

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA ESCOLA DE ENSINO BÁSICO ELISEU NOBERTO, EM DELMIRO GOUVEIA-AL

Aline Maria Pereira Nogueira (alinenogueira_arq@yahoo.com.br); Gabriel Souza Cavalcante (gabriel10cavalcante@gmail.com); Karla Juliana Cordeiro Costa (karlarampjuliana@gmail.com); Leonam Barbosa Reis (leobarbosareis3008@gmail.com); Thauany Alves Pastor (pastorthauany@gmail.com)

Universidade Federal de Alagoas (UFAL) - Brazil

Palabras clave: Método de Áreas, Eficiência Energética, Ambiente Escolar

A certificação energética proporcionou investimentos em pesquisas e estudos que buscavam melhorar o aproveitamento dos mananciais, minimizando ao máximo o uso desnecessário de energia artificial, garantindo conforto ao meio ambiente. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar o ambiente da Escola Básica de Ensino Eliseu Norberto e sua eficiência energética no âmbito da iluminação e ar condicionado, de acordo com o Regulamento Técnico de Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. (RTQ-C).

A escola está situada na cidade de Delmiro Gouveia, pertence à região semiárida do estado de Alagoas e apresenta clima quente e seco. Caracterizada como estudo de caso, esta pesquisa utiliza o método de áreas, a fim de examinar o desempenho por meio da área de todas as salas adicionadas da edificação, segundo o RTQ-C, com a ajuda do software WebPrescritivo, além de in loco análise, tendo como fundamentação teórica Carlo & Lamberts (2010) e Santos, da Costa & Barros (2014).

Desta forma, a Escola Básica de Ensino Eliseu Norberto em Delmiro Gouveia - Alagoas, nos parâmetros de iluminação e ar condicionado, possui nível de eficiência energética B.

1. INTRODUÇÃO

A certificação energética é um modelo utilizado por diversos países, dentre eles o Brasil, que se uniu a esse grupo com a participação do Inmetro e do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE).

Para atender a primeira lei de eficiência energética no Brasil, nº 10.295, que estabelece níveis de eficiência em todo país, em fevereiro de 2009, esse programa lançou o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e estabeleceu os parâmetros para a definição do nível de eficiência de um edifício e posterior fornecimento da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) (CARLO&LAMBERTS, 2010).

Diante disso, a indispensável cultura sustentável proporcionou investimento em pesquisas e estudos que procurassem melhorar o uso das fontes de energia. Desta forma, a engenharia civil atende ao cliente de modo que minimize ao máximo qualquer uso desnecessário de energia artificial, garantindo conforto ao ambiente.

Nessa perspectiva, o presente artigo tenciona observar o ambiente da escola de Ensino Básico Eliseu Norberto e averiguar sua eficiência energética nos âmbitos de iluminação e condicionamento de ar, no intuito de analisar, através do Método das Áreas, de acordo com o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) os níveis energéticos apresentados pela escola.

2. METODOLOGIA

A escolhida foi a Escola de Ensino Básico Eliseu Norberto que está situada na cidade de Delmiro Gouveia, pertencente da região semiárido do Estado de Alagoas e apresentando assim clima quente e seco. Segundo o Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ABNT, 2003), evidencia-se que Delmiro Gouveia pertence a Zona 7^ª (SANTOS, BARROS & COSTA, 2014).

Na escola foi aplicado o Método das Áreas para o sistema de iluminação com o objetivo de analisar a eficiência energética, por meio disso, examina-se o desempenho através da área de todos os cômodos somados da edificação. Dessa forma, se avalia edificações que possuam até três funções ou uma das funções com pelo menos 30% da área em sua totalidade.

O cálculo da eficiência energética, no caso da Escola de Ensino Básico Eliseu Norberto, foi realizado segundo o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas, por meio do software WebPrescritivo. Com isso, se realiza os procedimentos listados abaixo:

- a. Identificar a função da edificação, nas condições já citadas, de acordo com o RTQ – C;
- b. Determinar a área iluminada;
- c. Calcular a potência limite do edifício através da multiplicação da área iluminada do edifício pela densidade de potência de limite (DPIL);
- d. Determinar a eficiência através do comparativo entre a potência total instalada no edifício e a potência limite;
- e. Logo em seguida deve-se ter a verificação do atendimento dos Pré-requisitos em todos ambientes de acordo com RTQ-C.

