

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS PÚBLICOS: UM ESTUDO DE CASO NA SEDE DO DETRAN/ES

Pahola Luriane da Silva (1); Érica Coelho Pagel (2)

(1) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, FAESA, pahola.piona@gmail.com

(2) Arquiteta Doutora, Professora da Unidade de Arquitetura e Urbanismo, FAESA, erica.coelho@faesa.com
FAESA Centro Universitário, Unidade de Arquitetura e Urbanismo, Av. Vitória, 2220, Monte Belo, Vitória, ES. Cep: 29053-360 Tel.: (27) 2122-4100

RESUMO

As edificações têm um significativo papel na representação do consumo de energia de um país. Especificamente, os edifícios públicos são responsáveis por 8% desse consumo total. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica, em 2016, foi registrado um gasto de aproximadamente 14.099,30 GWh/ano neste setor, o que justifica a importância do estudo dos edifícios públicos assim como a proposição de medidas preventivas na redução dessa despesa. Os Programas de etiquetagem do Selo Procel Edifica e a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia - ENCE são exemplos de certificações nacionais criadas para classificar de forma ágil e simplificada a eficiência energética das edificações. Essa pesquisa objetivou avaliar o nível de eficiência energética da sede do Departamento Estadual de Trânsito do Estado do Espírito Santo – DETRAN, considerando as condições atuais e sob propostas de intervenções na edificação. Foi utilizada a ferramenta *Web Prescritivo* e a classificação da ENCE, considerando a envoltória, sistemas de ar condicionado e iluminação para as condições atuais. Os resultados mostram que o referido edifício público construído em 1973 e representativo de muitos modelos construtivos datados no mesmo período, obteve uma avaliação de eficiência energética nível E no sistema da envoltória, principalmente devido ao ganho de calor pelo material utilizado na cobertura. A proposta de manta de lã de vidro entre as telhas existentes e o uso de forro já eleva a classificação desse sistema para o nível mais alto de desempenho energético, o que mostra a viabilidade de ações de *retrofit* em estruturas existentes ao contrário da tendência de descarte de vários edifícios, principalmente de uso público, recorrente nas cidades brasileiras.

Palavras-chave: Eficiência Energética, Edificações Públicas, Procel Edifica.

ABSTRACT

Buildings play a significant role in representing a country's energy consumption. Specifically, public buildings account for 8% of total consumption. According to the National Electric Power Agency, in 2016 the recorded expense was approximately 14.099,30 GWh / year in this sector, which explains the importance of studying public buildings as well as propositions of preventive measures to reduce this expense. The stamp labeling programs Procel Build and National Energy Conservation Label - ENCE are examples of national certifications designed to classify in a quick and simple fashion the energy efficiency of buildings. This research aimed to assess the energy efficiency level of the headquarters of the State Traffic Department of the state of Espírito Santo - DETRAN considering current and proposed interventions under the building conditions. The Web Prescriptive tool was used, as well as the classification of ENCE, considering the surroundings, air conditioning systems and lighting for the current conditions. The results show that said public building, built in 1973 and representative of many constructive models dated the same period, obtained a level "E" energy efficiency assessment on the envelope system, mainly due to the gain of heat due to the material used on the roof. The proposed glass wool blanket between existing tiles and the use of lining already raises the rating of this system to the highest level of energy performance, which shows the feasibility of retrofit actions on existing structures as opposed to the trend of disposing of several buildings, especially public ones, recurrent in Brazilian cities.

Keywords: Energy Efficiency, Public Buildings, Procel Build.

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento do consumo de energia elétrica no mundo como consequência do acelerado desenvolvimento econômico dos países e os conhecidos impactos ambientais causados pela geração de energia, impulsionaram ações globais visando novas formas de geração e, principalmente, medidas para a redução do consumo. No Brasil, um dos últimos episódios de preocupação com a racionalização da energia elétrica surgiu depois da grave crise energética ocorrida em 2001, ocasionada pela falta de planejamento no setor elétrico aliado a questões ambientais. Dessa forma, o governo precisou traçar novos planos para geração e uso da energia (MENKS, 2004). Diante desse cenário, foi promulgada a Lei da Eficiência Energética nº 10.295 em 17 de outubro de 2001 que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação de Energia (BRASIL, 2001).

Nesse contexto, as edificações têm significativa representação no consumo de energia do país. Segundo Procel Info (2006a), as edificações comerciais, residenciais, de serviços e públicas correspondem a 50% da demanda energética nacional. Dentro desse percentual, as edificações públicas são responsáveis por 8% do consumo total (PROCEL INFO, 2006c). Cabe destacar que, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (2016), o poder público consumiu aproximadamente 14.099,30 GWh/ano em 2016.

A busca pela eficiência energética em prédios públicos evidencia-se, pois, além da sua relevante contribuição para os gastos com energia elétrica no Brasil, o governo desempenha um papel importante na implantação de políticas públicas e na indução de mercado (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2011). De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (2014, p.5), o conceito de eficiência energética na arquitetura pode ser definir “[...] como um atributo inerente a edificação representante de seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo energético”. Esses autores ainda explicam que a principal causa da demanda energética em edificações públicas é em decorrência do uso de aparelhos de condicionamento de ar, o qual representa 48% do total do consumo de energia elétrica da edificação. Em segundo lugar está o sistema de iluminação, responsável por 23%. Portanto, o setor público mostra-se com um grande potencial para economia de energia.

