

Eixo Temático ET-06-016 - Energia

## **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE ESCOLA PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE ARARUNA-PB**

Antonio Dias de Lima Terceiro Neto<sup>1</sup>, Francisco Humberlânio Tavares de Araújo<sup>2</sup>,  
Igor Martins Costa Ferreira Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Bacharel em Engenharia Civil – UEPB e Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental – UFPB;

<sup>2</sup>Bacharel em Engenharia Civil – UEPB; <sup>3</sup>Bacharel em Engenharia Civil – UEPB.

### **RESUMO**

A partir de uma urbanização crescente em todo o planeta, o consumo de energia também aumentou automaticamente para que fosse possível atender as necessidades energéticas desse mundo cada vez mais urbano, o que impacta diretamente o meio ambiente. A eficiência energética busca utilizar a menor quantidade de energia na prática de uma determinada atividade, sem perder a sua qualidade, através de um uso responsável valendo-se das tecnologias existentes no mercado que reduzam o consumo e mantenham a zona de conforto, conservando assim os recursos públicos e ambientais, o que é uma grande problemática nos dias atuais, aliar economia com sustentabilidade. O objetivo principal deste artigo é avaliar a eficiência energética na escola pública José Targino Maranhão situada no município de Araruna no estado da Paraíba, visando às edificações sustentáveis e à melhoria na qualidade dos gastos públicos. A metodologia utilizada no presente trabalho tem como pilar o RTQ-C - Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas, que especifica requisitos técnicos, como também métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética, objetivando a etiquetagem do nível de eficiência dos mesmos. Foi feita uma visita na escola acima citada e coletados dados, através dos métodos estabelecidos no RTQ-C pôde-se classificar o edifício de acordo com a sua eficiência energética, considerando a envoltória e o sistema de iluminação, dando ao mesmo uma ENCE - Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, parcial. Observou-se que o edifício público em estudo se mostra ineficiente, consumindo assim uma maior quantidade de energia do que a necessária, o que acarreta gastos maiores ao poder público e problemas de ordem ambiental. Assim, se propôs a utilização de lâmpadas LED, instalação de sensores de presença, janelas de vidro sombreadas com toldos, instalação de mantas térmicas de alumínio no telhado, pintura das paredes externas com cores claras e uma campanha para orientar as pessoas quanto ao uso de energia, tais medidas tornarão o edifício mais eficiente, causando assim menos impactos aos recursos públicos e ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Eficiência energética; Economia; Sustentabilidade; RTQ-C; ENCE.

### **INTRODUÇÃO**

A cada dia que passa aumenta-se o consumo de energia, com um aumento cada vez maior da demanda de um mundo predominantemente urbano, proporcionado pelo desenvolvimento das atividades humanas na sociedade moderna, uso intensivo das tecnologias, aumento dos serviços prestados por organizações públicas e privadas, e os avanços da ciência, este é um fato de conhecimento geral e perceptível por qualquer pessoa de mediano entendimento. Esse fato indica uma perspectiva de desequilíbrio entre a oferta e a demanda energética com forte impacto sobre a utilização dos recursos públicos e o meio ambiente, que é fonte geradora.

Conforme Camargo e Teive (2006), são grandes os desafios para suprir a demanda de energia elétrica no mundo globalizado, especialmente quando se considera o atual número de habitantes do planeta. A busca por eficiência energética em todos os processos é relevante, não

somente nos momentos de crise energética, como também permanentemente, como forma de se obter conservação de energia, reduzindo a probabilidade de *black-outs*, *déficits* ou racionamentos. Dentro deste enfoque, são inseridas as políticas de conservação de energia elétrica, promovendo o desenvolvimento sustentável.

Segundo dados do Procel (2015), no Brasil, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais e comerciais, de serviços e públicas, corresponde a aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no país. Diante do exposto, iniciativas para adoção de medidas de eficiência energética em prédios públicos vem recebendo a atenção especial de diversos países pela sua importância em contribuir na redução das emissões que impactam o clima do planeta, otimizando o consumo de energia sem abster-se de uma zona de conforto.

