 5** – Cálculo do indicador de consumo considerando retrofit nas aberturas da fachada oeste

INDICADOR DE CONSUMO						
	FA	FF	PAF	FS	AVS	AHS
IC	<b>1,41</b>	<b>0,48</b>	<b>0,27</b>	<b>0,54</b>	<b>28,00</b>	<b>45,00</b>
IC máximo	<b>1,41</b>	<b>0,48</b>	<b>0,6</b>	<b>0,61</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
IC mínimo	<b>1,41</b>	<b>0,48</b>	<b>0,05</b>	<b>0,87</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
i = IC Max – ICmín. / 4						<b>274,9836</b>
						<b>16,32338</b>

**Tabela 6** – Classificação da edificação segundo o Indicador de Consumo

EFICIENCIA	A	B	C	D	E
Limite. Mín.		<b>291,317</b>	<b>307,6404</b>	<b>323,96</b>	<b>340,29</b>
limite. Máx	<b>291,307</b>	<b>307,6304</b>	<b>323,95</b>	<b>340,28</b>	

Contudo, ainda que o indicador de consumo esteja incluído na classificação com nível A, a edificação em análise não atende a dois pré-requisitos: o pré-requisito de cor e absorção das paredes e coberta que deve ser inferior a 0,4 e o pré-requisito da transmitância menor que 1,0 W/m<sup>2</sup>K.

O tijolo maciço e o concreto aparente utilizados nas paredes da envoltória apresentam coeficiente de absorção elevado. Para atender a esse pré-requisito as superfícies externas podem ter o acabamento externo coberto por uma pintura de baixa absorção, ou menor que 0,4. O pré-requisito da transmitância da coberta inferior a 1,0 W/m<sup>2</sup>K pode ser atendido através da inserção de uma camada de material isolante entre a laje de forro e a coberta.

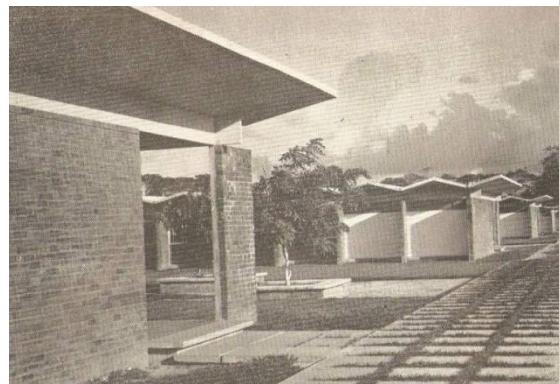
## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A edificação em análise, com suas características atuais e segundo os critérios do RTQ-C, obteria a classificação C. A variável de maior impacto na carga térmica da envoltória é o percentual de abertura (PAF) da fachada oeste, de 0,54. Por outro lado, as características que contribuem para a redução da carga térmica são: existência de elementos de proteção solar horizontal e vertical em todas as fachadas e a existência de espaços semi-abertos, que contribuem no sombreamento da edificação e na redução do fator solar.

Considerando a possibilidade de retrofit, tendo como principal alteração a redução do percentual de abertura da fachada oeste, o cálculo prescritivo foi refeito e o indicador de consumo permitiria a classificação com nível A. Contudo, ainda assim o nível A não poderia ser obtido, pois a edificação não atende a dois pré-requisitos: transmitância da coberta menor que 1,0 W/m<sup>2</sup>K e cor e absorção inferior a 0,4 para as superfícies externas da envoltória.

O atendimento aos pré-requisitos para o plano da cobertura pode ser realizado através da pintura

externa com uma cor de baixa absorção e a inserção de um elemento isolante entre o telhado e a laje de forro. Essas alterações não são percebidas visualmente, pois a coberta é em platibanda. Contudo, atender ao o pré-requisito para as superfícies verticais implica em uma alteração com impacto sobre as características visuais da edificação. A substituição do acabamento externo da edificação, atualmente de concreto e tijolo maciço, por uma cor clara, altera a linguagem das soluções adotadas nos edifícios do campus, construídos na década de 70, ver Figura 4. Alterar essas características resulta em um conflito com a preservação da memória e identidade do campus da UFPB. Nesse caso, o pré-requisito do método prescritivo não pode ser aplicado à edificação em análise. Contudo, grande parte da superfície vertical externa da edificação é sombreada e é possível que essa solução apresente desempenho equivalente à pintura externa com baixa absorção, diante desse impasse a simulação computacional seria a alternativa disponível para verificar essa equivalência.