Em 1994, o governo brasileiro já havia lançado através do Programa Nacional de Conservação de Energia (PROCEL), o programa de Eficientização de Prédios Públicos (EPP) com o objetivo de promover iniciativas a fim de conscientizar e estimular a participação de servidores e gestores públicos na adoção de medidas de racionalização da energia em seus locais de trabalho (ROCHA, 2012). Ainda de acordo com esse autor o elevado consumo de energia elétrica em prédios públicos está atrelado às questões construtivas e tecnológicas dos sistemas prediais desses edifícios. Isso porque, a grande maioria deles é projetada considerando a padronização e a facilidade na manutenção. Silva Júnior et al. (2012), afirmam que a construção de “modelos padrões” de edificações está associada principalmente à desconsideração do projeto em relação a adaptação ao clima local. O resultado é a concepção de uma arquitetura que não aproveita os recursos naturais para proporcionar conforto, ocasionando em uma maior dependência dos condicionantes artificiais e conseqüentemente um maior gasto energético.

A aplicação dos conceitos de arquitetura bioclimática é fundamental para promover a eficiência energética nas edificações (SILVA JUNIOR, et al. 2012), assim como, a mobilização de ações voltadas à redução do consumo de energia no setor da construção civil pode contribuir significativamente na redução na demanda energética total do Brasil, proporcionando benefícios para o meio ambiente e para a economia. Diante desse cenário, programas de etiquetagem de edifícios surgem como uma ferramenta capaz de promover a eficiência energética através de suas diretrizes (ABREU, 2015).

Em 2009, o PROCEL EDIFICA e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), uniram-se para dar início ao processo de etiquetagem de edificações no Brasil. Juntos formam o Programa Nacional de Etiquetagem de Edificações, o PBE Edifica, o qual é responsável por avaliar e certificar as edificações eficientes energeticamente do país. A parceria resultou no lançamento do Regulamento técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) (PROCEL INFO, 2006a), que segundo Carlo e Lamberts (2010, p.8), estabelecem “[...] parâmetros para definição do nível de eficiência de um edifício e posterior fornecimento da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia”.

Para obtenção da etiqueta são avaliados três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar, através dos parâmetros estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), usando o método prescritivo ou de simulação. Para todos esses sistemas a classificação do nível de eficiência vai do A, mais eficiente, ao E, menos eficiente (PROCEL EDIFICA, 2003).

Carlo e Lamberts (2010) explicam que o método prescritivo “consiste em uma série de parâmetros predefinidos ou a calcular que indicam a eficiência do sistema”. Para cada sistema avaliado é atribuído um

peso: 30% para envoltória e iluminação e 40% para condicionamento de ar. É importante ressaltar que o RTQ-C estabelece pré-requisitos gerais para obtenção da classificação geral da edificação, além dos exigidos para cada sistema individualmente. Se algum desses pré-requisitos não for atendido, a classificação geral poderá ser alterada, mesmo que as classificações parciais indiquem nível A de eficiência (PROCEL EDIFICA, 2016).

É possível obter a classificação completa ou parcial da edificação. Para a classificação completa, obrigatoriamente, os três sistemas mencionados devem ser avaliados, o que resultará na classificação geral. A etiqueta parcial pode ser concedida para envoltória ou a envoltória combinada com os sistemas de iluminação ou condicionamento de ar. A ENCE é concedida na fase de projeto e após a construção da edificação (PROCEL EDIFICA, 2003).

Conforme Procel Edifica (2003), a avaliação do edifício é feita através dos requisitos constantes no Regulamento Técnico da Qualidade de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), juntamente com os documentos que o complementam como o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência em Edifícios Comerciais, de Serviços e Público (RAC-C) e o Manual de aplicação do RTQ-C.

Segundo informações Procel Info (2006b), desde o ano de 2014 a Etiquetagem de Edificações em edifícios da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, tornou-se obrigatória por meio da Instrução Normativa SLTI nº2/2014, do Ministério de Planejamento Orçamento e Gestão (MPOG). Os projetos contratados para novas construções ou para *retrofit* das edificações devem visar à obtenção da ENCE nível A (PROCEL INFO, 2006b).

Moraes e Quelhas (2012) explicam que “*retrofit* é a intervenção realizada em um edifício com o objetivo de incorporar melhorias e alterar seu estado de utilidade”, e segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2013, p. 1), a palavra *retrofit* é a junção de dois termos. Retro, do latim “[...] que significa movimentar-se para trás”, e *fit*, do inglês, “[...] que significa ajustar-se [...]”. Portanto, *retrofit* em português significa “conversão”.

No Brasil, o edifício da sede do Ministério do Meio Ambiente e Ministério da Cultura, bloco B da Esplanada dos Ministérios passou por um processo de *retrofit* e certificação energética, obtendo a ENCE nível A. Tornou-se o primeiro edifício do poder executivo federal a obter o Selo Procel Edificações (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

Diante do panorama nacional de edificações públicas, investir em projetos de reforma e readequação que visem à obtenção da ENCE pode trazer excelentes ganhos para administração pública e para o meio ambiente. Isto porque, de acordo com dados do próprio Procel Info (2006a), edificações existentes que passarem por *retrofit* podem ter uma redução de até 30% no consumo de energia elétrica.

Atualmente se vê uma tendência em todo o Brasil de abandono de antigos prédios públicos e construção de novas sedes, atitude esta que vai contra os conceitos de sustentabilidade. Sendo assim, esse trabalho vem reforçar a importância da eficiência energética no setor público e mostrar que pequenas ações construtivas já melhoram o desempenho energético da edificação, contribuindo para redução de gastos, adaptação da arquitetura às condições climáticas locais e revitalização dos espaços edificados existentes.