No intuito de determinar do nível de eficiência de um sistema de condicionamento de ar é necessário conhecer e cumprir alguns pré-requisitos, para que desta maneira se enquadrem no nível de eficiência A. Esses requisitos são fornecidos pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas.

Tabela 1. Espessura mínima (cm) de isolamento de tubulações para sistemas de aquecimento

Faixa de Temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento		Diâmetro nominal da tubulação (mm)				
	Condutividade térmica (W/mK)	Temperatura de ensaio (°C)	< 25	25 a <40	40 a <100	100 a <200	≥ 200
T ≥ 177	0,046 a 0,049	121	6,4	7,6	7,6	10,2	10,2
122 < T < 177	0,042 a 0,046	93	3,8	6,4	7,6	7,6	7,6
94 < T < 121	0,039 a 0,043	66	3,8	3,8	5,1	5,1	5,1
61 < T < 93	0,036 a 0,042	52	2,5	2,5	2,5	3,8	3,8
41 < T < 60	0,032 a 0,040	38	1,3	1,3	2,5	2,5	2,5

Fonte: RTQ-C

Tabela 2. Espessura mínima (cm) de isolamento de tubulações para sistemas de refrigeração.

Faixa de Temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento		Diâmetro nominal da tubulação (mm)				
	Condutividade térmica (W/mK)	Temperatura de ensaio (°C)	< 25	25 a <40	40 a <100	100 a <200	≥ 200
4 < T < 16	0,032 a 0,040	24	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
T < 4	0,032 a 0,040	10	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0

Fonte: RTQ-C

Para obtermos a classificação do nível de eficiência, é obrigatório que os edifícios condicionados artificialmente possuam sistemas de condicionamento de ar com eficiência conhecida. No caso do nosso objeto de estudo foi analisada a eficiência através de condicionadores de ar que foram averiguados pelo PBE/INMETRO e que estão de acordo com as normas brasileiras. Depois foi feita a análise da marca e do modelo, concluimos que as eficiências energéticas dos condicionadores de Ar estão de acordo com as informações fornecidas pelo INMETRO, obtendo os seguintes dados: capacidade de refrigeração nominal em (BTU/h); eficiência energética e o tipo de etiqueta.

Assim, como o cálculo de eficiência energética de iluminação utilizamos o Software de WebPrescritivo para o cálculo de eficiência energética de condicionamento de Ar, utilizamos o mesmo mecanismo somado aos dados obtidos no site da INMETRO.

3. ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

De acordo com o RTQ-C a identificação da função do edifício e de suas densidades de potência nos níveis A, B e C, são:

Tabela 1. Identificação da função do edifício e densidades de potência

Função do edifício	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m ² (Nível D)
Escola/universidade	10,7	12,3	13,9	15,5

Fonte: RTQ-C

A quantidade de lâmpada e ar condicionados foi contabilizada in loco e as especificações foram analisadas através da etiqueta do Inmetro presente no equipamento. Estes dados estão presentes na Tabela 2.