De acordo com Savolainen (2004), a eficiência energética é tida como a forma mais rápida e barata de aprimorar o uso das fontes de energia. Visa obter uma máxima otimização do consumo através de um gasto racional e eficiente, sem prejudicar o produto final. O US National Policy Development Group (2001) define eficiência energética como a capacidade de utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de iluminação, aquecimento, transporte e outros serviços baseados na energia.

Tais ações, na busca de eficiência energética, oportunizam o combate ao desperdício e a busca do uso racional e eficiente de energia elétrica de usos finais nas escolas públicas do Estado da Paraíba, quando se volta para análise das instalações das mesmas. No tocante da discussão, nota-se que as ações são fundamentais no sentido de aprimorarem sistemas no uso final de energia que estão presentes nas instalações das escolas, isto é, reduzir o consumo sem comprometer o desempenho, atendendo todas as necessidades.

Como um dos princípios da sustentabilidade, a edificação precisa ser eficiente do ponto de vista energético. A eficiência energética pode ser entendida como a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Portanto, um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia. (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 1997).

Com base na análise de Lamberts, que singulariza as emergentes necessidades em conservar os recursos públicos e ambientais, e tendo em vista que a cidade de Araruna-Paraíba dispõe de uma miscelânea de prédios escolares, os quais são considerados um vasto campo de estudos para que sejam feitas análises, diagnósticos energéticos e estratégias de conservação da energia, foi feita uma pesquisa científica a fim de conhecer o nível de eficiência de escolas do município.

## OBJETIVO

Analisar a eficiência energética da escola pública José Targino Maranhão na cidade de Araruna no Estado da Paraíba de acordo com o RTQ-C (2010), propondo alternativas que tornam a edificação mais eficiente, visando reduzir o consumo energético, que impacta o ambiente, e otimizar os gastos públicos com energia.

## METODOLOGIA

A eficiência energética é um requisito a ser atendido para se alcançar a sustentabilidade que apresenta um grande potencial de aplicação em edifícios a partir da inovação e do desenvolvimento de melhorias na tecnologia aplicada aos sistemas construtivos. Sob esse aspecto, a criação de normas obrigatórias ajuda a racionalizar, na área de construção sustentável, o consumo de energia, reduzindo o desperdício (DIAZ et al., 2008).

É importante destacar os procedimentos metodológicos do nosso artigo, dando relevância em uma pesquisa de cunho exploratório descritivo aliado a uma investigação bibliográfica, que se configura, então, como uma abordagem de análise feita com o intuito de apresentar às relevâncias da eficiência energética. Como suporte para a real significância e realização do nosso modesto trabalho, foi utilizado o RTQ-C – Requisitos Técnicos da

Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos – que especifica requisitos técnicos, bem como os métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética. Os edifícios submetidos aos requisitos do RTQ-C estão em consonância com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes. O RTQ-C trata da eficiência energética nas edificações e objetiva criar condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética destes edifícios.

Segundo Lamberts (2010), o RTQ-C (BRASIL, 2009a) foi publicado em 2009 em sua primeira versão para aplicação voluntária. Por ser novo no país, o mercado construtivo ainda terá de se adaptar ao conceito de eficiência de um edifício: os arquitetos, com os parâmetros de projeto; os profissionais envolvidos, com a construção civil com o registro de informações e documentos ao longo da obra; os fornecedores de materiais, com a uniformização da linguagem e parâmetros de especificação técnica de seus produtos; as agências financiadoras da construção, com os próprios conceitos de eficiência; e o público em geral, com a etiqueta de eficiência e seu significado (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE).

De acordo com o RTQ-C (2010), a etiquetagem de eficiência energética de edifícios deve ser realizada por meio dos métodos prescritivo ou de simulação. Ambos devem atender aos requisitos relativos a três partes que constituem a edificação, que são: o desempenho da envoltória, a eficiência e potência instalada do sistema de iluminação e a eficiência do sistema de condicionamento do ar.

A avaliação de cada sistema individual utiliza equivalentes numéricos, um número de pontos correspondente a determinada eficiência, atribuídos de acordo com a Tabela 1, que está presente no RTQ-C.