A escolha do edifício sede do Departamento Estadual de Trânsito do Espírito Santo (DETRAN/ES) se justifica por tratar-se de um órgão público de importante representação para sociedade capixaba, cuja mudança para um novo prédio está prevista devido à falta de infraestrutura. O prédio possui arquitetura semelhante às demais construções da década de 70 na região, e as instalações sugerem condições que contribuem com o desperdício de energia.

Diante do fato tem-se a hipótese que um projeto de *retrofit* nos sistemas de iluminação, condicionamento de ar e na envoltória, de acordo com os parâmetros do Procel Edifica possa reduzir os gastos com o consumo de energia elétrica, contribuindo para a redução dos gastos energéticos no setor público.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência energética do edifício sede do DETRAN/ES de acordo com o selo Procel Edifica, nas condições atuais edificadas de envoltória, sistemas de iluminação e condicionamento de ar, e após pequenas propostas de readequações projetuais.

3. MÉTODO

O trabalho foi dividido nas seguintes etapas:

1. Levantamento atualizado *in loco* das áreas físicas, atividades, materiais constituintes, tipos e quantidade de lâmpadas, e aparelhos de condicionamento de ar na sede do DETRAN/ES;
2. Classificação atual do edifício considerando os três sistemas da ENCE: envoltória, iluminação e condicionamento de ar;
3. Análise dos resultados e proposta de intervenção projetual objetivando alcançar o nível mais alto de classificação da ENCE no sistema atual com o pior desempenho energético.

3.1. Classificação atual do edifício considerando os três sistemas da ENCE

Para a classificação dos sistemas de iluminação, envoltória e condicionamento é necessário verificar os pré-requisitos gerais e os específicos de cada sistema, e aplicar as equações analíticas e ponderações correspondentes. A Figura 1 apresenta o resumo do processo de certificação Procel e as principais equações e ponderações referente a cada sistema. Para automatizar e agilizar os procedimentos de avaliação do método prescritivo se tem a utilização do software *Webprescritivo* disponível gratuitamente através da página da web (LABEEE, 2016).

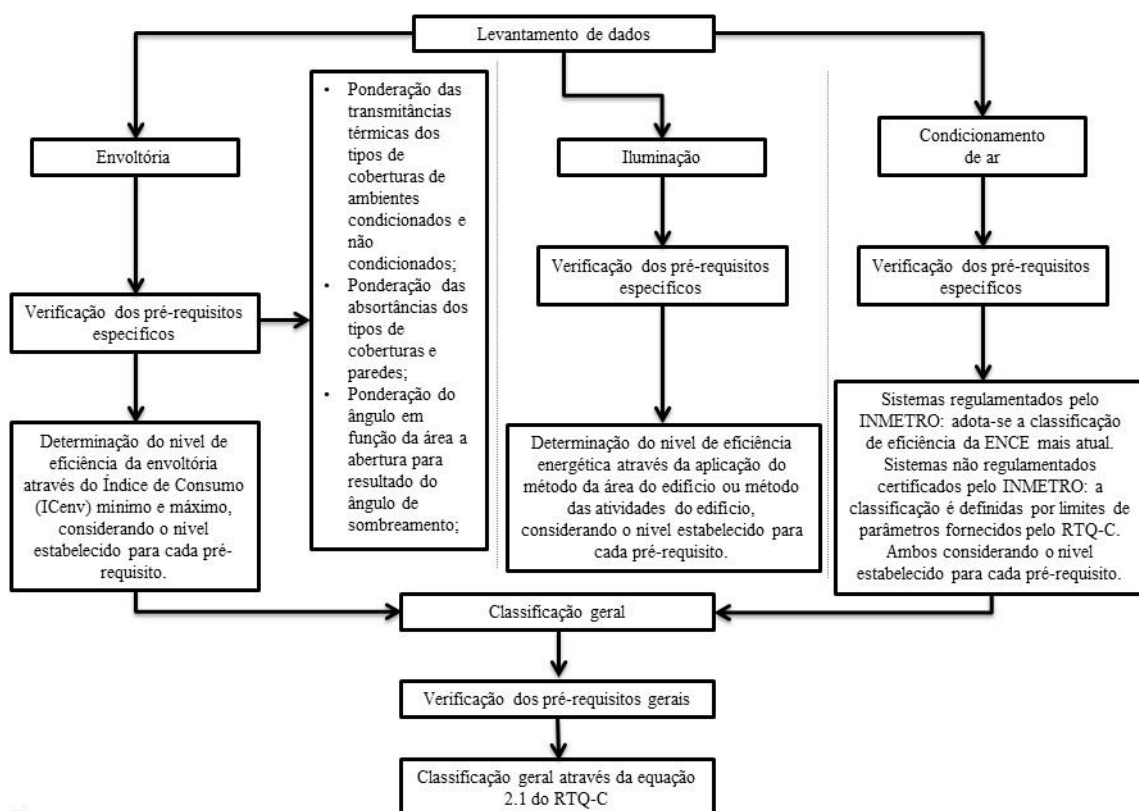


Figura 1 – Resumo dos procedimentos para classificação geral da edificação.

3.1.1 Classificação da envoltória

O procedimento para a determinação da classificação da envoltória deve atender a pré-requisitos específicos para cada nível de eficiência fixado pelo RTQ-C. Segundo Procel Edifica (2016, p. 83) “[...] quanto mais elevado o nível pretendido, mais restritivos são os requisitos a serem atendidos”. Através de equações pré-estabelecidas pelo método é determinado o Índice de Consumo (IC) da envoltória, e por meio deste, é verificado o nível de eficiência energética da edificação, levando em conta os valores estabelecidos para os pré-requisitos, constantes na Tabela 1, de acordo com a zona bioclimática da edificação (PROCEL EDIFICA, 2016).

