



XX Seminário Nacional de Distribuição de Energia Elétrica
SENDI 2012 - 22 a 26 de outubro
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

LÍDICE ARAUJO MENDES DE CARVALHO	LEIDE LAGE DOS SANTOS	ANA CHRISTINA ROMANO MASCARENHAS
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	Associação Voluntarios para o serviço internacional Nordeste	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
lmcavalho@coelba.com.br	leide.lage@avsi.org.br	acmascarenhas@neoenergia.com

Etiquetagem Hangar Business Park

Palavras-chave

COELBA
Etiquetagem
Hangar Business Park
Neoenergia
Odebrecht Realizações
PROCEL Edifica

Resumo

Este trabalho apresenta o estudo de caso realizado pelo grupo NEOENERGIA, para o Empreendimento Hangar Business Park, sito em Salvador-Bahia. Mostra o processo de obtenção da etiqueta nível “A” para envoltória dos edifícios do empreendimento conforme Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética para edifícios comerciais e de serviços (RQT-C) do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações – PBE.

1. Introdução

Os projetos de edificação que desconsideram o clima local acarretam aumento do consumo de energia. Os sistemas de condicionamento de ar e iluminação artificial são os maiores responsáveis pelo crescimento deste consumo.

O consumo faturado no Brasil em edificações residenciais, comerciais e públicos, em 2011, de acordo com o Programa de Conservação de Energia – PROCEL totaliza 44,7%. Desde 1984 vem sendo elaboradas políticas públicas de eficiência energética que visam fomentar ações de combate ao desperdício de energia para todos os segmentos de consumidores, portanto dentro desta conjuntura de ações estratégicas em 2009 foi criada a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE para edifícios comerciais, de serviço e

públicos e em 2010, a etiqueta de edifícios residenciais. Ambas fazem parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem de edificações - PBE.

A etiquetagem tem por objetivo evitar desperdícios de energia desde a fase de execução da obra até a operação e consumo final. Para isto a integração do profissional desde a fase de projeto mostra-se relevante ao recomendar estratégias tais quais: o incentivo ao uso de aquecimento solar, o aproveitamento de ventilação natural, o aproveitamento da iluminação natural, o uso da automação e equipamentos de baixo consumo de energia, além da utilização de sistemas construtivos que garantam o conforto ambiental e economizem energia. Todas essas ações integradas possibilitam apoiar a aquisição da etiqueta, vez que tornam o edifício mais eficiente energeticamente.

Este artigo focaliza uma experiência realizada pelo Grupo NEOENERGIA, de etiquetagem da envoltória dos edifícios comerciais do Empreendimento Hangar Business Park.

2. Desenvolvimento

O uso eficiente da energia elétrica não significa apenas uma redução nas despesas, mas também redução nos impactos ambientais. Além disso, a eficiência energética muitas vezes está ligada a melhoria na qualidade do ambiente de trabalho e do processo produtivo.

Ao invés de agir na geração, o conceito de eficiência energética age na redução do consumo, por meio da substituição de aparelhos ineficientes por eficientes, aproveitamento da luz solar, e a utilização de materiais e mecanismos que minimizem a transmissão de calor para o interior do edifício de modo a diminuir os gastos com refrigeradores, sistemas de ar-condicionado e sistemas de iluminação. Com isso serão evitados desperdícios e incentivado o uso consciente de energia elétrica.

1. A ENCE

A partir deste pensamento o Inmetro e o PROCEL, juntos criaram a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE, que estabelece níveis de eficiência energética para edifícios. A Etiqueta pode ser obtida através da avaliação de requisitos e parâmetros técnicos estabelecidos no RTQ (Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética). Existem dois regulamentos distintos: um para a avaliação de edifícios comerciais e de serviço (RQT-C) e outro para avaliação de edifícios residenciais (RQT-R). A diferença entre as recomendações e análises se deve a diferença de comportamento da curva de carga das duas tipologias.

Para edifícios Comerciais de Serviço, os níveis de eficiência estudados variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) e são determinados a partir da análise de pré-requisitos estipulados pelo RTQ-C onde são verificados o de três sistemas principais: Envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. A avaliação pode ser aferida pelo método prescritivo ou pela simulação computacional.

Pelo método prescritivo, são avaliados separadamente os sistemas de envoltória, condicionamento e iluminação, sendo os resultados obtidos das análises individuais inseridos em uma equação geral que determina a pontuação total do edifício. Nesta equação, são computadas também, algumas bonificações caso haja a utilização de mecanismos que aumentem a eficiência energética da edificação, como a co-geração de energia, o reuso de água e/ou a utilização de energias renováveis, entre outros.