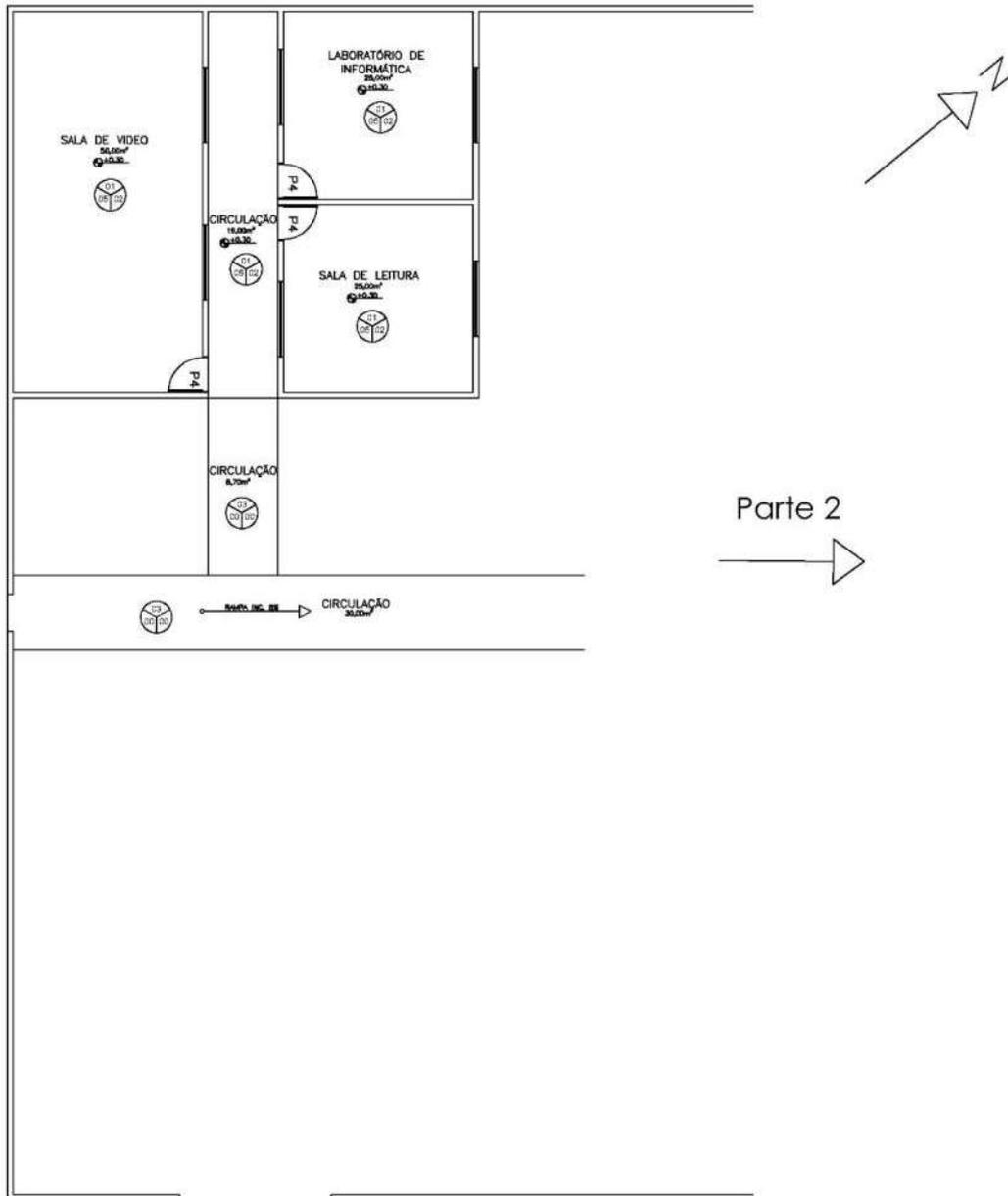
Tabela 2 – Quantidade e especificações dos equipamentos da Escola de Ensino Básico Eliseu Norberto

Equipamento	Especificações	Quantidades
Lâmpada fluorescente	Potência 15V	65
Lâmpada incandescente	Potência 40V	4

Fonte: Autores

Nota-se que a escola ainda faz uso de lâmpadas incandescentes, que apresentam um consumo elevado em comparação com a fluorescente, apesar de estar em menor quantidade que as fluorescentes. Além disso, não é feito uso de lâmpadas de led como pode ser observado na tabela acima. Este tipo de lâmpada tem um custo maior de aquisição, porém o consumo de energia é muito baixo em relação com as outras duas alternativas já utilizadas além de ter uma vida útil maior e ser feita de um material mais resistente que o vidro, assim, também oferece maior segurança em casos de acidentes (como ser atingida por um objeto, por exemplo).

As áreas de cada cômodo estão presentes na planta baixa do edifício.



QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES

LEGENDA

PISO

PAREDE

TETO

TIPO	LARGURA	ALTURA	MATERIAL
P1	0,55	1,50	madeira
P2	0,70	2,10	madeira
P3	0,80	2,10	madeira
P4	0,90	2,10	madeira
P5	0,90	1,50	PVC

QUADRO DE PORTAS

TIPO	LARGURA	ALTURA	MATERIAL
P1	0,55	1,50	madeira
P2	0,70	2,10	madeira
P3	0,80	2,10	madeira
P4	0,90	2,10	madeira
P5	0,90	1,50	PVC

QUADRO DE ESPECIFICAÇÕES

LEGENDA

PISO

PAREDE

TETO

TIPO	LARGURA	ALTURA	MATERIAL
P1	0,55	1,50	madeira
P2	0,70	2,10	madeira
P3	0,80	2,10	madeira
P4	0,90	2,10	madeira
P5	0,90	1,50	PVC

QUADRO DE PORTAS

TIPO	LARGURA	ALTURA	MATERIAL
P1	0,55	1,50	madeira
P2	0,70	2,10	madeira
P3	0,80	2,10	madeira
P4	0,90	2,10	madeira
P5	0,90	1,50	PVC