Tabela 1 – Síntese dos pré-requisitos específicos. Fonte: Procel Edifica (2016)

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		

Estes pré-requisitos estão relacionados, além da zona bioclimática do edifício, às características físicas

da edificação e sua relação com sua localização, tais como componentes opacos, aberturas verticais e horizontais, etc. (PROCEL EDIFICA, 2016). Na Tabela 2 consta o resumo dos pré-requisitos necessários para classificação parcial da envoltória.

Tabela 2 – Síntese dos pré-requisitos específicos da envoltória. Fonte: Adaptado de Procel Edifica (2016)

Zona Bioclimática
Transmitância Térmica da Cobertura (UCOB – AC)
Transmitância Térmica da Cobertura (UCOB – ANC)
Transmitância Térmica das Paredes (UPAR)
Absortância Solar da Cobertura (α COB)
Capacidade Térmica da Parede (CTPAR)
Absortância Solar da Parede (α PAR)
Área Total Construída (ATOT)
Área de Projeção da Cobertura (APCOB)
Área de Projeção do Edifício (APE)
Volume Total da Edificação (VTOT)
Área da Envoltória (AENV)
Percentual de Abertura Zenital (PAZ)
Fator Solar (FS)
Percentual de Área de Abertura na Fachada Total (PAFT)
Percentual de Área de Abertura na Fachada Oeste (PAFO)
Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS)
Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS)

3.1.2 Classificação do sistema de iluminação

Para se avaliar o sistema de iluminação é necessário escolher entre os dois métodos: método da área do edifício ou método das atividades do edifício. E a escolha entre um e outro depende das principais atividades desenvolvidas na edificação. No caso em que a edificação possuir no máximo três atividades principais ou quando elas ocuparem mais de 30% da área da edificação, deve se optar pelo método da área do edifício. Através deste método, o edifício é avaliado como um todo, no entanto, para o atendimento dos pré-requisitos os ambientes são avaliados separadamente (PROCEL EDIFICA, 2016).

A determinação do nível de eficiência do sistema de iluminação pelo método da área é feita comparando a potência limite do edifício com a potência de iluminação limite para cada atividade e após a verificação do atendimento dos pré-requisitos, conforme demonstrado na Tabela 3. O método das atividades do edifício aplica-se quando a edificação possuir mais de três atividades principais e quando ela for avaliada de forma parcial. Neste caso, o método das atividades avalia cada ambiente separadamente, considerando as atividades desenvolvidas na edificação (PROCEL EDIFICA, 2016).

Tabela 3 – Pré-requisitos necessários para avaliação do sistema de iluminação através do método da área do edifício. Fonte: Adaptado de Procel Edifica (2016)

Divisão dos circuitos
Contribuição da iluminação natural
Desligamento automático
Tipo de atividade
Número de unidades
Potência (W)
Área (m ²)

3.1.3 Classificação do sistema de condicionamento de ar

A determinação do nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar depende do nível de eficiência do equipamento e do cumprimento dos pré-requisitos. Para classificação em nível A de eficiência energética, o sistema de condicionamento de ar deve, obrigatoriamente, atender aos pré-requisitos de isolamento térmico para dutos de ar e condicionamento de ar por aquecimento artificial, quando aplicável. Para os demais níveis o atendimento a estes pré-requisitos não é obrigatório (PROCEL EDIFICA, 2016).

A determinação da eficiência do sistema de condicionamento de ar ocorre de forma distinta para aparelhos classificados pelo INMETRO e para aparelhos não classificados. A eficiência em aparelhos de condicionadores de ar de janela e *Split* etiquetados é determinada de acordo com nível de eficiência atribuído pelo INMETRO, já para os que não são classificados, o RTQ-C estabelece níveis específicos. Na verificação geral do sistema de condicionamento de ar da edificação, é atribuído um equivalente numérico de acordo com a eficiência de cada aparelho. Dessa forma, é feita a ponderação de cada unidade pela potência, de modo a calcular a classificação (PROCEL EDIFICA, 2016).

3.2 O objeto de estudo: a sede do DETRAN/ES

O Departamento Estadual de Trânsito do Estado do Espírito Santo é o órgão responsável, principalmente, por legislar e organizar ações no trânsito do estado. A autarquia foi criada no ano de 1969 através da Lei nº 2482/1969 e a construção do edifício sede fora inaugurada no ano de 1973. Além de abrigar a parte administrativa do órgão, a sede também presta suporte para as unidades descentralizadas existentes em todos os municípios do Espírito Santo.

Entretanto, assim como vários prédios públicos brasileiros terá sua sede transferida (FOLHAWEB, 2016). Foi adquirido em 2009 seis andares de um luxuoso centro empresarial e a mudança tem data prevista o mês de maio de 2017. (G1 ES, 2017).

Localizado na cidade de Vitória, capital do estado, possui 2.743,31 m² de área construída distribuída por três pavimentos, além de áreas de estacionamento cobertas e descobertas. A maior parte das paredes internas é de alvenaria, porém foi observado que alguns setores são separados por divisórias, sendo que algumas têm altura menor que o pé-direito. Essa característica foi essencial para avaliação dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar, pois, de acordo com Procel Edifica (2016), os ambientes separados por divisórias com altura menor que o pé-direito devem ser considerados como um único espaço.



Figura 2 – Fachada predominantemente norte (à esquerda) e predominantemente sul (à direita) do DETRAN/ES respectivamente.

