



AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÃO EDUCACIONAL CONFORME O RTQ-C

Renato Santos Freire Ferraz^{*1}, Rafael Santos Freire Ferraz², Brenda Leal Mota Santos¹, Patrick Laurient Cardoso Silva¹, Fábio da Conceição Cruz³, Aniel Silva de Morais⁴, Adjeferson Custódio Gomes^{1,4}

¹DCET – Universidade Estadual de Santa Cruz

²DEE – Universidade Federal de Campina Grande

³CCET – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

⁴FEELT – Universidade Federal de Uberlândia

Resumo - A ineficiência energética de edificações comerciais, públicas e de serviço é uma grande barreira para o desenvolvimento sustentável no Brasil. Para melhorar isso, faz-se necessária a classificação desses locais e, por conseguinte a sugestão de mudanças para a redução de consumo de energia sem prejudicar as atividades exercidas no ambiente. Com isso, buscou-se fazer o processo de etiquetagem de uma edificação localizada na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), no município de Ilhéus -Bahia, para determinar o nível de eficiência energética, com base no Regulamento técnico de qualidade (RTQ-C). A partir dos resultados obtidos, foi possível comprovar a utilização inadequada da energia elétrica no local avaliado e principalmente detectar pontos a serem melhorados para aumentar a eficiência dos edifícios.

Palavras-Chave - ar condicionado, Eficiência, iluminação, PROCEL.

EVALUATION OF THE ENERGY EFFICIENCY OF EDUCATIONAL BUILDING ACCORDING TO RTQ-C

Abstract - The energy inefficiency of commercial, service and public buildings is a major obstacle for sustainable development in Brazil. In order to mitigate this problem, it is necessary to classify these buildings and, consequently, it is possible to suggest changes to ensure the reduction of energy consumption without affecting the activities exercised in the place. The aim of this study was to make the labeling process of a State University of Santa Cruz (UESC) building situated Ilhéus, Bahia in order to determine the level of energy efficiency, based on the Technical Quality Regulation (RTQ-C). From the obtained results, it was possible to prove the inappropriate use of the electric energy in the evaluated place and it was possible to detect points to be improved to increase the

renatofferraz@gmail.com

efficiency of the buildings.

Keywords - air conditioning, Efficiency, lighting, PROCEL.

I. INTRODUÇÃO

Com a crise do petróleo na década de 70, a energia passou a receber tratamento explícito como insumo de essencial importância à vida econômica, resultando em uma maior preocupação governamental em considerar questões energéticas em seus programas e decisões [1]. Aliada a crise energética, iniciou-se nas últimas décadas, estudos relacionados a sustentabilidade, ou seja, maior preocupação ambiental. E sabe-se que muitas edificações brasileiras apresentam elevado índice de desperdício de energia, e segundo dados da Empresa de Pesquisa Energética (2012), o Brasil apresenta um consumo na classe residencial e comercial de 43,93% do total [2].

Com o intuito de reduzir o desperdício, ou seja, elevar a eficiência energética, aprovou-se em fevereiro de 2009, o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), visando a etiquetagem de edificações comerciais do país classificando pelo nível de eficiência. Vale ressaltar que essa avaliação se baseia em três requisitos: Eficiência e potência instalada do sistema de iluminação, eficiência do sistema de condicionamento de ar e o desempenho térmico da envoltória da edificação [3]. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos nessa área de eficiência energética utilizando o RTQ-C, como na referência [3], em que se utilizou redes neurais para classificar o consumo de energia em edificações. Já em [4], realizou-se a avaliação de eficiência de um edifício educacional no município de Palhoça. A partir dessa avaliação, é possível ter conhecimento de quais pontos de uma edificação apresentam baixos níveis de eficiência, facilitando o seu melhoramento.

Esse trabalho está dividido em definições de PROCEL e do RTQ-C, metodologia, resultados da análise da eficiência de um prédio educacional e conclusões.

II. PROCEL

Com o crescimento do setor elétrico brasileiro, surgiram preocupações relacionadas a eficiência energética, que almeja obter o melhor desempenho na produção de algum serviço, tendo um menor gasto de energia. Para isso, em 1985, foi criado o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). As ações do PROCEL contribuem para o aumento da eficiência dos bens e serviços, para o desenvolvimento de hábitos e conhecimento sobre o consumo eficiente da energia, além de postergarem os investimentos no setor elétrico, mitigando, assim, os impactos ambientais e sociais [5].