Pelo método de simulação pode-se comparar a eficiência de um modelo real, semelhante ao edifício proposto, e modelos de referência com parâmetros semelhantes aos níveis de eficiência pretendidos. O processo de simulação é realizado em programas computacionais e visa suprir limitações do método prescritivo, representa uma alternativa na análise de eficiência de edificações por possibilitar agrupar as mais

diversas situações de projeto e fenômenos físicos não contemplados, ou previstos de forma inadequada pelo método prescritivo do RTQ-C. Através da simulação é possível demonstrar o potencial na utilização de inovações tecnológicas, sistemas individuais, além de estratégias passivas ou híbridas de condicionamento.

2. Metodologia para Etiquetagem do Hangar Business Park

O Hangar Business Park é um empreendimento da Odebrecht Realizações, que se localiza na Av. Luís Viana Filho, 526, Salvador, Bahia. O empreendimento é composto por 09 torres de edifícios sendo 02 torres de Hotel e 07 torres empresariais, além de um piso comercial em toda extensão do nível térreo. O empreendimento tem uso misto de comércio e serviço.



Ilustração 1 – Empreendimento Hangar – Odebrecht



Ilustração 2 – Empreendimento Hangar – Odebrecht

Para a etiquetagem do empreendimento Hangar Business Park a partir do RQT-C e através do método prescritivo foram avaliadas as envoltórias dos edifícios.

Segundo o RTQ-C a envoltória pode ser entendida como o conjunto de elementos do edifício que estão em contato com o meio exterior, formando os fechamentos dos ambientes internos em relação ao ambiente externo. (fachadas, empenas, coberturas, brises, marquises e/ou aberturas)

Os parâmetros que determinam a eficiência da envoltória estão diretamente ligados as características físicas dos edifícios e tanto podem ter relação com os sistemas construtivos como com decisões projetuais do partido arquitetônico adotado. Estes fatores interferem diretamente sobre o índice de consumo (IC) do edifício. Quanto maior o Índice de consumo energético de um edifício, menos eficiente é a envoltória.

O território brasileiro contempla várias realidades climáticas e as exigências de desempenho energético e de conforto térmico variam de acordo com o clima em que se situa a edificação.

O RTQ-C utiliza o zoneamento bioclimático brasileiro estabelecido na NBR 15.220 – Parte 3, que divide o país em oito zonas distintas. A zona bioclimática de Salvador, e portando do empreendimento Hangar Business Park, é a Zona 8, equivale ao clima quente e úmido, caracterizado por baixa amplitude térmica com alta umidade do ar. As recomendações projetuais para este tipo de clima normalmente apontam para estratégias como:

- Reduzir os ganhos térmicos pela cobertura e pelas áreas opacas das fachadas, devido à alta radiação na região intertropical;
- Proteger as aberturas da radiação direta, com uso de elementos de sombreamento e uso de vidros com fração solar adequada, minimizando a passagem do calor para o interior da edificação;

- Garantir que a ventilação dominante alcance o máximo de eficiência sobre a envoltória da edificação.

Estas recomendações são consideradas para o cálculo da eficiência energética da envoltória no RTQ-C, uma vez que quanto menor o ganho térmico pelas fachadas e cobertura, menor será a necessidade de condicionamento artificial e o conseqüente consumo energético de uma edificação.

Para o cálculo do IC da envoltória diversas variáveis arquitetônicas que produzem impacto sobre o consumo energético da edificação, com maior ou menor intensidade devem ser consideradas. Dentre essas variáveis aquelas que se mostraram mais importantes do ponto de vista do consumo energético, também são as que o projetista tem maior poder de decisão, desde as fases iniciais de projeto. São elas: ângulos de sombreamento e percentual de aberturas nas fachadas.

O RTQ-C procura estimular o sombreamento das aberturas do edifício, haja vista que este é o principal recurso de proteção contra a entrada de carga térmica no interior dos ambientes, por meio do bloqueio da radiação solar. São calculadas as proteções verticais e horizontais através dos ângulos de sombreamento.

O Percentual de abertura nas fachada é uma variável que está diretamente ligada aos ganhos de calor pela envoltória, uma vez que as aberturas das fachadas são o meio mais rápido que a radiação solar tem de penetrar no interior dos edifícios, caso estas não estejam protegidas. O RTQ-C com esta variável procurar restringir o uso de grandes áreas envidraçadas, sem a devida proteção solar.