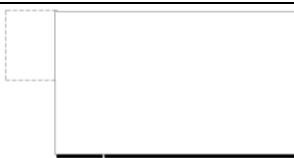

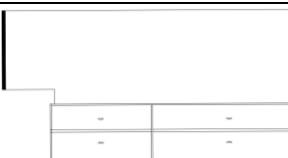
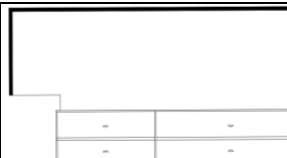
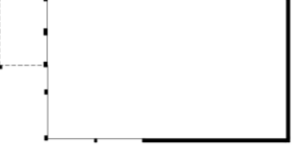

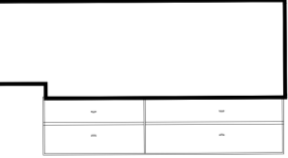
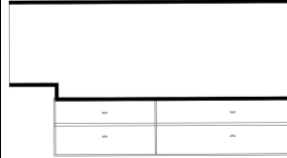
4. ANÁLISE E RESULTADOS


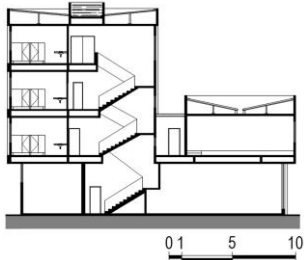
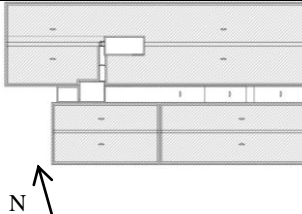
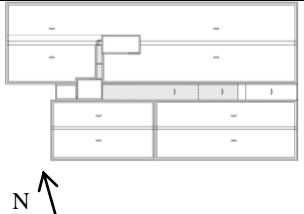
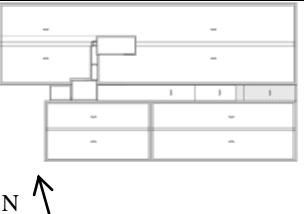
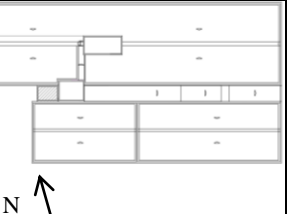
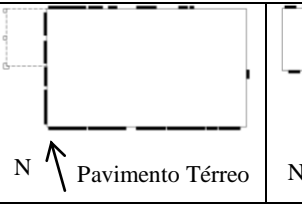
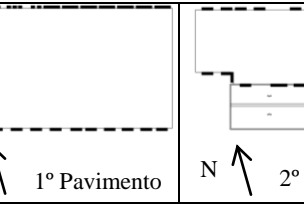
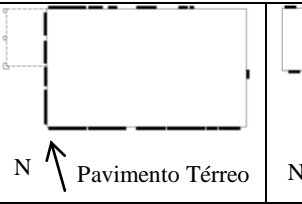
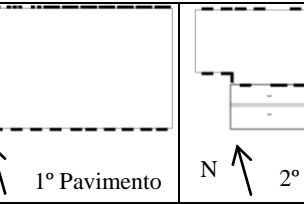
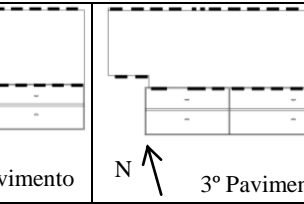
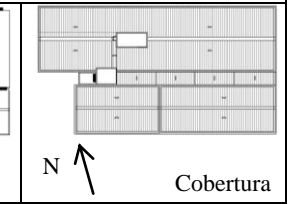
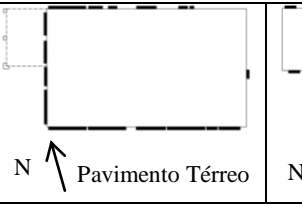
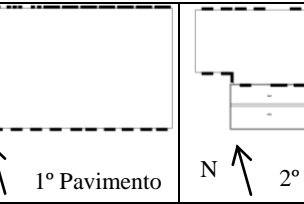
A primeira etapa dos resultados foi obtida após a classificação parcial dos três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar através da ferramenta *Web prescritivo*. Após a obtenção da classificação final da edificação foi proposto, na segunda etapa, uma intervenção no sistema que apresentou menor nível de eficiência energética, com o objetivo atingir a classificação máxima da ENCE.

4.1. Análise da envoltória

Para a classificação da envoltória os sistemas foram classificados em três tipos: componentes opacos, aberturas e coberturas. Os levantamentos físicos realizados através de visitas *in loco*, dos materiais e quantitativos correspondentes da sede atual do DETRAN/ES estão sintetizados e demonstrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Síntese dos materiais constituintes da envoltória da sede atual do DETRAN/ES

COMPONENTES OPACOS			
 N ↑ Pavimento Térreo	 N ↑ 1º Pavimento	 N ↑ 2º Pavimento	 N ↑ 3º Pavimento
Especificação: bloco cerâmico de 10 furos (12x24x24 cm) - Reboco 1,5 cm; - Pintura com tinta acrílica cor azul.			Quantidade (m ²): 262,68
 N ↑ Pavimento Térreo	 N ↑ 1º Pavimento	 N ↑ 2º Pavimento	 N ↑ 3º Pavimento

Especificação: bloco cerâmico de 10 furos (12x24x24 cm) - Reboco 1,5 cm; - Pintura com tinta acrílica, cor branco neve.		Quantidade (m²): 2.109,77	
			
Especificação: bloco cerâmico de 10 furos (12x24x24 cm)- Reboco 1,5 cm; - Sem pintura;		Quantidade (m²): 119,91	
COBERTURA			
			
Especificação: cobertura em telha de fibrocimento 0,6 mm; - Laje maciça de 10 cm;		Especificação: cobertura em telha de fibrocimento 0,6 mm; - Forro de PVC;	
Quantidade (m²): 809,55		Quantidade (m²): 48,48	
			