**Tabela 1.** Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum).

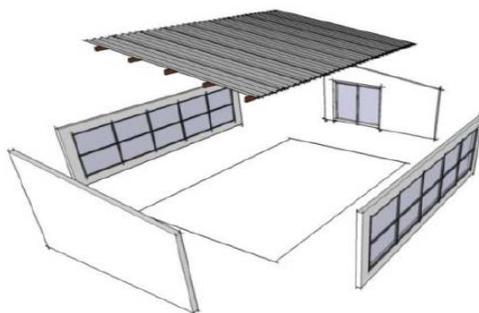
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

**Fonte:** RTQ-C, 2010.

Iniciou-se o estudo com uma visita técnica a escola municipal José Targino Maranhão localizada em Araruna-PB, que é composta por oito salas de aula, sala de informática, sala dos professores, diretoria, secretaria, biblioteca, cozinha e cinco banheiros, além dos ambientes de circulação. Nesta etapa foram coletados somente dados referentes à envoltória e ao sistema de iluminação, pois a edificação não dispõe de sistema de condicionamento de ar, sendo possível apenas a etiquetagem parcial do edifício, considerando cada sistema individualmente.

### **Envoltória**

Os parâmetros que definem uma envoltória compõem o que é chamado de “pele” do edifício, tais como cobertura, fachada e aberturas, e são complementados pelo volume, área de piso e orientação da fachada. Portanto, a envoltória é definida como o conjunto de elementos que entram em contato com o meio externo e compõem os fechamentos internos em relação ao ambiente externo. Qualquer tipo de elementos que se localize acima do solo, que pertença ao edifício e tenha contato prolongado com o meio exterior faz parte da envoltória. Ambientes localizados no subsolo não fazem parte da envoltória (RTQ-C, 2010).



**Figura 1.** Exemplo da Envoltória de uma edificação. Fonte: RTQ-C, 2010.

Na análise deste sistema foram verificados os pré-requisitos que determinam o nível de eficiência da envoltória. A tabela a seguir representa uma síntese dos pré-requisitos da envoltória exigidos por nível de eficiência.

**Tabela 2.** Síntese dos pré-requisitos da envoltória.

Nível de Eficiência	Transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores	Cores e absorvância de superfícies	Iluminação zenital
A	X	X	X
B	X	X	X
C e D	X		

**Fonte:** RTQ-C, 2010.

Considerando a apresentação da tabela 2, ratifica-se que com o aumento do número de pré-requisitos a ser atendidos, haverá um melhoramento do nível de eficiência.

Em seguida partiu-se para o cálculo do indicador de consumo (IC) que visa prever como a envoltória de um edifício vai impactar o seu consumo de energia. Através do cálculo do IC foi identificado se a envoltória era eficiente energeticamente.

### Sistema de iluminação

A iluminação artificial é essencial para o funcionamento dos edifícios comerciais permitindo o trabalho em locais distantes da fachada e em horários em que a luz natural não atinge os níveis de iluminação mínimos adequados. É vital garantir níveis corretos de iluminação dentro dos ambientes internos dos edifícios para permitir o desempenho das tarefas por seus usuários em condições de conforto e salubridade. Por esse motivo, a norma NBR 5413 define níveis mínimos de iluminância necessários para diferentes tipos de atividades (RTQ-C, 2010).

Para classificação do sistema de iluminação respeitou-se os critérios de controle do sistema de iluminação, ou seja, os pré-requisitos. Quanto mais elevado o nível de eficiência maior será o número de pré-requisitos estabelecidos. A tabela a seguir relaciona os pré-requisitos com o nível de eficiência.

**Tabela 3.** Relação entre pré-requisitos e níveis de eficiência.

<b>Pré-requisito</b>	<b>Nível A</b>	<b>Nível B</b>	<b>Nível C</b>
4.1.1 Divisão dos circuitos	Sim	Sim	Sim
4.1.2 Contribuição da luz natural	Sim	Sim	
4.1.3 Desligamento automático do sistema de iluminação	Sim		

Fonte: RTQ-C, 2010.

Verificado os pré-requisitos, a avaliação do sistema de iluminação poderia ser realizada através do método da área do edifício ou do método das atividades do edifício, dispostos no RTQ-C (2010). Contudo, o método da área foi o escolhido, por ser de mais fácil compreensão, o mesmo é apresentado a seguir.