O PROCEL atua na parte de equipamentos, iluminação pública, poder público, indústrias, comércio e edificações. Este último, que é o foco do artigo, promove o uso eficiente de energia no setor de construção civil, em edificações residenciais, comerciais e públicas [5].

De acordo com o PROCEL, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais, comerciais, de serviço e públicas corresponde a aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no país. Com isso, é imprescindível a regulamentação e etiquetagem das edificações existentes.

III. REQUISITOS TÉCNICOS DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS (RTQ-C)

O RTQ-C, manual disponibilizado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), especifica requisitos técnicos e métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviço e públicos quanto à eficiência energética [6].

O processo de classificação leva em consideração a análise de 3 sistemas, são eles: envoltória, iluminação e condicionamento de ar (nesta análise não foi levado em consideração a parte de envoltória). Sendo que a avaliação das três etapas gera um nível de eficiência da edificação que vai de A (mais eficiente) até E (menos eficiente). Cada nível corresponde a um valor, chamado de equivalente numérico, mostrado na Tabela I.

Tabela 1: Equivalente numérico

Classificação	Equivalente numérico
A	1
B	2
C	3
D	4
E	5

Fonte: RTQ-C (2013, p. 16)

A. Iluminação

Para definir a eficiência energética da parte de iluminação dos edifícios, com base na potência instalada, foi utilizado o método dos lúmens, que consiste em determinar a quantidade de fluxo luminoso necessário para determinado recinto, baseado no tipo de atividade desenvolvida, cores das paredes e teto e do tipo de lâmpada escolhida [7].

Inicialmente, deve-se indicar qual atividade é exercida em cada ambiente da edificação. A partir desse conhecimento, é possível escolher a densidade de potência de iluminação limite (DPI_L) adequada em cada ambiente, para cada nível de classificação (A até E). Sendo que a DPI_L é como o limite máximo aceitável da razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores e a área do ambiente [6].

Depois disso, deve-se realizar um estudo da edificação a ser avaliada, para encontrar a potência instalada, a área de cada ambiente e fazer uma comparação com os valores limites para cada nível de classificação disponibilizado pelo RTQ-C. A partir dessa comparação é possível obter o nível de eficiência do edifício da parte de iluminação sem considerar os pré-requisitos.

Além da classificação de acordo com os limites de potência instalada, descrita anteriormente, é necessário analisar os critérios de controle do sistema de iluminação, que são os pré-requisitos.

O primeiro pré-requisito exige que cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto, deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna. Esse dispositivo deve ser facilmente acessível e localizado.

O segundo pré-requisito determina a existência de um controle instalado, manual ou automático, para acionamento independente de uma fileira que possui contribuição de luz natural, através de uma abertura para o ambiente externo.

O terceiro pré-requisito, aplicado apenas em ambientes internos maiores que $250m^2$, consiste em possuir um dispositivo de controle automático para o desligamento da iluminação. É importante ressaltar que quando o pré-requisito não se aplica ao ambiente, este é considerado como atendido.

Para que a edificação alcance nível A, na parte de iluminação, os três pré-requisitos devem ser atendidos, enquanto que para nível B, pelo menos o segundo e terceiro devem ser atendidos, enquanto que para nível C, pelo menos o terceiro pré-requisito deve ser cumprido. É possível visualizar o que foi descrito anteriormente na Tabela II.

Tabela 2: Análise dos pré-requisitos da iluminação

Nível pretendido	Divisão de circuitos	Contribuição da luz natural	Desligamento automático
A	X	X	X
B	X	X	
C	X		

B. Ar condicionado

Para classificação do nível de eficiência é obrigatório que o edifício possua sistema de condicionamento de ar com eficiência conhecida, ou seja, os condicionadores de ar analisados devem possuir avaliação de acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) e pelo INMETRO.

É preciso notar, que quando existe mais de um tipo de classificação dos equipamentos, deve-se encontrar o nível de eficiência de cada um e seus respectivos equivalentes numérico, semelhante ao presente na Tabela I, e ponderar pela capacidade dos seus sistemas, com o objetivo de estimar o

equivalente numérico final envolvendo todos equipamentos do edifício.