Especificação: cobertura em telha de fibrocimento 0,6 mm; - Laje maciça de 10 cm;		Especificação: cobertura em telha de fibrocimento 0,6 mm; - Forro de gesso;	
Quantidade (m²): 809,55		Quantidade (m²): 19,50	
			
Especificação: vidro comum 4 mm		Quantidade (m²): 342,13	
ABERTURAS			
			
			
			
Especificação: vidro comum 4 mm		Quantidade (m²): 342,13	

De acordo com o resultado parcial obteve-se o nível E para a envoltória (Figura 3), o qual foi limitado pela transmitância térmica da cobertura dos ambientes condicionados e não condicionados. O limite dado pelo RTQ-C para cobertura de ambientes não condicionados em Zona Bioclimática 08 deve ter no máximo 2,00 W/(m². K) para nível A, C e D, e 1,50 W/(m². K) para nível B. Desta forma, pode-se inferir que a cobertura da sede estudada é o principal sistema de interferência negativa no desempenho de uma boa eficiência energética da edificação. Esse resultado se deve ao fato da utilização da telha do tipo fibrocimento sem o devido isolamento térmico, sendo este material não indicado para utilização em regiões de clima quente devido alta transmitância térmica, ou seja, sua alta capacidade de transmitir calor. Semelhante resultado foi encontrado por Bavaresco et al. (2014) no estudo para classificação da eficiência energética de uma edificação pública em Mato Grosso. Segundo esses autores, constatou-se que o fator determinante para a baixa eficiência da envoltória do edifício em questão era principalmente em relação à falta de elementos isolantes na cobertura concebida também em telhas de fibrocimento, laje e forro de gesso.

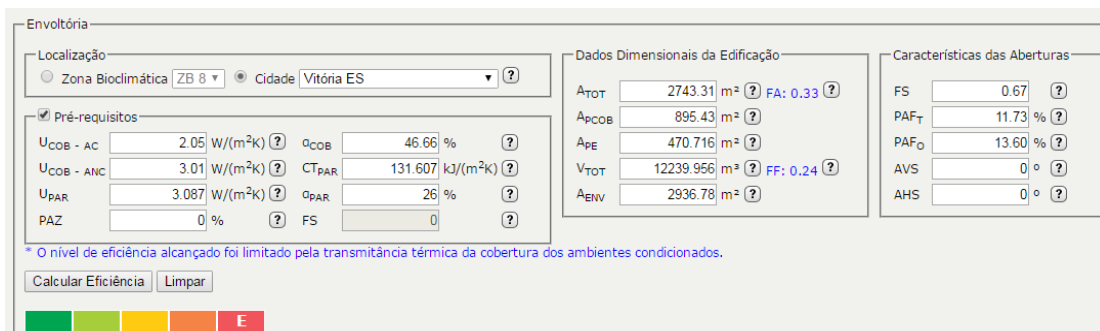


Figura 3 – Resultado parcial da classificação da envoltória da edificação construída. Fonte: Adaptado de LABEEE (2016)

4.2. Análise do sistema de iluminação

O sistema de iluminação do edifício sede do DETRAN/ES não possui padronização de lâmpadas e luminárias. Portanto, foi necessário realizar avaliações *in loco* a fim de se obter informações necessárias para avaliação do quantitativo e do cálculo total da densidade de potência instalada. Foram registradas 677 lâmpadas encontradas em diferentes tamanhos e potências, sendo predominantes as lâmpadas fluorescentes tubulares T8 de 40 w, fluorescente tubular T10 de 40 W e fluorescente tubular T8 de 32 w.

Foi utilizado o método da área do edifício, uma vez que o edifício possui apenas duas atividades principais, que são: escritório e garagem. De acordo com o resultado da análise parcial do sistema de iluminação, o nível de eficiência energética obtido foi C.

O insucesso na classificação máxima de eficiência energética desse sistema pode ser atribuído ao não atendimento ao pré-requisito específico de contribuição da luz natural, que impede que níveis A e B sejam obtidos. Este pré-requisito exige que ambientes que possuem mais de uma fileira de luminárias paralelas à (s) abertura (s) voltada (s) para ambientes externos, para átrio descoberto ou com telha translúcida, tenham controle independente do restante das fileiras de forma a possibilitar o aproveitamento da luz natural, salvo exceções (PROCEL EDIFICA, 2016). Verificou-se também que o total de potência instalada ultrapassa o permitido para o edifício.

4.3. Análise do sistema de condicionamento de ar

Assim como na classificação da envoltória e do sistema de iluminação, para se chegar ao nível de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar foi necessário realizar levantamento dos aparelhos existentes e consultar o coeficiente de eficiência energética de acordo com os catálogos do INMETRO (2017). Também foi necessário levantar a Área Útil (AU) da edificação e a Área Condicionada (AC), a qual não contabiliza ambientes de permanência transitória. De acordo com o levantamento, atualmente são utilizados aparelhos de condicionamento de ar do tipo *Split*, do tipo janela e piso-teto, os quais somam um total de 98 equipamentos, sendo o ar condicionado de janela o mais usado representando 81, 63% do total. Em relação ao pré-requisito específico de isolamento de tubulações, considerou-se atendido, pois se tratam de aparelhos novos e que recebem manutenções periódicas por empresa especializada.

O resultado parcial encontrado para o sistema de condicionamento da sede do DETRAN/ES foi nível A. Isso se deve fato de 78,57% dos aparelhos possuir a ENCE nível A, 15,30% nível B e 6,12% nível C. Não existe uma padronização de marca e modelo, porém no ano de 2016 foi aberta uma licitação para substituição dos aparelhos mais antigos por aparelhos novos com nível A de eficiência, o que contribuiu para que esse sistema atingisse o nível mais elevado de classificação.