O método da área do edifício avalia de forma conjunta todos os ambientes do edifício e atribui um único valor limite para a avaliação do sistema de iluminação. Este método deve ser utilizado para edifícios com até três atividades principais, ou para atividades que ocupem mais de 30% da área do edifício. O mesmo estabelece limites de densidade de potência em iluminação para edifícios como um todo.

Para facilitar a avaliação seguiu-se as etapas abaixo:

- Identificação da função do edifício, de acordo com a Tabela 4;
- Determinação da área iluminada do edifício;
- Multiplicação da área iluminada pela densidade de potência de iluminação limite (DPIL), para encontrar a potência limite do edifício;
- Comparação da potência total instalada no edifício e a potência limite para determinar o nível de eficiência do sistema de iluminação.

**Tabela 4.** Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação-Método das áreas do edifício.

<b>Função do edifício</b>	<b>Densidade de Potência de Iluminação limite W/m<sup>2</sup></b>			
	<b>Nível A</b>	<b>Nível B</b>	<b>Nível C</b>	<b>Nível D</b>
Academia	9,5	10,9	12,4	13,8
Biblioteca	12,7	14,6	16,5	18,4
Bombeiros	7,6	8,7	9,9	11
Centro de convenções	11,6	13,3	15,1	16,8
Cinema	8,9	10,2	11,6	12,9
Comercio	15,1	17,4	19,6	21,9
Escola/Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5

Fonte: RTQ-C, 2010 (Adaptada pelo autor).

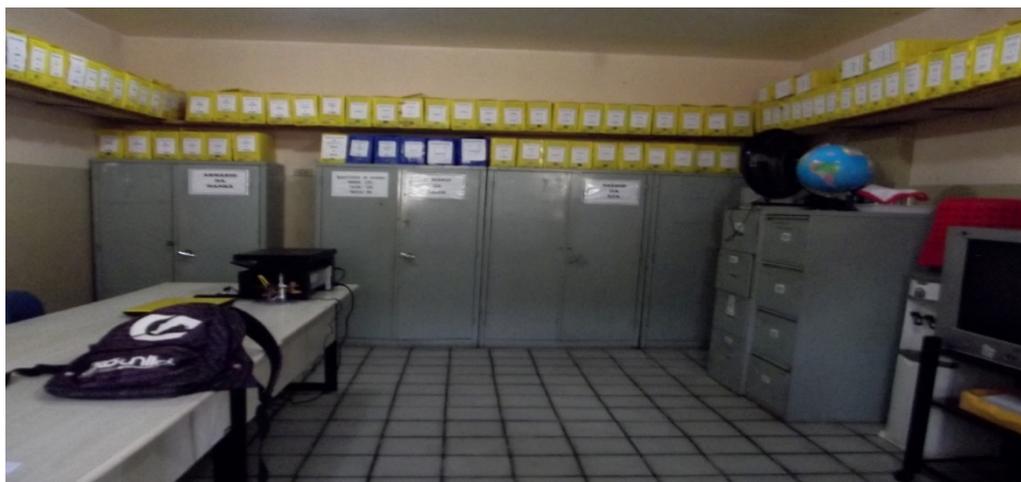
Com a análise dos pré-requisitos e através da aplicação do método descrito acima, foi determinado o nível de eficiência do sistema de iluminação da edificação. Por fim foram listadas algumas soluções interessantes e viáveis para resolver os problemas encontrados nos dois sistemas analisados na escola, que pode ser vista nas figuras 2, 3 e 4.



**Figura 2.** Escola José Targino Maranhão em Araruna-PB.



**Figura 3.** Sala de aula.



**Figura 4.** Diretoria.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Sistema de envoltória

Primeiramente, foram listados os dados da escola no Quadro 1.

