

ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ

Felippe Fabrício dos Santos (1); Ana Lucia R. C. da Silveira (2)

(1) Aluno do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPI – f.fabricio@hotmail.com

(2) Dra, Professora do Curso de Arquitetura e Urbanismo. c_silveira@uol.com.br

Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Departamento de Construção Civil e Arquitetura,
Campus Petrônio Portela, CEP Telefone:

RESUMO

No Brasil, o regulamento para etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos, apresentada pelo MME/ PROCEL (2008), é a primeira proposta de classificação da eficiência energética de edificações, que engloba o desempenho térmico da envoltória e a eficiência dos sistemas de iluminação artificial e de condicionamento do ar. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho térmico da envoltória de dois edifícios do Campus Petrônio Portela da Universidade Federal do Piauí, bem como apresentar sugestões para a melhoria da eficiência energética destas edificações. Este trabalho foi desenvolvido a partir da metodologia proposta pelo próprio regulamento. De acordo com os cálculos realizados, tanto o bloco do Departamento de Transportes do Centro de Tecnologia como o edifício do Curso de Farmácia, foram classificados como nível C. Entretanto, nos dois casos, o nível A em relação à envoltória poderia ser conseguido com pequenas alterações no projeto original.

Palavras-chave: eficiência energética, desempenho térmico da envoltória;

ABSTRACT

In Brazil, the regulation for voluntary classification of the level of energy efficiency of office, service and public buildings, presented by MME / PROCEL (2008), is the first proposal of classification for the energy efficiency in constructions, which comprehends the wrapper's thermal performance and artificial lighting and air conditioning systems. This paper aims to assess thermal performance of the wrappers in two buildings of Petrônio Portela Campus at the Federal University of Piauí, as well as to present suggestions to improve energetic performance in these buildings. This work was developed based on the methodology proposed by its own regulation. According to the calculation conducted, both the Transportation Department of the Technology Center and the Pharmacy building were classified as Level "C". However, wrappers would be able to achieve level "A" with minor changes in the original project.

Keywords: energy efficiency, thermal performance of wrappers;

1. INTRODUÇÃO

A urbanização é um processo irreversível em todo o planeta. Aproximadamente metade da população do planeta vive em áreas urbanas e existem cerca de 19 cidades, 15 em países subdesenvolvidos, com mais de 10 milhões de habitantes. De acordo com Rogers (2001), as cidades consomem três quartos de toda a energia do mundo e causam três quartos da poluição global. As construções, por sua vez, consomem cerca de 50% de todos os recursos naturais, o que as tornam a atividade menos sustentável do mundo.

De acordo Ruano (2000, p. 14), os edifícios consomem 60% dos recursos extraídos da terra. Dessa forma, o uso racional dos materiais e sistemas construtivos apropriados ao lugar é uma forma de garantir a sustentabilidade ambiental. O consumo de energia pelas edificações hoje em dia é de aproximadamente 50%

da energia consumida pelas atividades humanas. O projeto de edificações que utiliza formas passivas de condicionamento ambiental contribui para melhorar a eficiência energética das edificações e reduzir os prejuízos ao meio ambiente.

No Brasil, o consumo de energia pelas edificações no Brasil tem se tornando cada vez mais elevado, conforme dados do próprio Ministério de Minas e Energia. De acordo com o Balanço Energético Nacional (MME, 2008), o consumo de energia elétrica no Brasil, em 2007, pelos setores residencial, comercial e público foi de aproximadamente 44,5% da energia elétrica consumida e o aumento do consumo entre 2006 e 2007, nos setores residencial e comercial, foi em torno de 6,0%. Nos edifícios comerciais, o consumo de energia ocorre principalmente com a iluminação artificial e com a climatização dos ambientes, que dependem basicamente do projeto de arquitetura.

A eficiência energética das edificações tem sido tema desenvolvido em diversos congressos e seminários nacionais e internacionais, como realizados pelo Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (NUTAU) e pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC), mostrando a necessidade de modificações nos padrões de consumo de energia nos edifícios.

De acordo com Lamberts, Dutra e Pereira (2004), a eficiência energética das edificações pode ser melhorada com a elaboração de projetos que incluam estudos sobre o comportamento energético do edifício. O consumo elevado de energia pelas edificações, a preocupação com a sustentabilidade ambiental e com a conservação dos recursos naturais levaram os países mais desenvolvidos a elaborarem normas de eficiência energética para as edificações, como uma medida de regulamentação e controle do consumo energético.