O sistema de condicionamento de ar precisa cumprir alguns pré-requisitos para que a classificação seja nível A, caso contrário o máximo que pode alcançar é nível B, a partir da avaliação descrita anteriormente. O primeiro pré-requisito exige que as unidades condensadoras devem estar sombreadas permanentemente e com ventilação adequada para não interferir em sua eficiência. Enquanto que o segundo exige uma espessura mínima para isolamento de tubulações para sistemas de refrigeração.

C. Bonificações

Com o objetivo aumentar o nível de classificação obtido pelas avaliações anteriores, existem as bonificações, que consistem em iniciativas que aumentem a eficiência da edificação. Essas iniciativas devem, efetivamente, proporcionar uma economia para a edificação, e podem ser citados como exemplos: sistemas ou equipamentos que racionalizem água, sistemas ou fontes renováveis, como a solar e eólica, sistema de cogeração e inovação técnica.

IV. METODOLOGIA

A avaliação do nível de eficiência energética do Pavilhão de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), conforme o RTQ-C. É importante ressaltar, que foi avaliada a parte de iluminação da instalação e do sistema de condicionamento de ar. Dessa forma, a partir dos resultados obtidos, foi possível determinar as medidas a serem tomadas para aumentar o nível de classificação e consequentemente, aumentar a eficiência energética da edificação.

Deve-se evidenciar que o estudo foi realizado através de inspeção visual da edificação e consulta a planta, que fornece informações como áreas e quantidade de ambientes. Além disso, é possível visualizar na Figura 1 a edificação avaliada no presente artigo.

Figura 1: Pavilhão de Ciências Exatas e Tecnológicas da UESC.



A. Iluminação

Deve-se notar, que o Pavilhão de Ciências Exatas e Tecnológicas, da UESC não pode ser avaliado a partir da utilização do método das áreas, com isso, será utilizado o método das atividades. Inicialmente, sabendo que todas as lâmpadas usadas no edifício são fluorescentes e possuem uma potência de 32 W e coletando informações como a quantidade

de lâmpadas por ambiente é possível obter os dados presentes na Tabela III.

Tabela 3: Análise da potência instalada total por ambiente

Ambiente	Reatores	Lâmpadas por reator	Perda por reator (W)	Potência total (W)	Área (m ²)
Colegiado	54	2	8,2	3898,8	246,4
Corredor	66	2	8,2	4765,2	504,5
Sala de aula	264	2	8,2	19060,8	1361,9
Laboratório de informática	96	2	8,2	6931,2	580,2
Laboratório de física	32	2	8,2	2310,4	165,1
Auditório	24	2	8,2	1732,8	126,0
Escada	6	2	8,2	433,2	135,3
Hall de entrada	30	2	8,2	2166	90,0
Banheiro	24	2	8,2	1732,8	129,1
Total				43031,2	3338,5

Ademais, consultando a Tabela 4.2 do RTQ-C, é possível obter as DPI_L para cada nível de classificação (de A até E), dos ambientes avaliados, de acordo com o tipo de atividade que é exercida em cada um deles (Tabela IV).

Tabela 4: Valor de DPI_L para cada ambiente

Ambiente	DPI _L - Nível A (W/m ²)	DPI _L - Nível B (W/m ²)	DPI _L - Nível C (W/m ²)	DPI _L - Nível D (W/m ²)
Auditório	8,5	10,2	11,9	13,6
Laboratório	10,2	12,2	14,2	16,3
Sala de aula	10,2	12,2	14,2	16,3
Banheiro	5,0	6,0	7,0	8,0
Escada	7,4	8,8	10,3	11,8
Circulação Corredor e hall de entrada)	7,1	8,5	9,9	11,3
Escritório (Colegiado)	11,9	14,2	16,6	19,0

Dessa forma, para classificar cada ambiente, de acordo com a potência instalada, deve-se multiplicar o valor de DPI_L de cada ambiente, pela sua respectiva área, consequentemente, obtém-se a potência máxima para cada nível de classificação.

B. Ar condicionado

Para fazer a avaliação do nível de eficiência do sistema de ar condicionado, realizou-se o levantamento da quantidade de equipamentos presentes em cada ambiente, e sua respectiva classificação de acordo com o PBE e pelo INMETRO, como está presente na Tabela V. Ademais, caso os equipamentos utilizados na edificação possuam níveis de eficiência distintos,

é necessária uma ponderação da classificação pela capacidade dos mesmos.

