

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O PAPEL DE PROTETORES SOLARES NA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM ZONA BIOCLIMÁTICA 8: CASO DO NOVO TERMINAL AEROPORTUÁRIO EM VITÓRIA-ES¹

FARIAS, Alan Gonçalves (1); PAGEL, Érica Coelho (2); MAIOLI, Ricardo Nacari (3)

(1) AEV, e-mail: alanguoncalvesfarias@gmail.com; (2) AEV, e-mail: erica.pagel@gmail.com; (3) AEV, e-mail: ricardomaioli@gmail.com

RESUMO

A envoltória é definida como a "pele" do edifício, sendo, portanto, constituída por elementos opacos e transparentes que compõe as fachadas e a cobertura. Em clima tropical quente úmido, aberturas compostas por elementos translúcidos mal posicionados ou dimensionados inadequadamente podem ser responsáveis por grande parte do ganho de calor dentro do edifício. Os aeroportos são grandes consumidores de energia, principalmente devido a sua infraestrutura complexa. O objetivo deste trabalho foi analisar a influência de protetores solares na eficiência energética do terminal de passageiros para o novo Aeroporto Eurico de Aguiar Salles em Vitória, ES. O método utilizado foi o Sistema de Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do Programa - PROCEL EDIFICA. As análises foram feitas em duas situações: i) análise da envoltória original do projeto e ii) análise da envoltória com proposta de proteção solar. Com o auxílio da ferramenta *Webprescritivo*, os resultados mostram que o atual projeto, possui nível de eficiência energética "B", entretanto, após a intervenção projetual o nível de classificação da envoltória foi "A". O trabalho pretende contribuir reforçando o fato de que pequenas estratégias projetuais de adaptação da arquitetura ao clima podem ser significativamente responsáveis na melhoria do desempenho energético da edificação.

Palavras-chave: Eficiência energética. Envoltória. Terminal Aeroportuário.

ABSTRACT

The building envelope is defined as the "skin" of the construction, therefore, it's constituted of opaque and transparent elements on the facades and the cover. In hot and humid tropical climate, openings composed of translucent elements in bad positions or improperly sized may be responsible for large of the heat inside the building. Airports are major energy consumers, mainly due to it's complex infrastructure. The aim of this study was to analyze the influence of sunscreens on the energy efficiency of passenger terminal to the new Eurico de Aguiar Salles Airport in Vitoria, ES. The method used was the Sistema de Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do Programa - PROCEL EDIFICA. Analyses were performed in two situations: i) analysis of the original project envelope and ii) analysis of envelopment with proposal of sun protection. With the help of Webprescritivo tool, the results show that the current project, according to the tool used, has classification energy efficiency level "B", however, after the intervention in the project, the envelope building classification level was "A". The work aims to contribute reinforcing the fact that small architectural design strategies

¹ FARIAS, Alan Gonçalves; PAGEL, Érica Coelho; MAIOLI, Ricardo Nacari. O papel de protetores solares na eficiência energética em zona bioclimática 8: Caso do novo terminal aeroportuário em Vitória-ES. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Ancis...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

to climate can be significantly responsible for improving the energy performance of the building.

Keywords: Energy efficiency. Envelopment. Airport terminal.

1 INTRODUÇÃO

Segundo o manual para aplicação do RTQ-C (PROCEL, 2013a), a envoltória pode ser comparada à pele da edificação. Trata-se do conjunto de elementos construtivos que estão em contato com o meio exterior, ou seja, que compõem os fechamentos dos ambientes internos em relação ao ambiente externo.

Os elementos opacos são fundamentais no processo de elaboração de qualquer projeto, e por isso a eficiência desses materiais utilizados tanto na vedação quanto na cobertura, tem sido alvo de pesquisas que buscam soluções para um melhor desempenho energético da edificação (CHIEPPE, 2013). A importância da especificação dada à cobertura, principalmente em países de baixa latitude é um fator determinante na solução de problemas térmicos apresentados pela construção, nos quais a quantidade de calor recebida pelo telhado é excessivamente grande, sendo normalmente responsável pela maior carga térmica nos ambientes (ISOLANI, 2008).

Da mesma forma, outra grande preocupação na concepção e avaliação da envoltória, principalmente em clima tropical quente e úmido, gira em torno das aberturas desprovidas das proteções necessárias e compostas por elementos transparentes, em especial o vidro.

Este material é bastante utilizado na fachada da maioria dos edifícios, por apresentar soluções estéticas mais satisfatórias, no entanto, se mal posicionado ou dimensionado inadequadamente, possui grande influência nos gastos energéticos, visto que é capaz de permitir a passagem de grande quantidade de carga térmica para o interior do ambiente (PIRRÓ, 2014).