Além do valor do indicador de consumo (IC) da envoltória, para a etiquetagem é necessário que se atenda a pré-requisitos para ser classificada pelo Regulamento Técnico. Estes pré-requisitos estão relacionados às trocas térmicas ocorridas entre o meio e o edifício, sendo eles:

- Transmitância térmica de coberturas e paredes;
- Cores e absorvância de superfícies;
- Fator solar de vidros.

A textura e a cor caracterizam a capacidade de absorver calor das superfícies, representada pelo fator denominado absorvância (?). Cores claras obtêm menores valores de absorvância, melhorando o nível de eficiência dos ambientes com a mesma transmitância térmica.

Transmitância térmica (U) caracteriza o fluxo de calor transferido por um sistema construtivo quando há diferenças de temperaturas do ar entre dois ambientes. O seu cálculo depende das características dos materiais presentes, como a condutividade térmica e a configuração geométrica de cada material, principalmente.

A disposição dos materiais no sistema construtivo influencia a transmitância térmica devido ao sentido do fluxo de calor, pois os materiais podem oferecer uma resistência à passagem do calor em série ou em paralelo. Os vidros são materiais que possuem alta transmitância térmica (U), pois são bons condutores de calor.

O fator solar (FS) de uma abertura indica a quantidade de calor que penetra em um ambiente através de um elemento transparente ou translúcido e pode ser entendido como a razão entre a quantidade de energia solar que atravessa a janela pelo que nela incide. Inclui o calor radiante transmitido pelo vidro (?) e a parcela da radiação absorvida (?/2). Varia de acordo com as características de cada vidro e do ângulo de incidência da radiação solar.

3. Estudo de Caso Hangar Bussiness Park

3.2 Cálculo de transmitância térmica – Paredes

Todas as paredes externas dos edifícios do empreendimento Hangar são compostas de bloco de concreto vazado, argamassa de gesso na face interna e alumínio escovado na face externa. A superfície de alumínio possui absorvância média de 0,15.

Tabela 1 Propriedades térmicas dos materiais (fonte: NBR 15220)

Material	ρ (kg/m ³)	λ (W/m.K)	c_p (KJ/kg.K)
Concreto	2200	1,75	1,00
Argamassa de gesso	1200	0,70	0,84
Argamassa	1800	1,15	1,00
Alumínio	2700	230	0,88

Tabela 2 Transmitância e capacidade térmica das paredes

Transmitância térmica da parede	1,4825 W/m ² .k
Capacidade térmica da parede	138,438 kJ/(m ² .K)

Fluxo horizontal

Camada Tijolo 1: Tijolo

$$A = (0,02 * 0,19) = 0,0038$$

$$R_{tij} = 0,14/1,75$$

$$R_{tij} = 0,080$$

Camada Tijolo 2: Tijolo + ar + tijolo

$$A = (0,165 * 0,19) = 0,0314$$

$$R_c = 0,02/1,75 + 0,16 + 0,02/1,75$$

$$R_c = 0,1829$$

Resistência do Tijolo:

$$R_t = [(3*0,0038)+(2*0,0314)]/[(3*0,0038/0,080)+(2*0,0314/0,1829)] = 0,1527 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Camada Sistema 1: Argamassa de gesso + argamassa + ar + alumínio