No Brasil, o regulamento para etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos, apresentada pelo PROCEL/MME (2008), é a primeira proposta de classificação da eficiência energética de edificações, que engloba o desempenho térmico da envoltória e a eficiência dos sistemas de iluminação artificial e de condicionamento do ar. Tem como objetivo “criar condições para a etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos” (MME/PROCEL, 2008, p.14). Aplica-se a edifícios com área total útil mínima de 500m² e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3kV.

O edifício pode ter uma classificação geral, considerando os três requisitos (envoltória, sistema de iluminação artificial e sistema de condicionamento de ar) ou pode ser avaliado, independentemente, em apenas um ou mais requisitos. Todos os requisitos têm níveis de eficiência que variam entre A (mais eficiente) a E (menos eficiente). No caso de serem avaliados os três requisitos, no cálculo da classificação geral são atribuídos os seguintes pesos: envoltória (30%), sistema de iluminação (30%) e sistema de condicionamento de ar (40%).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho térmico da envoltória de dois edifícios do Campus Petrônio Portela da Universidade Federal do Piauí, de acordo com a regulamentação para etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos, bem como apresentar sugestões para a melhoria da eficiência energética destas edificações.

3. MÉTODO

Este trabalho foi desenvolvido a partir do próprio regulamento para etiquetagem do nível de eficiência energética de edifícios e pode ser dividida em três partes principais:

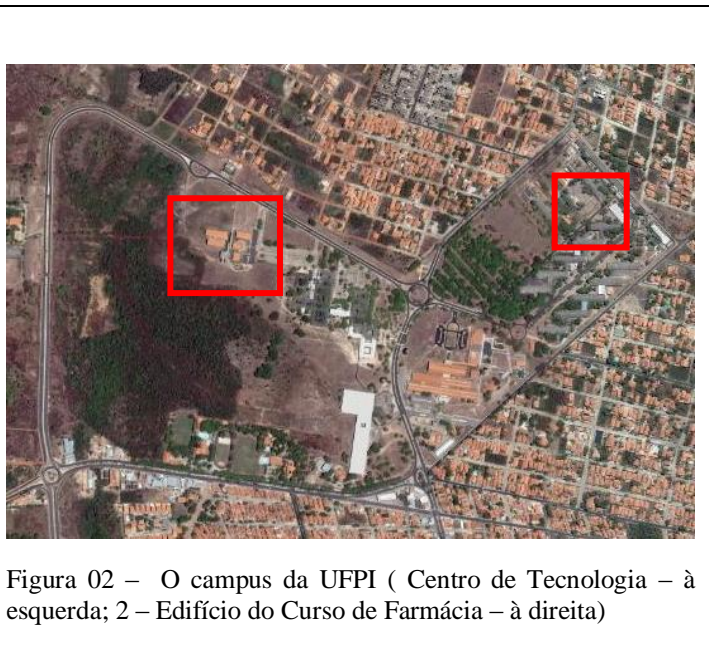
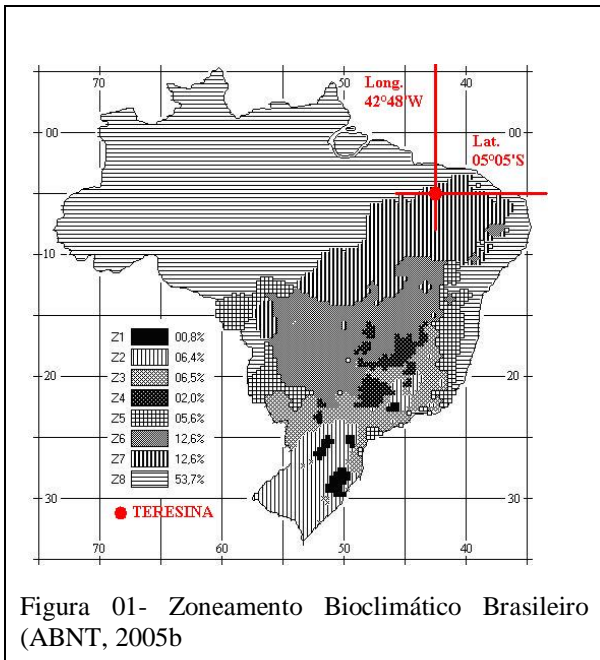
1. Escolha e caracterização dos edifícios do Campus da UFPI;
2. Cálculo do desempenho térmico da envoltória das edificações escolhidas;
3. Análise da insolação das fachadas

3.1. Escolha e caracterização dos edifícios do Campus da UFPI

A Universidade Federal do Piauí foi criada em 1968 e instalada a partir de 1971, em Teresina, no Campus Petrônio Portela, situado na zona leste da cidade. Ocupa uma área de aproximadamente 78 hectares, antes parte de uma fazenda e hoje dentro de área totalmente urbanizada. Os primeiros edifícios foram sete galpões térreos com estrutura metálica e cobertura com telhas de fibrocimento e aos poucos outros edifícios foram sendo construídos, à medida que os novos cursos eram implantados.