Tabela 5: Dados do sistema de ar condicionado

	Aparelhos de 60000 Btu/h	Aparelhos de 18000 Btu/h
Nível	C	D
Número de equipamentos	54	9

V. RESULTADOS

Com base no RTQ-C, foi realizado um estudo detalhado do sistema de iluminação e de ar condicionado do Pavilhão de Ciências Exatas e Tecnológicas da UESC, em relação ao nível de eficiência energética.

A. Iluminação

Em relação ao sistema de iluminação, é possível observar, nas Tabelas VI a XIV, o cálculo para determinação do nível de eficiência dos ambientes avaliados, a partir do conhecimento da DPI_L para cada nível de classificação.

Tabela 6: Determinação do nível de eficiência do colegiado de acordo com a potência instalada

	A	B	C	D
Total instalado (W)	3898,8			
Área (m ²)	246,4			
DPI Limite (W/m ²)	11,9	14,3	16,7	19,0
Área x DPI Limite (W)	2932,4	3518,9	4105,4	4691,8
Classificação do ambiente	C			

Tabela 7: Determinação do nível de eficiência do corredor de acordo com a potência instalada

	A	B	C	D
Total instalado (W)	4765,2			
Área (m ²)	504,5			
DPI Limite (W/m ²)	7,1	8,5	9,9	11,4
Área x DPI Limite (W)	3582,0	4298,4	5014,8	5731,2
Classificação do ambiente	C			

Tabela 8: Determinação do nível de eficiência da sala de aula de acordo com a potência instalada

	A	B	C	D
Total instalado (W)	19060,8			
Área (m ²)	1361,9			
DPI Limite (W/m ²)	10,2	12,2	14,3	16,3

Área x DPI Limite (W) 13891,5 16669,8 19448,1 22226,4

Classificação do ambiente C

Tabela 9: Determinação do nível de eficiência do laboratório de informática de acordo com a potência instalada

	A	B	C	D
Total instalado (W)	6931,2			
Área (m ²)	580,2			
DPI Limite (W/m ²)	10,2	12,2	14,3	16,3
Área x DPI Limite (W)	5917,8	7101,4	8285,0	9468,5
Classificação do ambiente	B			

Tabela 10: Determinação do nível de eficiência do laboratório de física de acordo com a potência instalada

	A	B	C	D
Total instalado (W)	2310,4			
Área (m ²)	165,1			
DPI Limite (W/m ²)	10,2	12,2	14,3	16,3
Área x DPI Limite (W)	1683,8	2020,6	2357,3	2694,1
Classificação do ambiente	C			

Tabela 11: Determinação do nível de eficiência do auditório de acordo com a potência instalada

	A	B	C	D
Total instalado (W)	1732,8			
Área (m ²)	126,0			
DPI Limite (W/m ²)	8,5	10,2	11,9	13,6
Área x DPI Limite (W)	1070,9	1285,1	1499,3	1713,5
Classificação do ambiente	E			

Tabela 12: Determinação do nível de eficiência da escada de acordo com a potência instalada

	A	B	C	D
Total instalado (W)	433,2			
Área (m ²)	135,3			
DPI Limite (W/m ²)	7,4	8,9	10,4	11,8
Área x DPI Limite (W)	1001,2	1201,5	1401,7	1602,0
Classificação do ambiente	A			

Tabela 13: Determinação do nível de eficiência do hall de entrada de acordo com a potência instalada

		A	B	C	D
Hall de entrada	Total instalado (W)	2166,0			
	Área (m ²)	90,0			
	DPI Limite (W/m ²)	7,1	8,5	9,9	11,4
	Área x DPI Limite (W)	639,0	766,8	894,6	1022,4
Classificação do ambiente		E			

Tabela 14: Determinação do nível de eficiência dos banheiros de acordo com a potência instalada

		A	B	C	D
Banheiro	Total instalado (W)	1732,8			
	Área (m ²)	129,1			
	DPI Limite (W/m ²)	7,4	8,9	10,4	11,8
	Área x DPI Limite (W)	955,0	1146,1	1337,1	1528,1
Classificação do ambiente		E			

A partir dos valores por ambiente, deve-se realizar o somatório das potências instaladas e do produto da DPI_L com as áreas de cada localidade, para poder determinar o nível de eficiência da edificação, presente na Tabela XV.