A indústria de vidro, baseada na produção em massa desse material, nasceu da Revolução Industrial, que trouxe, juntamente, um novo elenco de materiais, como o aço e o concreto armado. Esses materiais desafiaram a tradição de construir em alvenaria de pedra – dominante desde o Egito Antigo até o século XIX no mundo ocidental; e inseriram novas tecnologias construtivas. Entretanto, foi no período entre guerras, que o denominado “estilo internacional” ganhou força (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Mies van der Rohe, com suas cortinas de vidro, criou um verdadeiro ícone da arquitetura, marcando a adoção de um novo modelo construtivo de envoltória na edificação. Entretanto, esse modelo foi adotado por diversos países sem sofrer readaptações às características culturais e climáticas do local de destino. O resultado foi o consequente “edifício estufa”, em que a adaptação do edifício ao meio e a adoção de estratégias passivas de conforto ganharam menor importância em virtude da facilidade dos novos sistemas artificiais em controlar as variáveis do meio (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Sendo assim a comunidade internacional tem despendido um enorme esforço em criar padrões e selos com o intuito de classificar e avaliar o consumo energético da edificação (MARTÍNEZ-MOLINA et al., 2016). No Brasil, o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações - PROCEL EDIFICA, criou a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, que baseada na especificação mais apropriada para cada tipo de Zoneamento Bioclimático Brasileiro, avalia a eficiência energética tanto da envoltória, como dos sistemas de iluminação e climatização da edificação, como pré-requisitos para se obter a etiqueta nível “A” do Programa (PROCEL EDIFICA, 2013b).

Oliveira (2003) analisa o desempenho energético do Centro de Excelência em Eficiência Energética da Amazônia (CEAMAZON), por meio das diretrizes estabelecidas pelo Programa. Os resultados apresentam possibilidades de melhorias na edificação em prol de resultados aceitáveis para a eficiência energética do local e foi constatada a importância desse instrumento no desenvolvimento de projetos sustentáveis.

Especificamente em relação à envoltória, a avaliação da sua qualidade engloba o percentual de áreas transparentes nas fachadas, assim como o fator de ganho solar dos vidros e a presença de proteções solares (ANDREIS; BESEN; WESTPHAL, 2014). Dessa forma, a preocupação apenas com a quantificação dessas aberturas não é suficiente. Sendo necessário saber o quanto as mesmas estão sombreadas em prol de resultados mais favoráveis (PROCEL EDIFICA, 2013b).

A garantia de uma edificação com especificações mais eficientes e preocupações sustentáveis não são conquistadas somente com a existência de leis e normas voltadas para essa questão. As iniciativas apresentadas em projeto são fundamentais para o início de um cenário mínimo de exigências que irá, certamente, provocar alterações na maneira como os projetos de arquitetura vêm sendo feitos e na consciência ambiental dos arquitetos e da própria sociedade (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Em se tratando da avaliação de edifícios públicos, os estudos que contemplam a eficiência energética em edificações aeroportuárias se resumem à medição dessa eficiência em determinadas tipologias básicas, simulação de projetos arquitetônicos em programas computacionais, ou a implantação de uma solução tecnológica para amenizar os impactos que podem ser provocados no término da obra (BRASIL, 2016).

Os aeroportos estão constantemente em busca de novas ampliações e instalações voltados às necessidades locais e a adaptabilidade do mercado. Conseqüentemente, são grandes consumidores de energia devido a sua infraestrutura complexa. Desta forma, justifica-se que a arquitetura da nova geração desses terminais contenha em sua utilização a preocupação com os requisitos de acordo com diretrizes mais eficientes (FLEMMING; QUALHARINI, 2009).

O objetivo deste artigo é analisar a influência das proteções solares na classificação da eficiência energética do novo projeto do Terminal de

Passageiros do Aeroporto Eurico de Aguiar Salles em Vitória, ES. Duas situações foram traçadas: *i)* análise da envoltória original do projeto; *ii)* análise da envoltória com proposta de proteção solar. Esse trabalho pretende contribuir principalmente para a importância da discussão acerca da proteção dos elementos translúcidos em edificações de clima tropical quente e úmido.

2 O MÉTODO

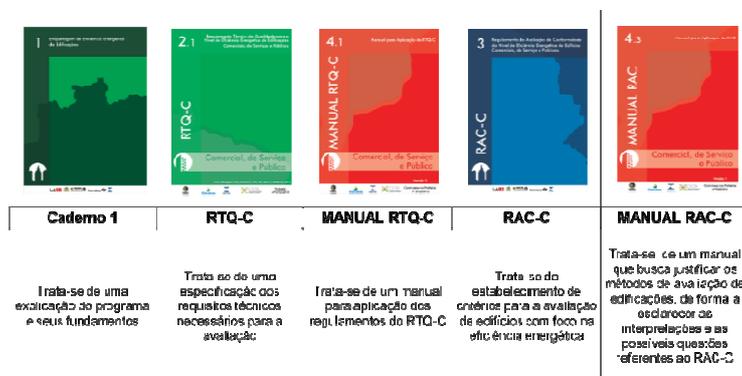
O método utilizado neste trabalho para classificação da eficiência energética do Terminal Aeroportuário capixaba foi a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia do Programa PROCEL EDIFICA (PROCEL EDIFICA, 2014), a qual utiliza o *software Webprescritivo* para automatizar e agilizar os procedimentos de avaliação da edificação através de página disponível na web (LABEEE, 2016a).