**Quadro 1** – Dados referentes ao sistema de envoltória da escola.

Descrição	Dim.	Descrição	Dim.	Descrição	Dim.
Área Total 1 (m <sup>2</sup> )	616,4	Área Total 2 (m <sup>2</sup> )	186,3	Área Total (m <sup>2</sup> )	802,7
Pé-Direito 1 (m)	3,5	Pé-Direito 2 (m)	4	Área da Envoltória (m <sup>2</sup> )	619,74
Perímetro 1 (m)	172,6	Perímetro 2 (m)	63,34	Volume Total (m <sup>3</sup> )	2902,6
Volume Total 1 (m <sup>3</sup> )	2157,4	Volume Total 2 (m <sup>3</sup> )	745,2	Área de Abertura (m <sup>2</sup> )	55,74
Área da Envoltória 1 (m <sup>2</sup> )	604,09	Área da Envoltória 2 (m <sup>2</sup> )	253,36	Área Total da Cobertura (m <sup>2</sup> )	842,8
Área de Abertura 1 (m <sup>2</sup> )	40,08	Área de Abertura 2 (m <sup>2</sup> )	15,66		

Em seguida, alguns dados foram calculados para a obtenção da classificação preliminar da envoltória de acordo com o nível de consumo, que podem ser vistos nos quadros 2 e 3.

**Quadro 2.** Parâmetros de consumo referentes à envoltória

Parâmetros de Indicador de Consumo Máximo		Parâmetros de Indicador de Consumo Mínimo	
PAF <sub>T</sub>	0,6	PAF <sub>T</sub>	0,05
FS	0,61	FS	0,87
AVS	0	AVS	0
AHS	0	AHS	0

**Quadro 3.** Dados calculados para classificação preliminar.

AVS	0°
AHS	28°
FA	1
FF	0,21
PAF <sub>T</sub>	0,09
FS	0,037
PAZ	0%
IC <sub>env</sub>	-8,75
IC <sub>env</sub> – Máx	19,23
IC <sub>env</sub> – Mín	-3,52
I	5,6875

Como o IC = -8,75, a envoltória enquadra-se no Nível A (EqNumEnv = 5). Entretanto ao se analisar os aspectos de transmitância e absortância térmicas da envoltória da escola (quadro 4) e de acordo com os pré-requisitos, que não são atendidos, do quadro 5, obteve-se um sistema classificado com nível de eficiência E.

**Quadro 4.** Dados calculados da envoltória para a avaliação final.

Transmitância Térmica		Absortância Térmica		Iluminação Zenital
Cobertura	Parede	Cobertura	Parede	
2,58	2,46	0,63	0,23	Não possui

**Quadro 5.** Pré-requisitos da envoltória para a Zona Bioclimática 8.

Nível de Eficiência	Transmitância Térmica		Absortância Térmica		Iluminação Zenital
	Cobertura	Parede	Cobertura	Parede	
A	2,0 W/m <sup>2</sup> k	3,7 W/m <sup>2</sup> k para paredes com capacidade térmica > 80 W/m <sup>2</sup> k	< 0,50	< 0,50	X
B	2,0 W/m <sup>2</sup> k	3,7 W/m <sup>2</sup> k para paredes com capacidade térmica > 80 W/m <sup>2</sup> k	< 0,50	< 0,50	Não Exige
C e D	≤ 2,0 W/m <sup>2</sup> k	3,7 W/m <sup>2</sup> k para paredes com capacidade térmica > 80 W/m <sup>2</sup> k	Não Exige	Não Exige	Não Exige

Fonte: RTQ-C, 2010.

#### Sistema de iluminação

De acordo a com tabela 4 e com os dados obtidos de área e potência instalada nos ambientes da escola José Targino Maranhão, montou-se o quadro a seguir:

**Quadro 6.** Dados referentes ao sistema de iluminação da escola.

Atividade	Área (m <sup>2</sup> )	Potência Limite				Pot. Instalada (w)
		Nível A (w)	Nível B (w)	Nível C (w)	Nível D (w)	
Salas (1 a 8 + informática)	396,7	4046	4855,6	5664,8	6466,2	2085
Ambientes Administrativos	63	749,7	900,3	1049,6	1199,5	305
Banheiros	21	105	126	147	168	185
Circulação	159,6	1133,2	1356,6	1580	1813	245
Cozinha	15	160,5	192	225	255	80
<b>Total</b>	<b>655,3</b>	<b>6194,4</b>	<b>7430,5</b>	<b>8666,4</b>	<b>9901,7</b>	<b>2900</b>

A princípio o nível de eficiência calculado foi A (EqNumDPI = 5). Porém analisando os pré-requisitos, de acordo com a tabela 3, teve-se que:

- Salas: EqNumDPI = 3 (Nível C) por não atender a contribuição de luz natural;
- Diretoria e secretaria: EqNumDPI = 5 (Nível A);
- Banheiros: EqNumDPI = 5 (Nível A);
- Circulação: EqNumDPI = 3 (Nível C) por não atender a contribuição de luz natural;
- Cozinha: EqNumDPI = 5 (Nível A).