Tabela 15: Determinação do nível de eficiência total de acordo com a potência instalada

		A	B	C	D
Total	Total instalado (W)	43031,2			
	Σ área x Dpi limite (W)	31034,7	37241,6	39343,2	44963,7
Classificação do edifício		D			

Fica evidente, analisando a Tabela XIV, que a partir de uma avaliação através do método das atividades, que o local estudado é não emprega a energia elétrica de maneira eficiente, obtendo uma classificação nível D.

Outrossim, é necessário observar o atendimento ou não dos pré-requisitos determinados pelo RTQ-C, que são: divisão de circuitos, contribuição de luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação. Dessa forma, a classificação de cada ambiente, presente na Tabela XVI, deve atender aos critérios estabelecidos na Tabela II.

Tabela 16: Determinação do nível de eficiência dos ambientes de acordo com os pré-requisitos

Ambiente	Divisão de circuitos	Contribuição da luz natural	Desligamento automático	Classificação
Colegiado	Atende	Não atende	Não aplicável	C
Corredor	Atende	Não aplicável	Não aplicável	A

Ambiente	Atende	Não atende	Não aplicável	Classificação
Sala de aula	Atende	Não atende	Não aplicável	C
Laboratório de informática	Atende	Não atende	Não aplicável	C
Laboratório de física	Atende	Não atende	Não aplicável	C
Auditório	Atende	Não atende	Não aplicável	C
Escada	Atende	Não aplicável	Não aplicável	A
Banheiro	Atende	Não atende	Não aplicável	C
Hall de entrada	Atende	Não atende	Não aplicável	C

Finalmente, considerando a avaliação de acordo com a potência instalada e levando em consideração os pré-requisitos, é possível obter o nível de classificação do sistema de iluminação do Pavilhão de Ciências exatas e Tecnológicas, da UESC (Tabela XVII).

Tabela 17: Nível de eficiência do sistema de iluminação do local avaliado

Ambiente	Classificação do ambiente	EqNum	Potência total instalada (W)	Potência x EqNum
Colegiado	C	3	3898,8	11696,4
Corredor	A	5	4765,2	23826,0
Sala de aula	C	3	19060,8	57182,4
Laboratório de informática	C	3	6931,2	20793,6
Laboratório de física	C	3	2310,4	6931,2
Auditório	C	3	1732,8	5198,4
Escada	A	5	433,2	2166,0
Banheiro	C	3	1732,8	5198,4
Hall de entrada	C	3	2166,0	6498,0
Total			43031,2	139490,4
Ponderação			3,2	
Classificação			C	
Equivalente numérico			3,2	

Analisando a Tabela XVII, observa-se a ineficiência energética do edifício avaliado, em relação à iluminação, já que este obteve um nível de C, de acordo com o PROCEL Edifica.

Uma maneira de elevar o nível de classificação, em relação à iluminação, consiste na substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, isso porque, de acordo com [8], as lâmpadas LED possuem uma maior eficiência (35,55 $lm.W^{-1}$) em relação às lâmpadas fluorescentes (21,06 $lm.W^{-1}$). Além disso, para o estudo de caso realizado em [9] o retorno financeiro gerado pela substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED é de aproximadamente 10 meses e meio.

B. Ar condicionado

Para avaliação do nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar foi inicialmente verificada a

classificação dos equipamentos segundo o PBE do INMETRO.

No edifício analisado, observou-se a presença de 54 equipamentos de 60000 btu/h, com classificação nível C, e 9 equipamentos de 18000 btu/h, com classificação nível D. A partir dessas informações, foi possível obter o nível de eficiência da edificação, em relação ao sistema de condicionamento de ar, presente na Tabela XVIII.