Teresina está localizada a 05°05” de latitude sul e 42°43” de longitude a oeste de Greenwich, dentro da zona bioclimática 7 (figura 01), de acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro. O clima da região é

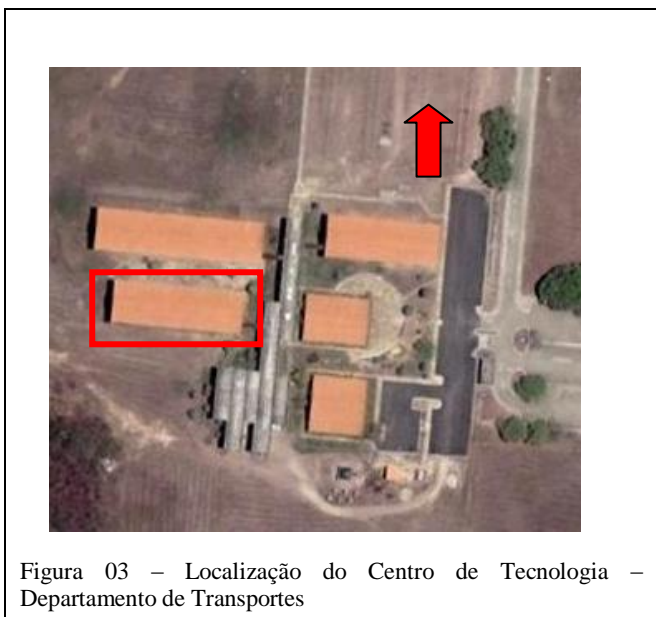
classificado de acordo Nimer (1989) como tropical quente e semi-árido, com período seco de 6 meses. É marcado pelo forte contraste entre a estação seca, no inverno, e as precipitações concentradas no verão. As temperaturas médias anuais são elevadas e variam entre 26 e 28°C. A umidade relativa do ar média anual é de 70%, mas no período chuvoso é em média 85% e nos meses mais secos, 55%.



Os edifícios escolhidos para a análise da eficiência energética foram um dos blocos do Centro de Tecnologia, projetado em 1989, com a 1ª etapa foi construída em 1998, e o do Curso de Farmácia, construído em 2008 (Figura 02).

3.1.1. Edifício do Centro de Tecnologia

O Centro de Tecnologia possui atualmente 5 blocos, sendo 2 térreos e 3 com 2 pavimentos. O edifício analisado abriga o Departamento de Transportes. Suas fachadas principais estão orientadas para norte e sul, conforme planta de localização (figura 03). Tem forma retangular alongada no eixo leste-oeste e possui dois pavimentos (figura 04).



As salas são organizadas ao longo de corredor lateral, protegido no térreo por uma parede de elementos vazados e aberto no pavimento superior (figura 05). Este bloco abriga salas de aula, laboratórios, salas de professores e administrativas.

No seu projeto original, as salas de aula seriam ventiladas naturalmente, através da ventilação cruzada pelas aberturas dispostas nas fachadas norte e sul. Posteriormente, foram colocados aparelhos de ar-condicionado de parede em todas as salas. E as salas atualmente são todas climatizadas artificialmente. O vidro das janelas era originalmente do tipo comum, mas foram colocadas películas na cor fume, para diminuir a iluminação natural durante o dia.