4.4 Classificação geral da edificação

Para classificação geral o RTQ-C exige que os pré-requisitos gerais para circuitos elétricos e aquecimento de água sejam atendidos. O pré-requisito de circuitos elétricos exige que a edificação possua circuito elétrico separado por uso final: iluminação e condicionamento de ar e outros, ou que possua equipamento que possibilite a medição por uso final, salvo suas exceções (PROCEL EDIFICA, 2016). Neste estudo de caso, este pré-requisito não se aplica, pois se encaixa na exceção de edificações que foram construídas antes de junho de 2009. Em relação ao pré-requisito de aquecimento de água, este é aplicável apenas em edificações que tenham demanda por água quente, logo não é cabível à edificação em questão. Também é preciso mencionar que o órgão não possui iniciativas que visam o aumento da eficiência energética, e, portanto, não possui bonificações para serem somadas na pontuação final. Ademais, para obtenção do resultado final também é necessário informar a metragem de Área de Permanência Transitória (APT) e a Área Não Condicionada (ANC), quando a edificação possuir. Neste caso, o edifício não possui Área Não Condicionada, ou seja, todos os ambientes de permanência prolongada são providos de climatização.

É importante ressaltar que, de acordo com Procel Edifica (2016), a não existência de ambientes de permanência prolongada não condicionados, atribui-se o equivalente numérico de valor 5 (equivalente ao nível A de eficiência).

A classificação geral da edificação obteve, após inserção dos dados na ferramenta *Web prescritivo*, nível C de eficiência energética. O resultado foi influenciado pelo não atendimento do pré-requisito geral, divisão dos circuitos, que embora não aplique à edificação impede que níveis A e B sejam alcançados, e também pelas classificações parciais da envoltória e iluminação.

Pode-se afirmar, portanto, a importância dos pré-requisitos gerais, da envoltória e iluminação, cujo peso para ambos os sistemas é de 30% na equação geral. O sistema de ar condicionado recebe peso de 40%

na classificação geral, e, conseqüentemente, influenciou positivamente impedindo que menores níveis de eficiência fossem alcançados.

5. PROPOSTAS E INTERVENÇÕES NA ENVOLTÓRIA

Elegeu-se o sistema que obteve o índice mais baixo de classificação da ENCE, a envoltória, para se propor uma intervenção e almejar elevar o nível de eficiência energética da edificação. A partir dos resultados do baixo desempenho da cobertura da edificação devido à utilização da telha de fibrocimento sem isolamento, optou-se por sugerir o uso de manta de lã de vidro entre as telhas de fibrocimento existentes e a laje, bem como a colocação de forro de PVC na parte da cobertura que não possui forro. Apenas com essa pequena intervenção reduziu-se o valor da transmitância térmica para 0,57 W/(m². K) considerando ambientes condicionados e 1,02 W/(m². K) para ambientes não condicionados, o que eleva o resultado da classificação para nível A da envoltória, como demonstrado na Figura 4.

Sabe-se que muitas outras estratégias poderiam ser propostas e testadas de forma a contribuir não só para redução do gasto energético, mas para a revitalização da edificação em questão. Contudo, o trabalho pretende reforçar o fato de que pequenas estratégias projetuais de adaptação da arquitetura ao clima podem ser significativamente responsáveis na melhoria do desempenho energético da edificação, podendo evitar muitas vezes o desperdício de dinheiro público não só apenas com o consumo de energia, mas com a aquisição de novos imóveis em substituição aos antigos.

The screenshot shows the 'Envoltória' software interface. It is divided into three main sections: 'Localização', 'Dados Dimensionais da Edificação', and 'Características das Aberturas'. Below these are 'Pré-requisitos' and a 'Calcular Eficiência' button. At the bottom, there is a color-coded bar indicating the efficiency level 'A'.

Localização	
Zona Bioclimática	ZB 8
Cidade	Vitória ES

Dados Dimensionais da Edificação	
A _{TOT}	2743,31 m ² FA: 0,33
A _{PCOB}	895,43 m ²
A _{PE}	470,716 m ²
V _{TOT}	12239,956 m ³ FF: 0,24
A _{ENV}	2936,78 m ²

Características das Aberturas	
FS	0,67
PAF _T	11,73 %
PAF _O	13,60 %
AVS	0 °
AHS	0 °

Pré-requisitos	
U _{COB-AC}	0,57 W/(m ² .K) α _{COB} 46,66 %
U _{COB-ANC}	1,22 W/(m ² .K) CT _{PAR} 131,607 kJ/(m ² .K)
U _{PAR}	3,087 W/(m ² .K) α _{PAR} 26 %
PAZ	0 % FS 0

Calcular Eficiência Limpar

A

Figura 4 – Resultado parcial da classificação da envoltória após intervenção. Adaptado de LABEEE (2016)

6. CONCLUSÕES

O processo de etiquetagem é um grande avanço na avaliação da eficiência energética das edificações. A classificação desse critério através da ENCE, utilizando o método prescritivo, se mostra uma ferramenta simples e ágil na detecção dos principais fatores determinantes do mau desempenho dos sistemas analisados. Desta forma permite aos projetistas identificar os principais pontos que podem ser melhorados através de intervenções projetuais.