Tabela 18: Classificação do nível de eficiência do sistema de ar condicionado

	Aparelhos de 60000 Btu/h	Aparelhos de 18000 Btu/h	Total
Nível	C	D	-
EqNum	3	2	-
Número de equipamentos	54	9	63
Potência total (btu/h)	3240000	162000	3402000
Ponderação	0,95	0,05	-
Ponderação* EqNum	2,86	0,10	2,95
Classificação			C

A partir da Tabela XVIII, evidencia-se a ineficiência do sistema de condicionamento de ar prédio, que obteve uma classificação nível C, de acordo com o RTQ-C. Deve-se ressaltar, que pelo fato do nível de eficiência obtido ser inferior ao nível A, torna-se desnecessário a avaliação dos pré-requisitos.

C. Bonificações

O local avaliado não possui nenhum tipo de iniciativa que aumente a eficiência da edificação, em relação ao sistema de iluminação e condicionamento de ar, como fontes renováveis de energia e sistemas de cogeração e inovação técnica ou de sistemas. Dessa forma, a classificação geral da edificação permanece inalterada

É importante ressaltar que para elevar o nível de classificação da eficiência energética do edifício, é necessário seja inserido sistemas ou fontes renováveis de energia, como energia eólica ou fotovoltaica, que proporcionem uma economia mínima de 10% no consumo anual de energia. Além disso, outra possibilidade consiste em sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas, que aumentem a eficiência energética da edificação e proporcionem uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica.

VI. CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados apresentados no presente trabalho, ficou evidente a baixa eficiência energética do edifício avaliado. Em relação à iluminação é ideal a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED, além da adequação da potência instalada por ambiente com base na sua respectiva densidade de potência de iluminação limite, informada pelo RTQ-C.

Ademais, para os ambientes com aberturas voltadas para o ambiente externo, é importante que exista uma fileira de luminárias paralelas à abertura com controle instalado

(manual ou automático) para acionamento independente das lâmpadas. Com isso, torna-se possível o aproveitamento da luz natural com o objetivo de economizar energia elétrica. Além disso, em ambientes maiores que 250 m² recomenda-se a utilização de um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação, para promover uma redução da quantidade de lâmpadas acesas sem necessidade.

Por outro lado, em relação ao sistema de ar condicionado, sugere-se inicialmente que os aparelhos sejam substituídos por outros com classificação nível A, de acordo com as tabelas do PBE.

Por conseguinte, todas as medidas, citadas anteriormente, elevam consideravelmente o nível de classificação de eficiência energética na parte de condicionamento de ar e iluminação, com base nos critérios estabelecidos pelo RTQ-C. Concomitantemente, a partir dessas medidas há uma economia considerável no consumo de energia elétrica anual.

REFERÊNCIAS

- [1] DIAS, A. B. **Crise energética e a perspectiva de aumento da dependência tecnológica.** Revista Brasileira de Economia. 38, 1984.
- [2] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Consumo Anual de Energia Elétrica por classe (nacional).** Disponível em <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-Anual-de-Energia-Eletrica-por-classe-nacional>> Acesso em 03 de agosto de 2018.
- [3] MELO, A. P. **Desenvolvimento de um método para estimar o consumo de energia de edificações comerciais através da aplicação de redes neurais.** Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.
- [4] CARVALHO, C. R.; FONSECA, R. W.; GALAFASSI, M.; CARTANA, R. P. **Avaliação de eficiência energética de um edifício educacional no município de Palhoça utilizando o regulamento técnico da qualidade para edifícios comerciais, de serviço e públicos.** XIII Encontro Nacional de Tecnologia de Ambiente Construído, 2010.
- [5] PROCEL INFO. **O Programa.** Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/main.asp_> Acesso em 21 de julho de 2018.
- [6] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **RTQ-C: Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicos.** Brasil: Eletrobras, 2013.
- [7] LUZ, J, M. **Luminotécnica.** Disponível em: <<http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Livros/Luminotecnica.pdf>> Acesso em 21 de julho de 2018.
- [8] SANTOS, T, S; BATISTA, M, C; POZZA, S, A; ROSSI, L, S. **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais.** Eng Sanit Ambient, Rio de Janeiro, v.20, n.4, p.595-601, 2015.
- [9] ZANIN, A; BAGATINI, F, M; BARICHELLO, R; TIBOLA, A. **Análise do Custo x Benefício na troca de Lâmpadas Convencionais por Lâmpadas LED: O Caso de uma Universidade Comunitária do Sul do Brasil.** In: XXII Congresso Brasileiro de Custos, Foz do Iguaçu, 2015.