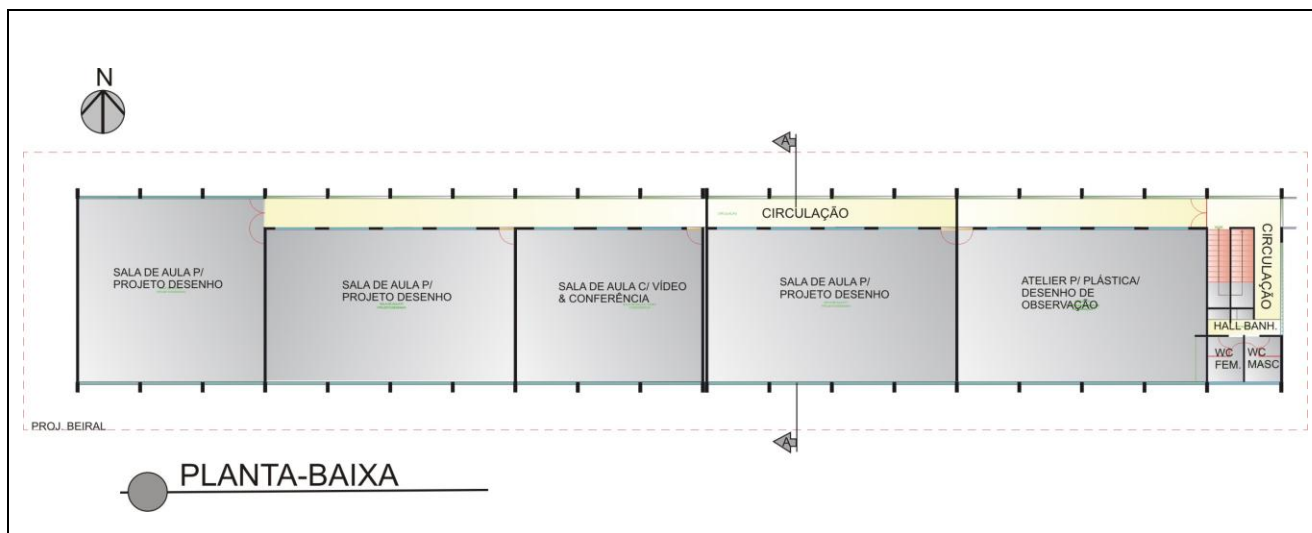


Figura 05 – Planta baixa do bloco do Departamento de Transportes – pavimento superior

A envoltória da edificação é constituída de paredes de tijolos cerâmicos de 6 furos, rebocadas e revestidas com casquilho cerâmico até a altura de 1,80m em todas as fachadas. Acima desta altura, as paredes são apenas rebocadas. Os pilares e vigas são de concreto aparente. O sistema de cobertura utilizado é de telha cerâmica e estrutura metálica com abertura central do tipo lanterna, para saída do ar quente do ático (figura 06). As aberturas da fachada norte são grandes, com altura do peitoril a 0,70m e largura igual ao vão entre os pilares. As aberturas da fachada sul são pequenas, com peitoril acima 1,80m e estrutura metálica e vidro comum de 4mm.

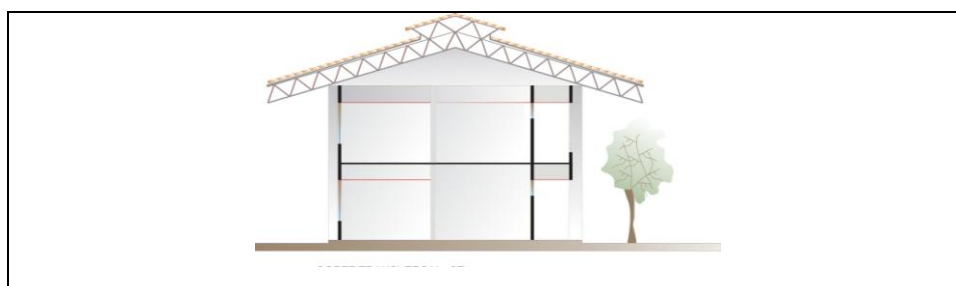


Figura 06 – Corte transversal do bloco do Departamento de Transportes

3.1.2. Edifício do Curso de Farmácia

O edifício do Curso de Farmácia foi construído em 2008. Suas fachadas principais estão orientadas para nordeste e sudoeste, conforme planta de localização (figura 07). Possui apenas um pavimento (figura 08). As fachadas são protegidas pelos beirais, A forma do edifício é retangular com eixo maior no sentido SE-NO.