2.1 PROCEL EDIFICA: Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações

O PROCEL EDIFICA foi iniciado em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL atuando de forma conjunta com o Ministério de Minas e Energia - MME, o Ministério das Cidades, as Universidades, os centros de pesquisas e entidades das áreas governamental, tecnológica, econômica e de desenvolvimento, além de setores da construção civil (PROCEL EDIFICA, 2003).

Para contribuir com o processo avaliativo na obtenção da ENCE, para edifícios públicos, foi desenvolvido o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C, e os documentos que o complementam, como o Regulamento de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviço e Públicos - RAC-C e os Manuais para aplicação do RTQ-C e RAC-C (PROCEL EDIFICA, 2014). A Figura 1 exemplifica os Regulamentos e Manuais utilizados pelo Programa PROCEL EDIFICA.

Figura 1 - Regulamentos e Manuais do Programa PROCEL EDIFICA



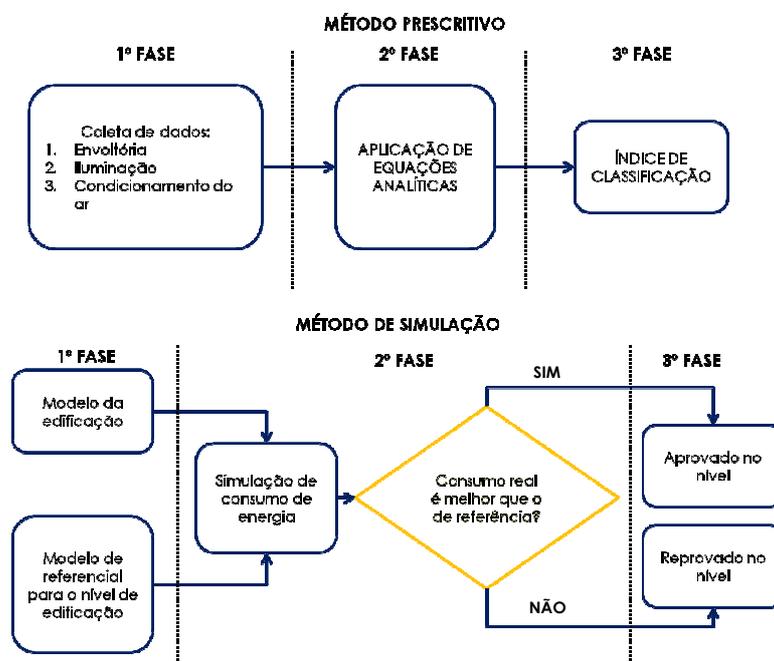
Fonte: Adaptado de PROCEL EDIFICA (2003)

De acordo com o Manual RTQ-C (PROCEL EDIFICA, 2013a), a etiquetagem ocorre de duas formas: uma voltada para edifícios comerciais, de serviços e

públicos e outra voltada para edifícios residenciais. A etiqueta é adquirida em dois momentos: primeiro na fase de projeto e em seguida após a construção do edifício.

Para a obtenção da certificação na fase inicial, o projeto pode ser avaliado por meio do método prescritivo ou pelo método de simulação (Figura 2). O primeiro método utiliza um procedimento analítico, onde são aplicadas equações que recebem como entrada informações relativas às características adquiridas na primeira fase da análise. Já o segundo, consiste em comparar o desempenho da edificação real (proposto em projeto) com edificações de referência que já possuem a etiqueta com a classificação desejada, e após sua construção, independente dos métodos adotados para a avaliação, o edifício passa por um processo de avaliação *in loco* (PROCEL EDIFICA, 2014).

Figura 2 - Releitura dos Métodos de Avaliação



Fonte: Adaptado de PROCEL EDIFICA (2014)

A etiqueta pode ser fornecida de forma parcial ou para toda a edificação, levando em conta apenas à envoltória ou combinada com o sistema de iluminação e/ou o condicionamento de ar. As etiquetas são classificadas de acordo com a pontuação total adquirida ao final do processo e variam de "A" até "E", sendo "A" o nível mais alto de eficiência energética alcançada (PROCEL EDIFICA, 2013b).