Os resultados obtidos na classificação da sede do DETRAN/ES mostram que a envoltória da edificação é o sistema com maior necessidade de melhoria, apresentando atualmente o menor nível de eficiência energética, principalmente devido à alta transmitância da cobertura. O sistema de iluminação obteve nível C devido ao não atendimento do pré-requisito de iluminação natural e ao limite de densidade de potência instalado. De modo satisfatório, o sistema de condicionamento de ar obteve nível A de eficiência, em virtude do atendimento aos pré-requisitos específicos e à certificação dos aparelhos existentes. A proposta de intervenção com a utilização de um isolamento térmico na cobertura existente já eleva o nível de classificação da envoltória para o nível máximo.

Sabe-se que muitas outras propostas poderiam ser testadas visando melhorar o desempenho da edificação, como por exemplo, a substituição de materiais de revestimento, o uso de elementos sombreadores nas fachadas de pior incidência solar, novas propostas de *layout* visando captação de luz e ventilação natural, dentre outras. Contudo, a escolha de um edifício público para análise do desempenho energético busca mostrar tanto para os profissionais quanto principalmente para os órgãos governamentais a importância desse setor no combate ao desperdício de energia.

Em consequência, o trabalho levanta a questão da viabilidade tanto do ponto de vista funcional quanto visando o conforto ambiental dos seus usuários na revitalização ou reabilitação de muitas instituições existentes, podendo ser essa uma saída mais sustentável em face aos inúmeros prédios públicos abandonados em meio às cidades na busca de novas e modernas instalações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. G. S. *Eficiência energética em edificações: o caso dos prédios públicos existentes*. In. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35 p. 2015, Fortaleza.

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Relatório consumidores, Consumo, Receita e Tarifa Média**. 2016. Disponível em: <http://relatorios.aneel.gov.br/_layouts/xlviewer.aspx?id=/RelatoriosSAS/RelSampClasseCons.xlsx&Source=http://relatorios.aneel.gov.br/RelatoriosSAS/Forms/AllItems.aspx&DefaultItemOpen=1%3E%20Acesso%20em:%2001%20de%20nov%20de%202016> Acesso em: 20 de março de 2017.
- BAVARESCO, M. et al. Classificação da eficiência energética de uma edificação pública em Sinop – MT e propostas de adequação. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria: v. 18, n.3, p. 1124-1136, 2014.
- BRASIL. Decreto 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 5, 20 dez. 2001. Seção 1.
- CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – parte 1: método prescritivo. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 7-26, abr. / jun. 2010.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Retrofit, 2013**. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/comite-tematico/projetos/CBCS_CTProjeto_Retrofit_folder.pdf> Acesso em: 10 de out. de 2016.
- FOLHAWEB. 2016. Ministério Público investiga abandono de prédios públicos e aponta soluções. **FolhaWeb**, 30 de abril de 2016. Disponível em: <http://www.folhabv.com.br/noticia/Ministerio-Publico-investiga-abandono-de-predios-publicos-e-aponta-solucoes-16002>. Acesso em 21 de março de 2017.
- G1 ES. 2017. Após 7 anos, prédio do Detran-ES de R\$32,3 milhões vai funcionar em maio. **G1**, 25 de março de 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2017/03/apos-7-anos-predio-do-detran-es-de-r323-milhoes-vai-funcionar-em-maio.html>> Acesso em 22 de maio de 2017.
- INMETRO. **Informação ao consumidor, 2017**. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores.asp>> Acesso em: 04 de março de 2017.
- LABEEE – LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. Webprescritivo. Florianópolis: 2016. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>>. Acesso em: 10 dez.. 2016.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; F.O R. PERERA. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014. 366 P.
- MENKS, M. **Eficiência energética, políticas públicas e sustentabilidade**. 2004. 295 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2005.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano nacional de eficiência energética – premissas e diretrizes básicas**. 2011. 134 p. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/10584/1432134/Plano+Nacional+Efici%C3%Aancia+Energo%C3%A9tica+%28PDF%29/74cc9843-cda5-4427-b623-b8d094ebf863?version=1.1>> Acesso em: 10 de out de 2016.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Projeto de retrofit bloco b – concluído, 2015**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/clima/energia/projetos/item/104991>> Acesso em 02 de nov. de 2016.
- MORAES, V.T. F; QUELHAS, O. L, G. O desenvolvimento da metodologia e os processos de um “retrofit” arquitetônico. **Revista Eletrônica Sistemas e Gestão**, Niterói: v. 7, n. 3, p. 448-46, 2012.
- PROCEL EDIFICA, PBE. **Caderno Técnico 1 - Etiquetagem de Eficiência Energética de Edificações**, 2003. Disponível em: <<http://pga.pgr.mpf.mp.br/documentos/guia-1>> Acesso em: 10 de out de 2016.
- PROCEL EDIFICA, PBE. **Manual para aplicação do RTQ-C**, Versão 4, 2016. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/manual_rtqc2016.pdf> Acesso em: 10 de out de 2016.
- PROCEL INFO. **Edificações**. Procel Info. 2006a. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B82BBD82C-FB89-48CA-98A9-620D5F9DBD04%7D>> Acesso em: 01 de set de 2016.
- PROCEL INFO. **Etiquetagem em edificações**. 2006b. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}>> Acesso em: 01 de set de 2016.
- PROCEL INFO. **Poder Público**. 2006c. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID=%7B0C24456E-2980-4704-B2CB-9B5518636BBE%7D>> Acesso em: 01 de set de 2016.
- ROCHA, L. P. **Conforto térmico e a prática de projeto de edificações** recomendações para Ribeirão Preto. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia e São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- SILVA JÚNIOR, J. I. et al. Os benefícios da arquitetura bioclimática no conforto e na economia energética. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2012, Tocantins. **Anais...**, Tocantins: IFES, 2012. p. 1-8.