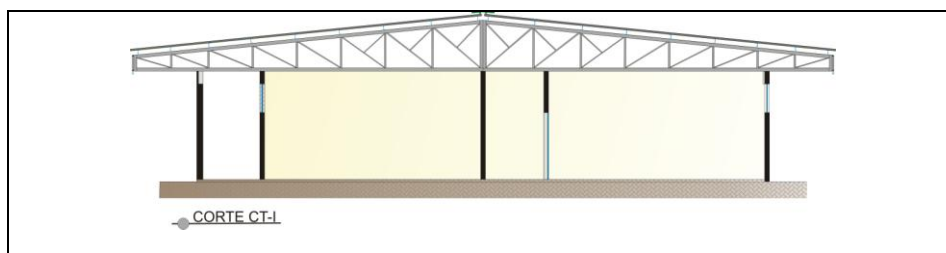


Figura 10 – Corte Transversal do edifício do Curso de Farmácia

3.2. Cálculo do desempenho térmico da envoltória

Este trabalho avalia o desempenho térmico da envoltória dos dois edifícios cujas características foram apresentadas no item anterior. Como pré-requisito específico, o regulamento exige, para a envoltória, os seguintes requisitos (Tabela 01), em função do nível de classificação pretendido (os valores apresentados se referem à zona bioclimática 7, onde se localiza Teresina) :

Tabela 01 - Valores da transmitância térmica de paredes e coberturas e absorvância de superfícies exigidos pela regulamentação

CLASSIFICAÇÃO	TRANSMITÂNCIA TÉRMICA (w/m^2)		CORES ABSORTÂNCIA DE SUPERFÍCIES
	PAREDES	COBERTURA	
NÍVEL A	$\leq 2,5$ (capacidade térmica máxima de $80kJ/m^2K$)	$\leq 1,0$ (ambientes com ar-condicionado) $\leq 2,0$ (ambientes sem ar-condicionado)	Superfície externa das paredes com absorvância $< 0,4$ (cores claras); Cobertura não aparente: absorvância $< 0,40$, telha cerâmica não esmaltada
NÍVEL B	$\leq 3,7$ (capacidade térmica superior a $80kJ/m^2K$)	$\leq 1,5$ (ambientes com ar-condicionado) $\leq 2,0$ (ambientes sem ar-condicionado)	
NÍVEIS C e D		$\leq 2,0$ (para qualquer ambiente)	Sem requisito

O cálculo da transmitância térmica das paredes e cobertura e da capacidade térmica foi feito de acordo com ABNT – NBR 15220-2 (2005a). Os valores calculados da transmitância térmica das paredes e da cobertura dos dois edifícios e a classificação (tabela 02) foram os seguintes:

Tabela 02 – Classificação dos edifícios e valores da transmitância térmica de paredes e coberturas

EDIFÍCIO	COBERTURA		PAREDES		CLASSIFICAÇÃO
	MATERIAL	TRANSMITÂNCIA	MATERIAL	TRANSMITÂNCIA	
Departamento de transportes	Telha cerâmica	$2,0 W/m^2K$	Tijolo cerâmico 6 furos com revestimento de casquilho	$2,44 W/m^2K$, com capacidade térmica = $198,66 kJ/m^2K$	Nível B
Curso de Farmácia	Telha termoacústica	$0,57 W/m^2K$	Tijolo cerâmico 6 furos com revestimento de casquilho	$2,4 W/m^2K$, com capacidade térmica = $210 kJ/m^2K$	Nível A

O valor da absorvância média das superfícies externas das paredes e da cobertura dos edifícios (Tabela 03) foram os seguintes:

Tabela 03 – Classificação dos edifícios e valores da absorvância média de paredes e coberturas

EDIFÍCIO	COBERTURA		PAREDES		CLASSIFICAÇÃO
	MATERIAL	ABSORVÂNCIA MÉDIA	MATERIAL	ABSORVÂNCIA MÉDIA	
Departamento de transportes	Telha cerâmica	$\alpha = 0,75$	Tijolo cerâmico 6 furos com revestimento de casquilho	$\alpha = 0,406$	Nível C
Curso de Farmácia	Telha (cor branca) termoacústica	$\alpha = 0,2$	Tijolo cerâmico 6 furos com revestimento de casquilho	$\alpha = 0,47$	Nível C

Após a análise dos pré-requisitos, a determinação da eficiência da envoltória é feita a partir do cálculo do indicador de consumo, considerando a área de projeção da cobertura (< ou > 500m²) e a zona bioclimática. Para a zona bioclimática 7 e área de projeção da cobertura > 500m², o fator de forma mínimo = 0,17 e o Indicador de Consumo da envoltória é calculado através da Equação 1 (MME/PROCEL, 2008, p.24):

$IC_{env} = -69,48FA + 1347,78FF + 37,74PAF_T + 3,03FS - 0,13AVS - 0,19AHS + 19,25/FF + 0,04.AHS/(PAF_T.FS) - 306,35$	Equação 1
---	------------------

As variáveis da equação 1 e os valores calculados para os dois edifícios são apresentados na tabela 04:

Tabela 04 – Variáveis da equação 3.8 e valores calculados para os dois edifícios

VARIÁVEIS	EDIFÍCIO DO CURSO DE FARMÁCIA	EDIFÍCIO DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
A _{pob} – área de projeção da cobertura (m ²)	1794,15	794,74
A _{tot} – área total de piso (m ²)	1501,44	1021,68
A _{env} – área da envoltória (m ²)	2389,75	1640,57
AVS – ângulo vertical de sombreamento (entre 0 e 45° graus)	61° (utilizado = 45°)	24°
AHS – ângulo horizontal de sombreamento (entre 0 e 45° graus)	-	-
FF (A _{env} / V _{tot}) - fator de forma (mínimo = 0,17)	0,625	0,472
FA(A _{pob} / A _{tot}) – fator altura	1,208	0,778
FS – fator solar	0,87 (vidro simples)	0,87 (vidro simples)
PAF _T – percentual de abertura na fachada total	0,134	0,2894
V _{tot} - volume total da edificação (m ³)	3819,36	3473,712
IC _{env} – Índice de Consumo da envoltória	484,724	327,017

Em seguida foi calculado limite máximo e mínimo do Indicador de Consumo para a volumetria de cada edifício (Tabela 05), de acordo com os parâmetros estabelecidos pelo regulamento. O intervalo entre o máximo e o mínimo (i) é dividido por 4 e cada parte se refere a um nível de classificação numa escala de classificação que varia entre A e E.

Tabela 05 – Índice de Consumo máximo e mínimo calculados para os dois edifícios

ÍNDICE DE CONSUMO	EDIFÍCIO DO CURSO DE FARMÁCIA	EDIFÍCIO DO DEPARTAMENTO DE TRANSPORTES
IC da envoltória	484,724	327,017
IC máximo	507,373	341,072
IC mínimo	485,705	321,103
i = IC Max – IC min / 4	5,417	4,992

A classificação da eficiência da envoltória dos edifícios é feita comparando-se o Índice de Consumo da edificação com os limites dos intervalos dos níveis de eficiência. As tabelas 06 e 07 apresentam os resultados obtidos para os dois edifícios.

Tabela 06 – Limites dos intervalos dos níveis de eficiência para o edifício do Curso de Farmácia

EFICIÊNCIA	A	B	C	D	E
Limite mínimo	-	491,132	496,549	501,966	507,383
Limite máximo	491,122	496,539	501,956	507,373	-

O edifício do Curso de Farmácia, cujo Índice de Consumo é igual a 484,724, foi classificado como nível de eficiência A. Entretanto, em função da absorvância média das paredes maior do que 0,4, o nível de eficiência baixa para C.

Tabela 07 – Limites dos intervalos dos níveis de eficiência para o edifício do Departamento de Transportes

EFICIÊNCIA	A	B	C	D	E
Limite mínimo	-	326,106	331,018	336,09	341,082
Limite máximo	326,096	331,008	336,08	341,072	-

O edifício do Departamento de Transportes, com Índice de Consumo igual a 327,017, foi classificado como nível de eficiência B. Entretanto, em função dos valores da transmitância média e da absorptância média das paredes e cobertura, o nível de eficiência do edifício baixa para C.

3.3 Análise da insolação das fachadas

A insolação das principais fachadas dos dois edifícios foi analisada, por ter influência na quantidade de radiação solar que atinge as edificações.

O edifício do Departamento de Transportes é alongado no eixo leste e oeste, com as fachadas maiores orientadas para norte e sul e protegidas por beiral. As fachadas leste e oeste são cegas.

O edifício do Curso de Farmácia também tem duas fachadas cegas, com orientação sudeste e noroeste, e as maiores fachadas são orientadas para nordeste e sudoeste e protegidas por beiral.

A seguir apresentamos as máscaras de sombras dos dois edifícios (figura 11), feitas utilizando-se o software SOL-AR .