ESCOLA ELISEU NOBERTO
 ÁREA TOTAL DO TERRENO: 1.525,91M²
 ÁREA CONSTRUÍDA: 1.036,33M²
 Fonte: Prefeitura Municipal de Delmiro Gouveia - AL
 Ano: 2018
 ESCALA: 1/250

Figura 1. Planta Baixa Parte 1, Delmiro Gouveia – AL

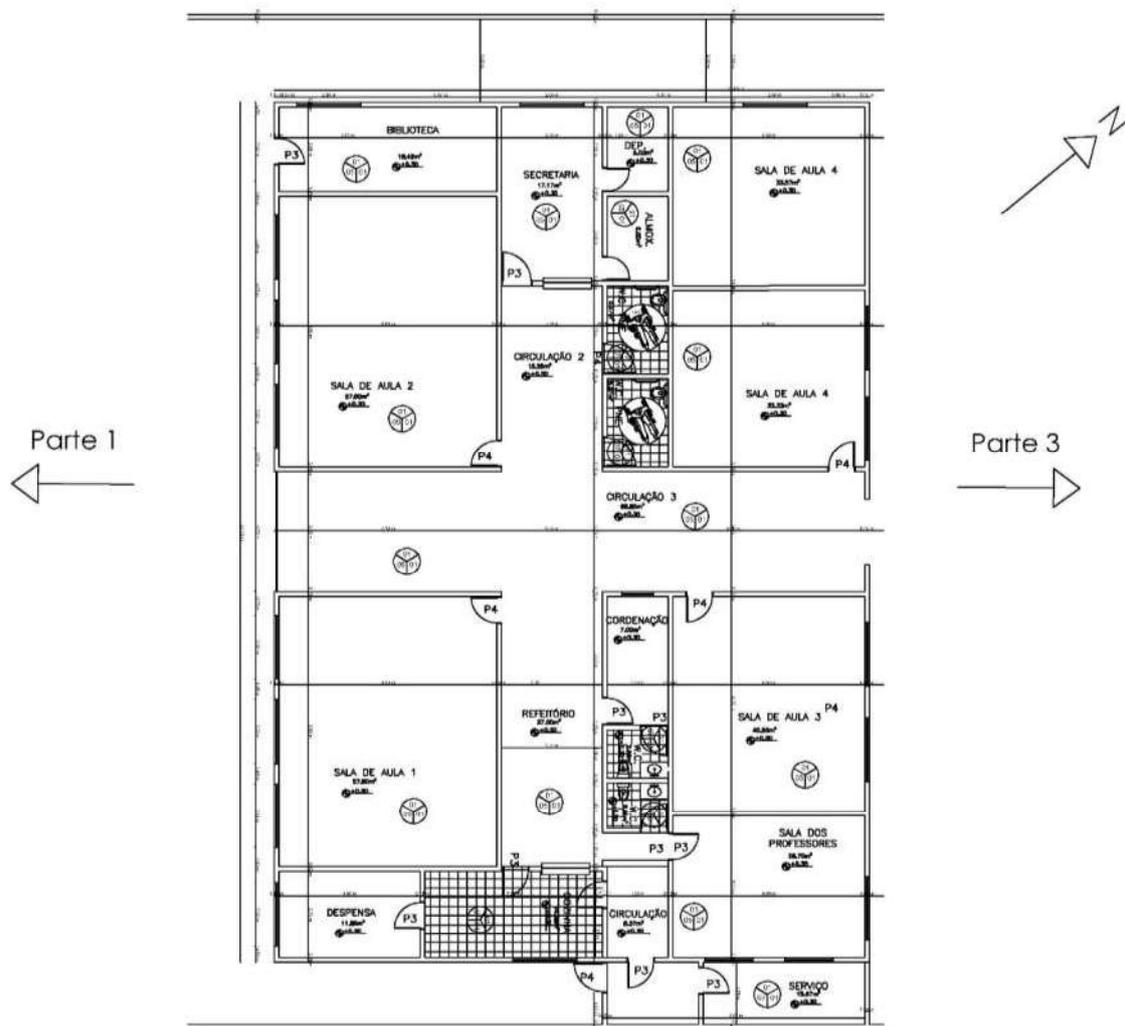


Figura 2. Planta Baixa Parte 2, Delmiro Gouveia – AL

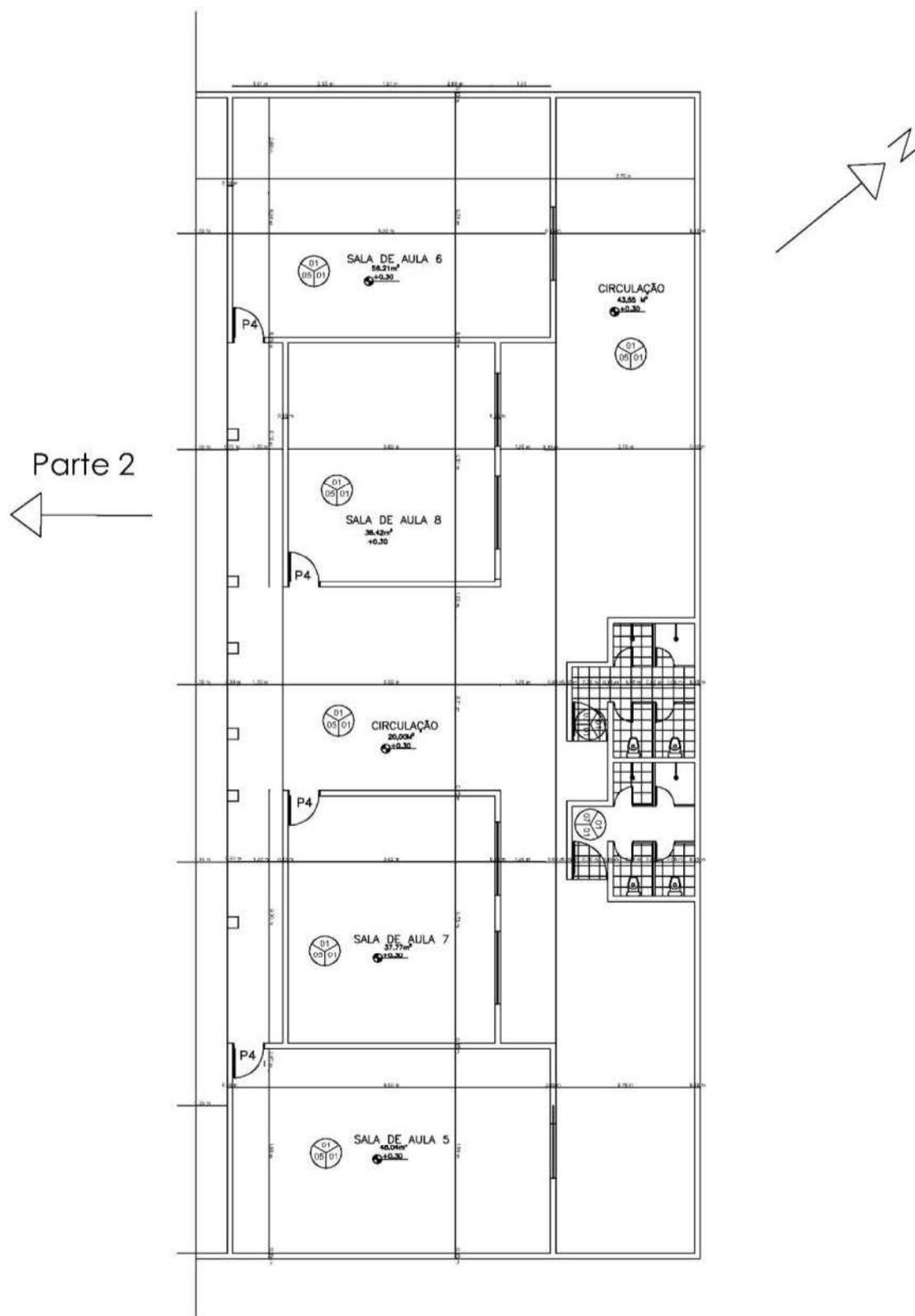


Figura 3. Planta Baixa Parte 3, Delmiro Gouveia – AL

Além disso, as áreas necessárias para utilização do software WEBPrescritivo foram obtidas através da planta baixa disponibilizada pela Prefeitura de Delmiro Gouveia e da averiguação in loco. Os dados de entrada utilizados no software constam na tabela abaixo:

Tabela 4. Dados de entrada para o WebPrescritivo (Método das áreas)