A etiquetagem da envoltória do edifício foi obtida por meio do método prescritivo estabelecido pelo manual RTQ-C. Esse método utiliza fórmulas e equações para determinar as médias e estabelecer os critérios para a classificação do nível de eficiência energética da edificação. A Tabela 1 mostra os pré-requisitos necessários para a avaliação da envoltória de um edifício.

Tabela 1 - Pré-requisitos para a avaliação da envoltória, utilizando a ferramenta *Webprescritivo*

Pré-requisitos: Envoltória	
1 - Zona Bioclimática	10 - Área de Projeção da Cobertura
2 - Transmitância Térmica da Cobertura	11 - Área de Projeção do Edifício
3 - Transmitância Térmica das Paredes	12 - Volume Total da Edificação
4 - Percentual de Abertura Zenital	13 - Área da Envoltória
5 - Absortância Solar da Cobertura	14 - Fator Solar das aberturas
6 - Área Total Construída	15 - Ângulo Horizontal de Sombreamento
7 - Absortância Solar das Paredes	16 - Capacidade Térmica das Paredes
8 - Fator Solar	17 - Ângulo Vertical de Sombreamento
9 - Percentual de Área de Abertura na Fachada Oeste	18 - Percentual de Área de Abertura na Fachada Total

Fonte: Adaptado de LABEEE (2016a)

2.2 Novo terminal de passageiros do Aeroporto Eurico de Aguiar Salles

O edifício para abrigar o novo Terminal Aeroportuário em Vitória – ES (Figura 3) foi projetado pelo escritório Bacco Arquitetos, com área total prevista de 26.300 m². Atualmente encontra-se em construção com previsão de finalização da obra em setembro de 2017 (FOLHA VITÓRIA, 2015). É composto por dois pavimentos principais e foi setorizado em área administrativa, restituição de bagagem, saguão para desembarque, embarque remoto e saguão para check-in (pavimento térreo), área administrativa, praça de alimentação, lojas e saguão para embarque (1º pavimento).

[...] Para o Terminal de passageiros, tomou-se como partido a criação de um grande eixo longitudinal que concentraria as áreas técnicas e circulação vertical. Buscou-se também uma distribuição das funções de modo a garantir espaços fluidos e com grande transparência. Outro ponto importante foi quanto ao sistema estrutural adotado: o objetivo aqui era promover a flexibilidade do programa, permitindo ajustes futuros sem interferir na dinâmica do aeroporto (BACCO, 2013).

Figura 3 –Maquete eletrônica (a) externa e (b) interna do projeto do novo Terminal de Passageiros, Vitória - ES.



Fonte: Bacco (2013)

Os sistemas utilizados para a vedação da envoltória podem ser classificados em quatro tipos: alvenaria, aberturas, coberturas e piso (Tabela 2). Para esse trabalho duas situações foram traçadas: *i)* análise da envoltória original do projeto; *ii)* análise da envoltória com proposta de proteção solar.

Tabela 2 - Levantamento dos materiais utilizados na envoltória (continua)

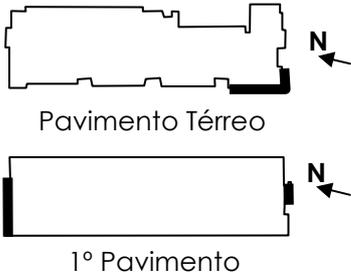
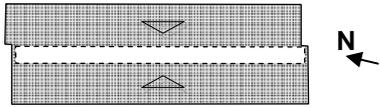
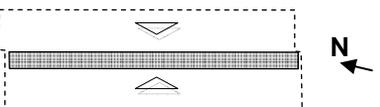
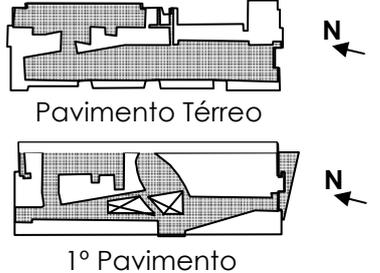
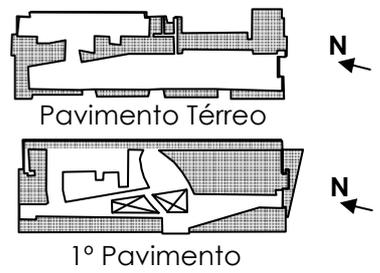
Alvenaria	
 <p>Pavimento Térreo</p> <p>1º Pavimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alvenaria de bloco de concreto 14 cm, preenchido com areia e revestido com emboço, reboco e massa fina internamente; - 25 mm de lã de vidro 32 kg/m³; - Alumínio composto externamente.
 <p>Pavimento Térreo</p> <p>1º Pavimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Parede dupla, constituída internamente de 02 chapas de gesso acartonado +90 mm de camada de ar com 50 mm de lã de vidro com densidade mínima de 30 kg/m³; - 1 chapa de painel cimentício tipo Fiberoc (USG) de 12 mm; - Revestimento externo em alumínio composto.
 <p>Pavimento Térreo</p> <p>1º Pavimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alvenaria de bloco de concreto 14 cm, preenchido com areia e revestido com emboço, reboco e pastilha cerâmica ou massa fina.
Aberturas	
 <p>Pavimento Térreo</p> <p>1º Pavimento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de vidro laminado com intercalário de PVB, espessura não especificada no projeto.