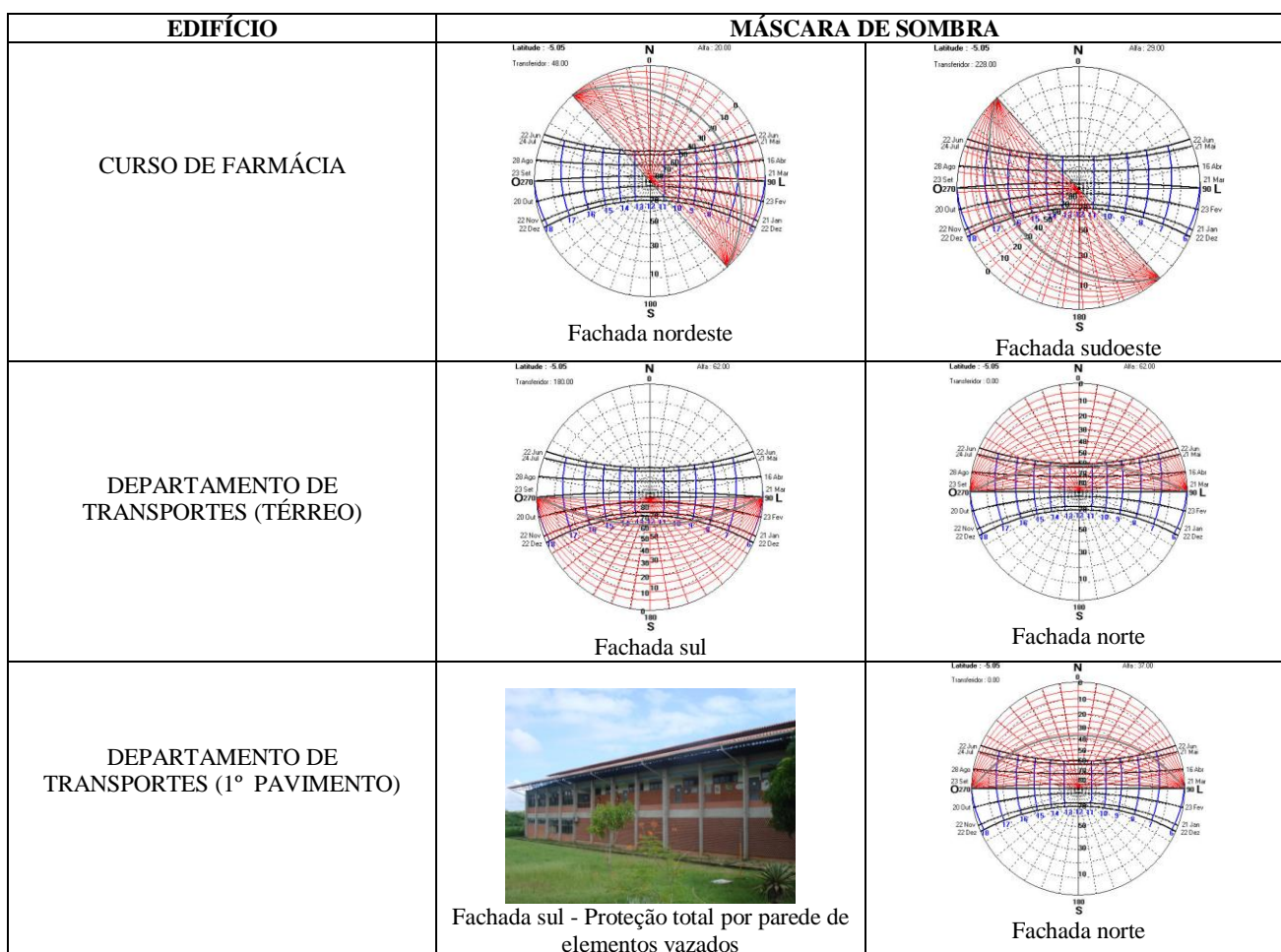


Figura 11 – Máscaras de sombras das principais fachadas dos edifícios

De acordo com as máscaras solares, os dois edifícios estão bem protegidos da radiação solar, recebendo insolação parcial apenas nas primeiras e últimas horas do dia.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os dois edifícios analisados apresentaram nível de eficiência C em relação à envoltória, considerando-se o pre-requisito em relação à absorvância média das paredes, no caso do edifício do Curso de Farmácia e também a transmitância das paredes e cobertura no caso do Departamento de Transportes.

4.1 O edifício do Curso de Farmácia

O nível A de eficiência da envoltória deste edifício poderia ser conseguido caso se diminuísse a altura do revestimento de casquilho cerâmico nas fachadas, utilizado por facilitar a manutenção do mesmo, ou com uma pintura de cor clara sobre o revestimento. Entretanto, de acordo com as máscaras de sombra, as principais fachadas do edifício estão protegidas da radiação solar durante praticamente o dia todo, com exceção das primeiras horas da manhã e da tarde. Neste caso, a importância da cor da fachada não é tão relevante, uma vez que as superfícies não recebem insolação solar direta.