Cômodo	Área (m ²)	Potência	Contribuição da luz natural	Desligamento automático
Banheiro Feminino 1	8	30	Não atendem	Não se aplica
Banheiro Masculino 1	8	30		
Sala De Aula 1	57,8	90	Atendem	
Sala De Aula 2	57,8	105		
Sala De Aula 3	40,5	75		
Sala De Aula 4	66,9	30		
Sala De Aula 5	48,04	60		
Sala De Aula 6	56,21	60		
Sala De Aula 7	37,77	60		
Sala De Aula 8	36,42	75		
Sala Dos Professores + WC	29,55	30	Não atendem	
Coordenação + Wc	9,85	30	Não se aplica	
Banheiro para Deficiente Masculino	5,27	40	Não se aplica	
Banheiro para Deficiente Feminino	5,27	40	Não se aplica	
Laboratório De Informática	25	45	Não atendem	
Sala De Leitura	25	15		
Secretária + Almojarifado + Depósito	27,2	60		
Biblioteca	18,42	40	Não se aplica	
Cozinha + Dispensa + Serviço	42,53	60		
Sala De Vídeo	50	60	Não atende	
Circulação 1	19	45		
Circulação 2	15,25	30		
Circulação 3	68,85	60		
Refeitório	27,00	30		

Fonte: Autores

Verificou-se que nas salas que eram favorecidas pela iluminação natural, as lâmpadas eram ligadas todas de uma só vez. Uma solução seria ajustar a instalação elétrica destas salas para que, de acordo com diminuição da iluminação natural, a iluminação artificial fosse sendo regulada ascendendo lâmpadas gradativamente. Desta forma a iluminação seria economicamente mais adequada.

Após análise do software, a etiqueta gerada foi B.

Para a análise do sistema de condicionamento de ar foram usados como dados de entrada para o WebPrescritivo os seguintes dados:

Tabela 5. Dados de entrada para o WebPrescritivo (Método)

Ambiente	Nº de unidades	Tipo	Capacidade (BTU/h)	Eficiência (W/W)
Sala dos professores	1	Split	9000	3.21
Sala de vídeo	2	Split	7000	3.21
Sala de leitura	1	Split	7000	3.21

Fonte: Autores, Inmetro

Analisados os dados, a etiqueta resultante foi B.

4. CONCLUSÕES

A partir do que foi apresentado, vemos a importância da certificação energética como forma de melhorar as fontes de uso de energia. Diante disso, ao avaliar Escola de Ensino Básico Eliseu Norberto observamos que no âmbito de iluminação e condicionamento de ar a escola se enquadra no nível B, pois ela possui divisão de circuitos, garantindo um controle do sistema de iluminação interna do ambiente assim como também apresenta iluminação natural, pois existem aberturas que proporcionam a entrada de luz natural, porém a escola não satisfaz no requisito de desligamento automático do sistema de iluminação, uma vez que ela não possui um mecanismo de controle automático da iluminação.

5. REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010. Aprova e regulamenta a revisão dos Requisitos Técnicos da qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ).
- CARLO, J. C.; LAMBERT, R. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 7-26, abr./jun.2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ac/v10n2/a01.pdf>. Acesso em 15 de março de 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL-INMETRO. Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas: comercial, de serviço e público. Disponível em: http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Port372-2010_RTQ_Def_Edificacoes-C_rev01.pdf. Acesso em março de 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL-INMETRO. Manual para aplicação RTQ-C. Disponível em: http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual_20170411_Notas_T%C3%A9cnicas%2BCapa.pdf. Acesso em março de 2018.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL-INMETRO. Programa brasileiro de etiquetagem eficiência energética - condicionadores de ar split hi-wall com rotação fixa. Disponível em http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores_ar_split_hiwall
- [_indicenovo.pdf](#). Acesso em março de 2018.
- PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM. O que é etiquetagem de edifícios?. Disponível em http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/passos-a-passos_9.pdf. Acesso em março de 2018.
- SANTOS, K. P.; DA COSTA, G.M.; BARROS, B. R. Conforto ambiental em instituições de ensino: análise do campus do sertão da UFAL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15. 2014, Maceió
- Anais eletrônicos... Maceió: 2014, INFOHAB. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_552.pdf. Acesso em 15 de março de 2018.

6. AGRADECIMENTOS

Dedicamos este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em nossas vidas, aos nossos pais por não medirem esforços em nos ajudar, aos nossos amigos por todo o apoio, e a nossa orientadora Aline Maria Pereira Nogueira por nos auxiliar e confiar em nossas capacidades.