Tabela 2 - Levantamento dos materiais utilizados na envoltória (conclusão)

Cobertura	
	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura em telha de aço zipada 0,8 mm pré-pintada na cor amarelo (externa); - 50 mm de lã de vidro 60 kg/m³; - Telha em aço trapezoidal 0,8 mm; - 50 mm de lã de vidro com densidade 48 kg/m³; - 1 chapa de MDF c/ densidade de 740 kg/m³ Esp.= 25 mm/espessura total 190 mm.
	<ul style="list-style-type: none"> - Cobertura em telha de aço zipada 0,8 mm com pintura na cor azul; - 50 mm de lã de vidro 60 kg/m³; - Telha em aço trapezoidal 0,8 mm.
Piso	
	<ul style="list-style-type: none"> - Piso em lajotas de granito dimensão 60x60 cm, e=2 mm, acabamento polido natural; - Composição da paginação= 60% granito verde lavrador, 20% granito preto São Gabriel e 10% granito preto absoluto.
	<ul style="list-style-type: none"> - Piso em placas de borracha colorida, dimensão 61x61 cm, e=2 mm, colado sobre base de PVA com adesivo específico.

Fonte: Adaptado de INFRAERO, 2003

3 RESULTADOS

Os resultados foram divididos da seguinte forma: *i)* análise da eficiência energética da envoltória original do projeto; *ii)* análise da envoltória com proposta de proteção solar.

3.1 Análise da envoltória original do projeto

A Área da Envoltória (AENV) é obtida por meio da somatória das áreas das fachadas do edifício, incluindo as aberturas, resultando no valor de 8.394,50 m². O Volume Total da Edificação (VTOT) é delimitado pelos fechamentos externos do edifício (fachada e cobertura). O valor encontrado foi de 185.834,00 m³, resultado da somatória dos produtos das áreas dos

pavimentos pela altura (5,60m). A Área Total do Piso (ATOT) foi analisada da mesma forma que o volume total da edificação, no entanto, é decorrente da somatória da área do piso de cada pavimento, que é de 22.790,69 m².

A Área de Projeção da Cobertura (APCOB) consiste na projeção horizontal da cobertura, excluindo os beirais. O cálculo da Área de Projeção do Edifício (APE) é igual à área da projeção da cobertura quando o edifício apresenta características retangulares. Neste caso, o valor verificado para APE e APCOB foi de 13.210,81 m².

O cálculo para determinação da Área de Vidro (AVE) de cada fachada foi de 3.345,64 m². Para a determinação da Área da Caixilharia de cada esquadria (ACE) foi considerado uma perda de 18% sobre o valor total da AVE, obtendo um resultado de 602,22 m². A Área das Paredes da Envoltória (APR) pode ser obtida por meio da subtração de AENV em relação à AVE, o valor encontrado foi de 5.048,86 m².

Com os resultados das aberturas e envoltória, é possível calcular o Percentual de Abertura na Fachada (PAFT), que é de 39,86%. O ângulo vertical de sobreamento (AVS) foi obtido por meio da média ponderada dos ângulos de proteção em função da área das aberturas, com resultado de 15,13°. De acordo com o manual RTQ-C (2013a), o ângulo horizontal de sobreamento (AHS) deve ser considerado nos dois lados da abertura. No estudo, não foram identificados proteções verticais nas fachadas.

A fachada oeste possui grande influência no resultado final da análise, pois quando não bem elaborada, tem grande influência nas perdas energéticas do edifício. Com o objetivo de analisar de forma detalhada a fachada oeste, três itens fundamentais para a conclusão do processo foram verificados: a Área da Parede da Fachada Oeste (APO), que é de 2.481,50 m²; a Área de Vidro da Fachada Oeste (AVO), com valor de 678,80 m² e o Percentual de Área de Abertura na Fachada Oeste (PAFO), com resultado de 21,48%.

De acordo manual RTQ-C, as variáveis dos diferentes tipos de materiais encontrados no estudo devem ser classificadas de acordo com o tipo e para o cálculo, utilizar a média de seus valores ponderada pela área ocupam. A tabela 3 a seguir, apresenta os resultados obtidos após a análise dos diferentes tipos de materiais que envolvem a envoltória do edifício.