Apesar do nível de eficiência A da envoltória ser conseguido com a correção da cor das paredes externas, o arranjo em planta (figura 09) não permite a ventilação natural dos ambientes, tornando-se necessário o uso de ar-condicionado durante todo o dia. O uso constante de iluminação artificial nos ambientes internos, devido ao tamanho reduzido das aberturas, também é um ponto negativo do edifício, embora o pequeno valor do percentual de aberturas na fachada melhore o índice de consumo da edificação.

4.2 O edifício do Departamento de Transportes

O índice de consumo (IC = 324,287) deste edifício poderia ser classificado como nível A caso o ângulo vertical de sombreamento (AVS) fosse igual a 45°, como no projeto original, que previa brises para proteção do pavimento térreo. A utilização de vidro verde 6mm também elevaria a eficiência para o nível B (IC = 326,199).

O índice de consumo foi calculado considerando-se o vidro comum, com fator solar igual a 0,87, como foi projetado e construído o prédio. Entretanto, a maioria das aberturas das salas de aula, posteriormente, receberam película fume, para permitir projeções (data-show, retroprojektor) durante o dia. Refazendo-se o cálculo com esta película, o índice de consumo diminui (IC = 325,89), e passa a ser classificado como nível A.

Como no prédio do Curso de Farmácia, o revestimento das paredes externas com casquilho cerâmico contribui para o alto valor da absorvância média das superfícies, mas elas também estão bastante protegidas da radiação solar, conforme as máscaras de sombra.

Em relação à transmitância térmica da cobertura, que também contribuiu para o nível C final da envoltória, o fato do sistema de cobertura ter câmara de ar muito ventilada, em função do lanternim e das aberturas nas laterais, não é levado em consideração pelo método de cálculo adotado. A retirada do ar quente entre o telhado e o forro diminui os ganhos de calor na situação de verão, que em Teresina ocorre o ano todo.

Este edifício foi projetado de maneira a permitir a ventilação cruzada das salas (conforme o arranjo com corredor lateral) e o uso da iluminação natural durante o dia, por isso o alto valor do percentual de aberturas nas fachadas, mas todas são protegidas pelos amplos beirais.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que, com pequenas alterações no projeto, ou mesmo após a construção dos prédios, o nível de eficiência A poderia ser obtido nos dois casos. Entretanto, a análise dos projetos mostra que o edifício do Departamento de Transportes possibilita maior a utilização dos recursos naturais como a ventilação e a iluminação, diminuindo assim o consumo de energia com a climatização e iluminação artificiais.

O regulamento para etiquetagem voluntária do nível de eficiência de edifícios como está apresentado deixa muitas dúvidas na sua utilização, que devem ser posteriormente esclarecidas e discutidas.

Em relação à envoltória, muitos aspectos não são considerados no cálculo, mas tem influência no desempenho da edificação, como por exemplo, o uso de vidros totalmente sombreados, o ático ventilado, a existência de paredes com elementos vazados, a importância da cor da fachada quando ela é totalmente sombreada. Também apontamos o fato da orientação da edificação não ser levada em consideração no cálculo da eficiência da envoltória como um ponto a ser discutido no regulamento.

O uso da ventilação e iluminação naturais não é incentivado pelo regulamento, como pode ser verificado nesta pesquisa. O uso de recursos bioclimáticos nas edificações, procurando tirar partido das condições climáticas da região, também pode contribuir para o menor consumo de energia da edificação.

Os estudos dos dois prédios devem ser aprofundados, analisando-se o nível de eficiência da iluminação artificial e do sistema de condicionamento do ar, para se obter a classificação das edificações como um todo.

6. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e Encontro Latino-americano de Conforto no ambiente Construído. [S.l.]: ANTAC, 1990-2005. (Congresso bi-anual)

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2ª edição. São Paulo: ProLivros, 2004.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA/PROCELEDIFICA (MME/PROCEL). Regulamentação para etiquetagem voluntária do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos. Brasília, 2008. Versão aprovada em fevereiro de 2008 pela Secretaria técnica do GT-Edificações.

_____. Balanço Energético Nacional – Ano Base 2007. Disponível em www.mme.gov. Acessado em 03/03/2009.

NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 2ª ed.

NUCLEO DE PESQUISA EM TECNOLOGIA DA ARQUITETURA E URBANISMO. Seminário Internacional NUTAU. São Paulo: 1998-2004. (Seminário bi-annual)

RUANO, M. *Ecourbanismo: entornos humanos sostenibles*. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.