Nessa perspectiva, o resultado final do EqNumDPI foi de 3,4 o que resultou numa classificação do sistema de iluminação em Nível C.

### ENCE parcial

Tendo os níveis de eficiência dos dois sistemas estudados do edifício público, foi elaborada a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia parcial referente ao mesmo, considerando a envoltória e a iluminação.



Figura 5. ENCE parcial da escola José Targino Maranhão.

### CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos, foi constatado que a escola José Targino Maranhão é ineficiente energeticamente, tanto no sistema de iluminação, como na sua envoltória, cujos foram classificados nos níveis C e E, respectivamente, o que ocasiona maiores impactos ambientais e maiores gastos de recursos públicos.

Dentre as inúmeras soluções que poderiam ser adotadas, propôs-se a substituição das lâmpadas existentes por lâmpadas LED, considerando o sistema de iluminação, o que traria uma economia de mais de 30% no gasto de energia, como pode ser observado em diversos estudos, além disso, foi proposto a instalação de sensores de presença nos ambientes com maior área. Já a proposta para melhoramento da envoltória foi substituir as janelas antigas por novas de vidro e sombreá-las com toldos, permitindo assim a ventilação, e a passagem da luz indireta. Também foi proposto a instalação de mantas térmicas de alumínio no telhado da edificação e a pintura das paredes externas com cores claras, o que dificultará a transferência de calor do ambiente externo para o interno. Essas propostas tornarão o edifício mais eficiente, causando assim a otimização dos recursos públicos e um menor impacto ao meio ambiente.

Além das soluções citadas acima, foi sugerido uma campanha para orientar as pessoas quanto ao uso de energia, pois o usuário do sistema também é responsável por gastos exagerados e incorretos de energia, sendo essencial a sua conscientização.

Ao fim do trabalho, confirma-se a importância de edificações que sejam eficientes energeticamente, presando sempre por um desenvolvimento sustentável, que possa atender as necessidades da geração atual sem comprometer as futuras.

## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 5413:1992: **Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria 163, de 08 de junho de 2009. Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**. Rio de Janeiro, 2009a. Disponível em: <<http://inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001462.pdf>>. Acesso em: 28 de agosto de 2017.

CAMARGO, F.; TEIVE, R. C. G. **Gerenciamento pelo lado da Demanda**. Itajaí: Univali, 2006.

DIAZ, C. J.; CZAJKOWSKI, J. D.; CARROCCI, L. R. Uso Eficiente de la Energia Electrica en Edificios Públicos: el caso del Bloque I de la FEGUNESP. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12., Fortaleza, 2008. Anais. Fortaleza: ANTAC, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Portaria 372, de 17 de setembro de 2010, requisitos técnicos da qualidade para o nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/rtac001599.pdf>> Acesso em: 28 de agosto de 2017.

LAMBERTS, R; CARLO, J. C. Parameters and methods adopted in the energy efficiency regulation for buildings –part 1: prescriptive method. **Revista Ambiente Construído**, v. 10, n. 2, p. 7-26, 2010.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA F. O. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997. 190pp.

PBE EDIFICA. RTQ-C, 2010. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas**. Disponível em: <[http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010\\_RTQ\\_Def\\_Edificacoes-C\\_rev01.pdf](http://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf)>. Acesso em: 28 ago. 2017.

PROCEL INFO. Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. **Edificações**. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DBD04}>>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

SAVOLAINEN, A. Hacia um Futuro Mejor. **Revista ABB**, p. 34-38, 2004.

US Report of the National Policy Development Group. Using energy wisely. Increasing Energy Conservation and Efficiency. In: Reliable affordable and environmentally sound energy for the American Future. Washington, may, 2001.