Tabela 3 - Mensuração das médias dos materiais (continua)

Vidro	
Fator solar médio dos vidros (FS)	0,59
Parede	
Transmitância média (UPAR)	1,69 W/m ² k
Capacidade térmica das paredes (CTPAR)	229 KJ/m ² k
Absortância solar das paredes (APAR)	33,76

Tabela 3 - Mensuração das médias dos materiais (conclusão)

Cobertura

Transmitância (UCOB-AC)	0,68
Absortância solar da cobertura (ACOB)	29,30

Fonte: Os autores

No processo de inserção das informações na ferramenta *Webprescritivo*, os pré-requisitos gerais devem ser desconsiderados, visto que não interferem no objetivo do estudo. De acordo com o resultado, a envoltória do projeto original do Terminal de Passageiros do Aeroporto de Vitória – ES, obteve classificação da ENCE igual a “B” conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Análise do nível de eficiência da envoltória do projeto original

Envoltória

Localização:
 Zona Bioclimática ZB 8 Cidade Água Branca AL

Pré-requisitos

U_{COB-AC}	0.68	W/(m ² K)	α_{COB}	29.30	%
$U_{COB-ANC}$	0	W/(m ² K)	CT_{PAR}	229	kJ/(m ² K)
U_{PAR}	1.69	W/(m ² K)	α_{PAR}	33.76	%
PAZ	0	%	FS	0	

Dados Dimensionais da Edificação

A_{TOT}	22790.69	m ²	FA: 0.58
A_{PCOB}	13210.81	m ²	
A_{PE}	13210.81	m ²	
V_{TOT}	185834.00	m ³	FF: 0.05
A_{ENV}	8394.50	m ²	

Características das Aberturas

FS	0.59
PAF_T	39.86 %
PAF_O	21.48 %
AVS	15.13 °
AHS	0 °

Calcular Eficiência Limpar

B

Fonte: Adaptado de LABEEE (2016a)

3.2 Análise da envoltória com proposta de proteção solar

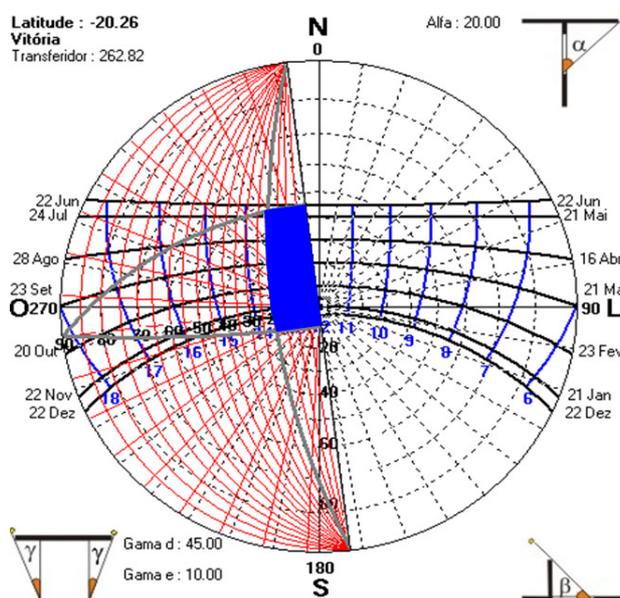
Tendo como base o baixo desempenho da envoltória do projeto original, a busca por melhorias de uma morfologia mais eficiente para o novo terminal Aeroportuário foi adquirida com uma pequena intervenção em sua fachada. Para isso, foi realizada uma nova análise das aberturas da envoltória, com o propósito de identificar os pontos de maior deficiência e, portanto, de maior influência na busca do selo máximo do PROCEL EDIFICA.

A fachada azimuth 262.82° foi escolhida para o novo processo de análise, pois apresenta quatro aberturas, constituídas por módulos de 2 m x 11,5 m, distribuídas na parte superior do telhado, que recebem incidência direta do sol durante a tarde, em todos os períodos do ano, e não apresentam nenhuma proteção prevista em projeto.

No estudo de intervenção, buscou-se encontrar a menor dimensão de uma proteção solar capaz de alterar o resultado de classificação da eficiência energética para um nível mais elevado de desempenho. Dessa forma, foi adotado um ângulo vertical de sobreamento (AVS) de 23,55°. Esse *brise-soleil* é capaz de proteger essa fachada aproximadamente entre 12h e 13h45