$$A = 0,01 \cdot 0,39 + 0,2 \cdot 0,01 = 0,0059$$

$$R_c = 0,01/0,7 + 0,14/1,15 + 0,34 + 0,003/230$$

$$R_c = 0,4760$$

Camada Sistema 2: Argamassa de gesso + tijolo + ar + alumínio

$$A = 0,19 \cdot 0,39 = 0,0741$$

$$R_c = 0,01/0,7 + 0,1527 + 0,34 + 0,003/230$$

$$R_c = 0,5070$$

Resistência da parede

$$R_t = (0,0059 + 0,0741) / [(0,0059/0,4760) + (0,0741/0,5070)] = 0,5045$$

Resistência Total

$$R_T = R_i + R_t + R_e = 0,13 + 0,5045 + 0,04 = 0,6745$$

Transmitância da parede

$$U = 1/0,55 = 1,4825 \text{ W/m}^2 \cdot \text{k}$$

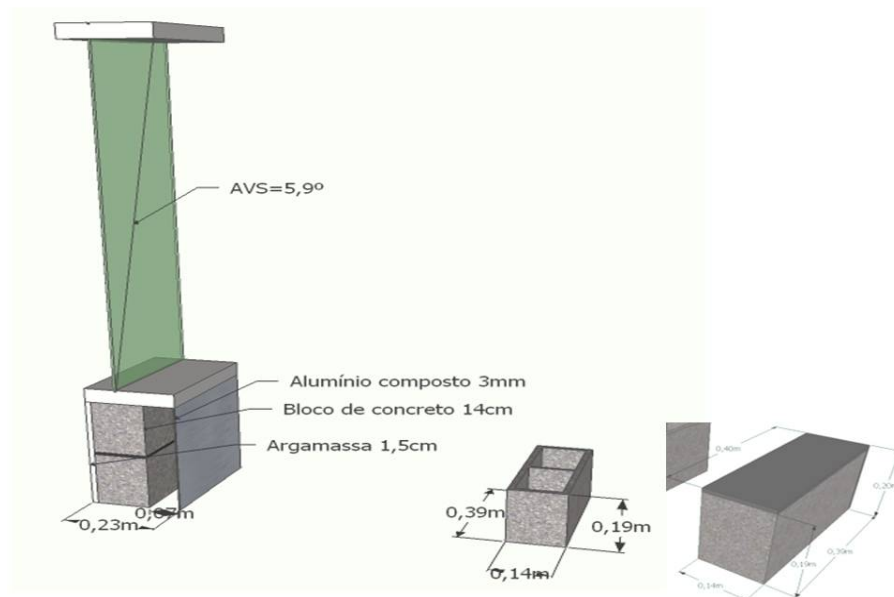


Ilustração 3 – Esquema do sistema construtivo utilizado nas paredes.

3.2 Cálculo de capacidade térmica – Paredes

Camada Tijolo 1: Concreto

$$A = (0,02 * 0,19) = 0,0038$$

$$CTc = (0,14 * 1,00 * 2300)$$

$$CTc = 322,00 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$

Camada Tijolo 2: Concreto + ar + concreto

$$A = (0,165 * 0,19) = 0,0314$$

$$CTcac = (0,02 * 1,00 * 2300) + 0 + (0,02 * 1,00 * 2300)$$

$$CTcac = 92,00 \text{ kJ/m}^2\text{K}$$

Capacidade térmica do Tijolo:

$$R_t = [(3 * 0,0038) + (2 * 0,0314)] / [(3 * 0,0038 / 322,00) + (2 * 0,0314 / 92,00)] = 115,59 \text{ kJ/m}^2\text{W}$$

Camada Sistema 1: Argamassa de gesso + argamassa + ar + alumínio

$$A = 0,01 * 0,39 + 0,2 * 0,01 = 0,0059$$

$$CTsa = (0,01 * 0,84 * 1200) + (0,14 * 0,88 * 2700) + 0 + (0,003 * 2300 * 1)$$

$$CTsa = 297,208$$

Camada Sistema 2: Argamassa de gesso + tijolo + ar + alumínio

$$A = 0,19 * 0,39 = 0,0741$$

$$CTsb = (0,01 * 0,84 * 1200) + 115,59 + 0 + (0,003 * 2300 * 1)$$

$$CTsb = 132,79$$

Capacidade Térmica da parede

$$CTp = (0,0059 + 0,0741) / [(0,0059 / 297,20) + (0,0741 / 132,79)] = 138,438 \text{ kJ/(m}^2\text{.K)}$$

3.3 Cálculo de transmitância térmica – Coberturas

Todas as coberturas dos edifícios do empreendimento Hangar são compostas de laje de concreto maciça com isolamento térmico, impermeabilizada com asfalto e pintada na face externa na cor branca. A superfície pintada de branco possui absorvância média de 0,20.