**Figura 4:** Vista dos blocos de sala de aula do Centro de Tecnologia da UFPB, imagem de 1976  
Fonte: Arquivo da Prefeitura Universitária da UFPB

## 5 CONCLUSÕES

Segundo os critérios do RTQ-C e mantendo suas características atuais, o prédio administrativo do Centro de Tecnologia da UFPB, obteria a classificação de nível C. Essa classificação poderia ser alterada para o nível A, caso a seguintes alterações fossem realizadas: redução do percentual de abertura da fachada oeste, de 0,52 para a metade; redução da absorção das superfícies externas da envoltória para um valor inferior a 0,4 e redução da transmitância da cobertura para um valor inferior a 1,0 W/m<sup>2</sup>K.

O edifício em análise foi construído em um período em que o condicionamento artificial não era uma solução recorrente para a obtenção do conforto térmico. Com isso, a edificação possui várias soluções de proteção à radiação solar e de favorecimento do uso da ventilação natural, que por sua vez, contribuem na possibilidade de obtenção da classificação A. Essas soluções devem ser incentivadas nas novas edificações.

É importante destacar as características que se constituem em obstáculos à obtenção do nível A: o elevado percentual de abertura na fachada oeste; a absorção superior a 0,4 nas superfícies da envoltória e a transmitância superior a 1,0 W/m<sup>2</sup>K. Essas características estão associadas a soluções de projeto recorrentes no Campus da UFPB e que devem ser evitadas.

Finalizando, substituir o revestimento da superfície externa, de concreto e tijolo aparente, por uma pintura clara resulta em um conflito com a preservação da memória e identidade do campus da UFPB. Por outro lado, grande parte dessa superfície é sombreada, característica que pode ser uma solução equivalente ao uso de revestimento externo com baixa absorção. Sendo assim, para a edificação em análise o método da simulação computacional seria o método mais adequado, pois possibilita a análise de soluções alternativas. A escolha do método mais adequado deve iniciar pela observação da

possibilidade de atendimento aos pré-requisitos exigidos pelo método prescritivo.

## **6 REFERÊNCIAS**

BEN Balanço Energético Nacional. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br>>. Acesso em: jun 2009.

DONOVAN, G. H.; BUTRY, D. T. The value of shade: Estimating the effect of urban trees on summertime electricity use. *Energy and Buildings*. London: Elsevier, v.41, p. 662-668, 2009.

ELETROBRAS Centrais Elétricas Brasileiras. Disponível em: <<http://www.eletrobras.gov.br>>. Acesso em: jun 2009.

FONSECA, S. D.; COSTA, A. S.; KRUGER, E. L. Aplicação da regulamentação de etiquetagem voluntária de nível de eficiência energética em salas de aula da UTFPR. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 12., 2008, Fortaleza. Anais...Fortaleza: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2008.

Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - INMETRO Instituto nacional de metrologia. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br>>. Acesso em: jun 2009.

LIMA, G. L. F; PEDRINI, A. Influência de decisões arquitetônicas sobre o desempenho energético de hotéis no clima quente e úmido da cidade de Natal/RN. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 12., 2008, Fortaleza. Anais...Fortaleza: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2008.

PEDRINI, A. Integration of low energy strategies to the early stages of design process of Office buildings in warm climate. Brisbane, 257p. Tese (Doctor of Philosophy) – Department of Architecture, University of Queensland, 2002.

ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS, S. Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável. Porto Alegre: Bookman, 2006.

VENÂNCIO, R.; PEDRINI, A. Influência de decisões arquitetônicas na eficiência energética de edificações do campus/UFRN. In: Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 12., 2008, Fortaleza. Anais...Fortaleza: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2008.

## **7 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CNPQ/ UFPB, pelo apoio financeiro à pesquisa, e também aos alunos Alexandre de Castro e Vanessa Lima pela participação no levantamento da edificação em análise.