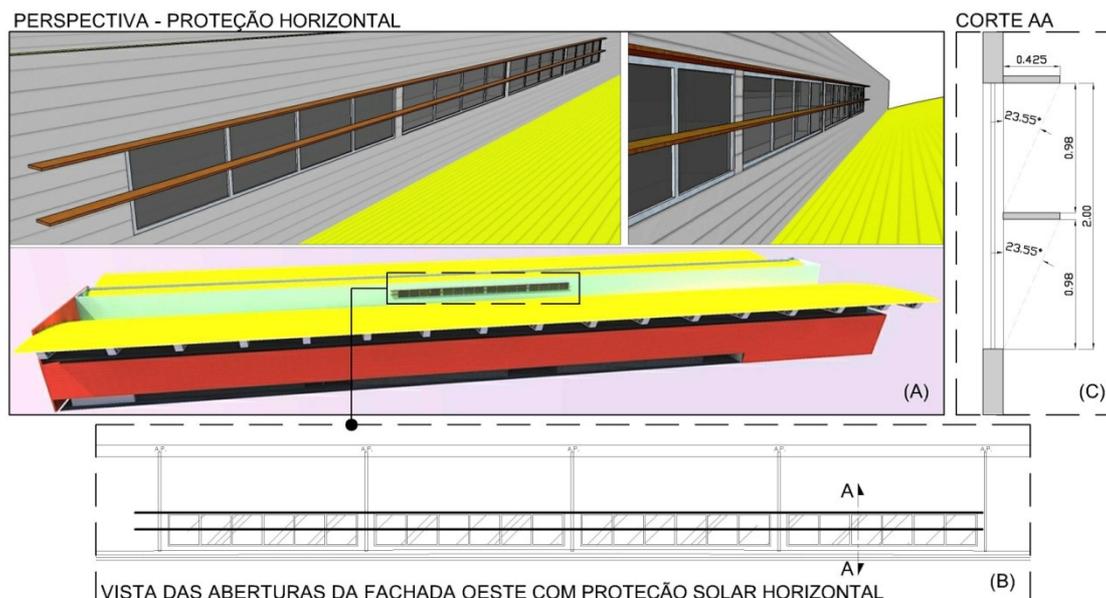
minutos para em todos os meses do ano (Figura 5).

Figura 5 - Carta solar de Vitória-ES, destaque para a radiação solar fachada Azimute 262.82° com proteção solar



De acordo com os cálculos realizados para proteção horizontal na fachada oeste do edifício, um *brise-soleil* com uma peça única de 0,85 m x 51 m, atenderia as condições propostas. Para compor de forma mais harmônica, o *brise-soleil* foi dividido em duas peças com 0,425 m x 51 m, como é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Aberturas da fachada com o brise horizontal (a) maquete eletrônica, (b) vista e (c) corte



Fonte: Os autores

Na análise da eficiência energética, o resultado mostra que após a inserção

do *brise-soleil* proposto nas aberturas da fachada Azimute 262.82°, a envoltória da edificação alcançou a classificação máxima “A” da ENCE (Figura 7). Sabe-se que para um maior conforto térmico, outras tipologias de proteções solares poderiam ser propostas. Entretanto, procurou-se mostrar como pequenas alterações projetuais, através de proteções mínimas dos elementos translúcidos em envoltórias de edificações de clima quente e úmido podem interferir significativamente nos resultados da eficiência energética da construção.

Figura 7 - Resultado alcançado com a proteção solar

The screenshot shows the 'Envoltória' software interface with the following data:

Localização	
Zona Bioclimática	ZB 8
Cidade	Água Branca AL

Pré-requisitos

U_{COB-AC}	0.68	W/(m ² K)	α_{COB}	29.30	%
$U_{COB-ANC}$	0	W/(m ² K)	CT_{PAR}	229	kJ/(m ² K)
U_{PAR}	1.69	W/(m ² K)	α_{PAR}	33.76	%
PAZ	0	%	FS	0	

Dados Dimensionais da Edificação		Características das Aberturas		
A_{TOT}	22790.69	m ²	FS	0.59
A_{PCOB}	13210.81	m ²	PAF_T	39.86
A_{PE}	13210.81	m ²	PAF_O	21.48
V_{TOT}	185834.00	m ³	AVS	15.88
A_{ENV}	8394.50	m ²	AHS	0

Additional values: FA: 0.58, FF: 0.05

Buttons: Calcular Eficiência, Limpar

Classification bar: **A** (Green)

Fonte: Adaptado de LABEEE (2016a)

4 CONCLUSÃO

O processo de etiquetagem é um grande avanço na avaliação da eficiência energética das edificações. A arquitetura da nova geração dos terminais aeroportuários deve conter em sua utilização a preocupação com os requisitos de acordo com diretrizes mais eficientes do ponto de vista energético. Sabe-se que em países de baixa latitude, é muito provável que as aberturas, principalmente compostas por elementos translúcidos e sem proteção de sombreamento, podem ser responsáveis por grande parte do ganho térmico da edificação, e conseqüentemente, de um mau desempenho energético.