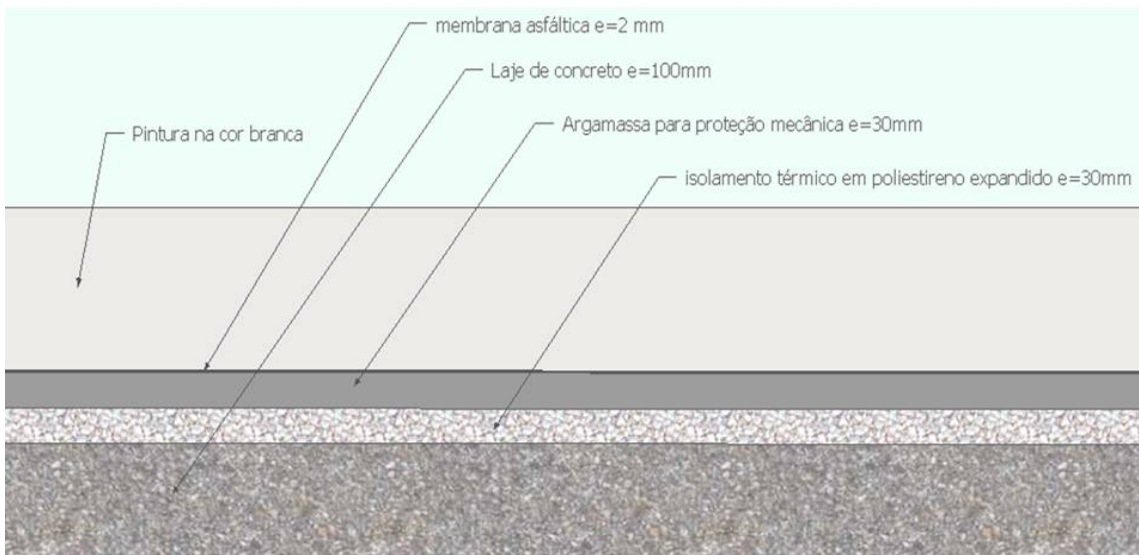


Ilustração 4 – esquema do sistema construtivo utilizado na cobertura.

Tabela 3 Transmitância e capacidade térmica da cobertura.

Transmitância térmica da cobertura	0,86 W/m ² .K
Capacidade térmica da cobertura	328,04 kJ/m ² .W

Fluxo descendente (zona bioclimática 8)

Camada 1: concreto + isopor + argamassa + asfalto

$$R_c = (0,1/1,75) + (0,03/0,035) + (0,03/1,15) + (0,002/0,17)$$

$$R_c = 0,95$$

$$R_t = R_i + R_c + R_e = 0,17 + 0,95 + 0,04 = 1,16 \text{ m}^2.\text{k/W}$$

$$U = 1/1,16 = 0,86 \text{ W/m}^2.\text{K}$$

3.4 Cálculo de capacidade térmica – Cobertura

Camada 1: concreto + isopor + argamassa + asfalto

$$C_t = (0,1*2200*1) + (0,03*1200*1,42) + (0,03*1800*1) + (0,002*1000*1,46)$$

$$C_t = 328,04 \text{ kJ/m}^2.\text{W}$$

3.5 Especificação dos elementos translúcidos

Em todo empreendimento imobiliário, as janelas possuem vidro laminado de 3x3 mm e fator solar de 0,40

(SHGC). Nas vitrines das lojas no pavimento térreo é utilizado vidro temperado de 10mm com fator solar médio de 0,80. Os vidros das vitrines serão colocados pelos proprietários das lojas, por isso, não será apresentada especificação técnica. Nos panos de vidros são utilizados vidro laminado de 4x4 mm e fator solar de 0,39. A Torre B não possui panos de vidro (ilustração 4).

Make-up Name	Make-up	Thermal Stress Guideline	Outboard Substrate & Coating	Inboard Substrate & Coating	PVB Product	Outboard Thickness (in.)	Transmission			Reflectance			U-Value		SC	SHC
							Visible Light %	UV %	Solar Energy %	Visible Out %	Visible In %	Solar Energy Out %	Winter Night (Btu/hr-R ² -F)	Summer Day (Btu/hr-R ² -F)		
SG 32 OG 3mm + PVB + CR Inc 3mm	—	Go	SunGuard® Silver 32 HD on Green	Clear	.015"(0.38m) Saflex® Clear PVB	0.12	30	0	20	20	17	13	1.01	0.92	0.46	0.4
SG 32 OG 4mm + PVB + CR Inc 4mm	—	Go	SunGuard® Silver 32 HD on Green	Clear	.015"(0.38m) Saflex® Clear PVB	0.16	29	0	17	19	16	11	1.00	0.91	0.44	0.3

Calculation Standard: NFRC 2004

SG 32 OG 3mm + PVB + CR Inc 3mm

Outdoors

LITE	Green Thickness = 3mm	#1 —
PVB	.015"(0.38m) Saflex® Clear PVB	#2 SunGuard® Silver 32 HD
LITE	Clear Thickness = 3mm	#3 —
		#4 —
Total Unit = 0.251 in / 6.381 mm		Slope = 90°

Indoors

SG 32 OG 4mm + PVB + CR Inc 4mm

Outdoors

LITE	Green Thickness = 4mm	#1 —
PVB	.015"(0.38m) Saflex® Clear PVB	#2 SunGuard® Silver 32 HD
LITE	Clear Thickness = 4mm	#3 —
		#4 —
Total Unit = 0.33 in / 8.381 mm		Slope = 90°

Indoors

Ilustração 5 Especificação do vidro utilizado de empresa conveniada com a Odebrecht. Fonte (Guardian SunGuard, 2010)

4. Resultados alcançados

Após avaliação do ante-projeto pelo método prescritivo percebeu-se que alguns materiais utilizados no sistema construtivo proposto anteriormente a decisão de realização dos estudos de etiquetagem não estavam dentro dos parâmetros aceitáveis a obtenção do selo e portanto esta primeira fase de avaliação gerou uma listagem de recomendações projetuais:

- Diminuição das alturas as janelas para 1,25m, não aumentando as larguras presente nas plantas apresentadas; Esta recomendação teve como objetivo diminuir o ganho de calor.
- Recuo do vidro das janelas em 17 cm, nas fachadas norte e sul, aumentando a câmara de ar entre a parede e o alumínio composto do caixilho.
- Adoção de outro sistema construtivo, aumentando o respaldo superior das janelas;
- Utilização de isolamento térmico, nas lajes dos pavimentos superiores, adotando-se 3cm de

- poliestireno expandido (isopor) e utilizando superfícies brancas ou de outra cor compatível;
- Utilização de vidro-duplo especificado com fator solar máximo de 0,4;
- Divisão de circuitos de iluminação nos ambientes de modo a possibilitar desligamento das luminárias adjacentes as janelas durante o dia;

Após adaptação do projeto às recomendações do método prescritivo verificou-se que as recomendações funcionavam em algumas orientações, entretanto não se mostravam suficientes para a aprovação de todas as edificações do empreendimento com o nível A.

Assim encaminhou-se o projeto a uma análise através do método de simulação. O método de simulação permitiu que se alcançasse um melhor refinamento dos resultados, pois incorporou um maior número de variáveis à composição do cálculo, como por exemplo os dados de sombras projetadas das edificações.

3. Conclusões

Após estes dois procedimentos se pôde observar um melhor desempenho da avaliação do Empreendimento Hangar Business Park, alcançando-se o nível “A” de etiquetagem da envoltória, conforme Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética para edifícios comerciais e de serviços (RQT-C). As etiquetas de 02 edifícios obtidas através do método prescritivo já foram emitidas. Aguarda-se a emissão das etiquetas obtidas através dos métodos de simulação. A etiquetagem atestou que as edificações são energeticamente eficiente em função da sua envoltória.

Isto só foi possível pela adaptação da composição do sistema construtivo, tanto das paredes externas tanto quanto das coberturas. Caso contrário não seria viável a obtenção da etiqueta nem mesmo pelo método de simulação.

O Empreendimento Hangar Business Park foi apresentado no presente estudo de caso pelo fato de ser o primeiro projeto no Nordeste a obter esta etiquetagem PROCEL Edifica em sua envoltória.

O mesmo empreendimento encontra-se em fase de avaliação para etiquetagem do sistema de iluminação

O grupo NEOENERGIA, através da equipe de eficiência energética vem agregando a certificação como um dos serviços disponíveis aos clientes das empresas. O intuito é somar esforços aos programas de eficiência energética, já desenvolvido pelas concessionárias do grupo através de leis regulatórias.

4. Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: desempenho térmico de edificações. Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

DORNELLES, Kelen Almeida. **Absortância solar de superfícies opacas**: métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo)-Unicamp, Campinas, 2008.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 2004.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - **Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos**,

2009, disponível em: < http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/arquivos/2_RTQ_C.pdf > Acesso em: 26/04/2012.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - Regulamento de avaliação de conformidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviço e

públicos, 2009, disponível em: < http://www.labeee.ufsc.br/eletrobras/etiquetagem/arquivos/3_RAC_C.pdf > Acesso em: 26/04/2012.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - Manual para aplicação dos Regulamentos: RTQ-C e RAC-C, 2009, disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br>

[/eletrobras/etiquetagem/arquivos/4_Manual.pdf](#)> Acesso em: 26/04/2012.