Esse trabalho verificou que o projeto original para o novo Terminal Aeroportuário Capixaba obteve nível “B” na classificação da sua envoltória utilizando a metodologia do Programa PROCEL EDIFICA. Entretanto, constatou-se que uma proposta mínima de proteção solar na fachada Azimute 262.82° alcançaria o nível máximo de eficiência energética da envoltória, mostrando a importância de adaptação da construção ao clima local e também da conscientização pelo arquiteto em lançar mão de tais

estratégias na concepção projetual. Tal resultado reitera o fato notório de que edifícios localizados na zona bioclimática 8 necessitam ter proteções solares em vidros da fachada oeste, e que poderiam inclusive ter outras configurações testadas em trabalhos futuros.

Entretanto, essa pesquisa foi desenvolvida com algumas limitações, como o tempo necessário para aprender a configurar modelos em *softwares* mais abrangentes, simulando a alteração proposta, além de outras soluções, a fim de comprovar a eficiência das mesmas. O método utilizado apresenta como vantagens em relação a outras ferramentas, a rapidez e a facilidade de aquisição para uso. Além disso, se mostrou eficaz para o propósito, que comprova que, mesmo com muitas ferramentas disponíveis, alguns projetos ainda são elaborados sem uma análise adequada de sua eficiência.

REFERÊNCIAS

- ANDREIS, C.; BESEN, P.; WESTPHAL, F.S. Desempenho Energético de Fachadas Envidraçadas em Climas Brasileiros. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió. **Anais...**Porto Alegre: ANTAC,2014, p. 926-935.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Comitê Gestor de Indicadores de Eficiência Energética – CGIEE**, 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/>>. Acesso em: 02 abr. 2016.
- BACCO ARQUITETOS ASSOCIADOS, São Paulo – SP, 2016. Disponível em: <<http://www.bacco.com.br/infraestrutura#/aeroporto-de-vitoria-1/>>. Acesso em: 07 fev 2016.
- CHIEPPE, C. P. **A influência de variáveis de projeto na inércia térmica e no desempenho térmico de habitações térreas e assobradadas na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado apresentada ao IPT. São Paulo, 2013.
- FLEMMING, L.; QUALHARINI, E. **Os aeroportos e as condições ambientais**, 2009. Disponível em: <http://www.usp.br/nutau/sem_nutau_2010/metodologias/flemming_liane.pdf> Acesso em: 12 jan. 2016.
- FOLHA VITÓRIA. **Depois de 12 anos de paralisação, obra do Aeroporto de Vitória deve sair do papel**, 2015. Disponível em: <<http://www.folhavitoria.com.br/economia/noticia/2015/06/depois-de-12-anos-de-paralisacao-obra-do-aeroporto-de-vitoria-sai-do-papel>>. Acesso em: 15 mar. 2016.
- INFRAERO. **Licitação - 004/DAAG/SBVT/2003**. 2003. Disponível em: <http://licitacao.infraero.gov.br/porta_licitacao/servlet/DetailLicitacao?idLicitacao=2415>. Acesso em: 28 jan. 2016.
- ISOLANI, P. **Manual do consumidor: Eficiência energética nos edifícios residenciais**, Lisboa: Intelligent Energy Europe, 2008. 46 p.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**, 3º ed.. Rio de Janeiro, 2014. 366 p.

LABEEE – LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES.

Webprescritivo. Florianópolis: 2016. Disponível em: <

<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>>. Acesso em: 10 abr. 2016a.

LABEEE - LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Analysis Sol-ar**.

Florianópolis: 2016. Disponível em: <

<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/software/analysis-sol-ar>>. Acesso em: 01 abr. 2016b.

MARTÍNEZ-MOLINA, A.; AUSTINA, I.T.A.; CHO, S.; VIVANCAS, J.L. Energy efficiency and

thermal comfort in historic buildings: A review. **Renewable and Sustainable Energy**

Reviews. n. 61, p. 70-85, 2016.

OLIVEIRA, B. **Análise do desempenho energético de edificações: aplicação analítica do RTQ-C no edifício do CEAMAZON**. 2013. Disponível em: <

<http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/5388>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

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: 19 mar 2016.

PROCEL EDIFICA, PBE. **Manual para aplicação do RTQ-C**, Versão 3, 2013a. Disponível em: < <http://www.pbeedifica.com.br> >. Acesso em: 15 jan. 2016.

PROCEL EDIFICA, PBE. **Manual para aplicação da RAC**, Versão 1, 2013b. Disponível em: < <http://www.pbeedifica.com.br> >. Acesso em: 15 fev. 2016.

PROCEL EDIFICA, PBE. **Manual para etiquetagem de edificações públicas**, Versão 3, 2014. Disponível em: < <http://www.pbeedifica.com.br> >. Acesso em: 15 fev. 2016.

PIRRÓ, L. Análise da envoltória como estratégia para a sustentabilidade dos edifícios. **Revista Belas Artes**. p. 1-9, 2014.