



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

**ENTAC 2010**

XIII Encontro Nacional de Tecnologia  
do Ambiente Construído

## **OTIMIZAÇÃO DO DESEMPENHO TERMO-ENERGÉTICO DA ENVOLTÓRIA: DIAGNÓSTICO, PROPOSTAS DE SOLUÇÃO E AVALIAÇÃO PELO MÉTODO PRESCRITIVO DO RTQ-C E SIMULAÇÃO**

**Cláudia D. N. Amorim (1); Milena S. Cintra (2); Júlia T. Fernandes (3); Larissa O. Sudbrack (4); Giselle M. C. Chaim (5)**

- (1) Departamento de Tecnologia – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de Brasília, Brasil – e-mail: clamorim@unb.br  
(2) Mestranda em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília, Brasil – email: milenascintr@gmail.com  
(3) Mestre em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília, Brasil – email: julia@fernandescapanema.com.br  
(4) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília, Brasil – email: larisud@gmail.com  
(4) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Brasília, Brasil – email: gisellecormier@gmail.com

### **RESUMO**

A qualificação ambiental do espaço construído tem forte amparo contemporâneo, uma vez que a diminuição dos impactos ambientais, em particular o gasto energético, deve ser considerada simultaneamente à busca pelo conforto térmico do usuário. Neste contexto, é importante considerar a reabilitação de edifícios existentes para reformulação de aspectos físicos da envoltória, visando à otimização do desempenho termo-energético. Este artigo apresenta o estudo de um edifício de escritórios do Complexo de Tecnologia do Banco do Brasil (sede IV), localizado em Brasília-DF, onde já existia uma avaliação negativa dos usuários quanto ao conforto térmico e à solicitação de adequações da envoltória. O estudo foi realizado em três etapas, sendo a primeira a caracterização da edificação segundo as diretrizes bioclimáticas para a cidade, desde sua implantação, forma, até aspectos do desempenho da envoltória - propriedades térmicas e área dos fechamentos opacos e translúcidos, películas de proteção, eficiência dos brises horizontais e verticais existentes, por meio da máscara de sombra de todas as aberturas considerando-se as orientações, barreiras e obstruções, período do ano e horas de sol. A segunda etapa da pesquisa propôs soluções para a utilização de novos brises ou remanejamento dos existentes de forma a otimizar seu desempenho, a partir da adequação dos ângulos e tipologia das proteções. Na terceira etapa foi avaliada a eficiência energética da envoltória, a partir das soluções propostas, segundo os métodos de etiquetagem previstos no Regulamento Técnico de Qualidade do nível de Eficiência Energética de Edifícios (Inmetro, 2009). A partir do método prescritivo constatou-se que as soluções propostas garantiriam uma envoltória com etiqueta “A”. Finalmente, foram realizadas simulações com o *software* Design Builder para quantificar o desempenho térmico e energético das propostas de melhoria da envoltória, principalmente no que diz respeito às condições de conforto térmico, por meio do Voto Médio Predito de Fanger, além do estudo da possibilidade de zonas passivas de iluminação e ventilação naturais.

Palavras-chave: desempenho termo-energético, envoltória, etiquetagem de edifícios, otimização

## **1 INTRODUÇÃO**

As restrições energéticas e a preservação ambiental, temas constantes na discussão mundial sobre sustentabilidade, têm enfatizado a importância de se adotar algumas estratégias, dentre as quais, reduzir o consumo energético dos edifícios e otimizar os gastos de recursos naturais, como a água, entre outros.

Essas posturas estão relacionadas a uma busca contínua pela qualidade ambiental dos edifícios, que consideram as relações físicas, materiais e energéticas entre a construção e o ambiente que as circundam, o conforto ambiental interno, juntamente ao consumo de recursos naturais e energéticos, a segurança, o impacto ambiental da construção e do uso do edifício, a reabilitação da edificação e outros (PIARDI et al, 1999).

Edifícios de escritórios requerem qualidade nos ambientes de trabalho, tais como condições especiais de conforto luminoso e térmico, que dependem da utilização de sistemas elétricos e mecânicos e repercutem na eficiência energética, caso não seja considerada a adequação da envoltória aos fatores externos, tais como clima local, ação dos ventos e interferência de edificações, do entorno e da orientação.

Neste contexto, justifica-se a necessidade de análises que tenham por objetivo traçar as diretrizes de qualidade do espaço construído e de escritórios, por meio da diminuição no consumo dos usos finais de iluminação, equipamentos e conforto ambiental térmico, como formas efetivas de contribuição tanto na melhoria da qualidade do meio ambiente como na dos espaços construídos.

Este artigo trata da avaliação e propostas de melhoria do desempenho termo-energético de um edifício do Banco do Brasil. O estudo evidencia a crescente preocupação de grandes empresas brasileiras em adotar medidas de eficiência energética em seus edifícios de escritórios. Por consequência, este novo mercado exige uma maior atuação de profissionais relacionados à tecnologia da construção e à reabilitação ambiental de edifícios.

## **2 OBJETIVO**

A pesquisa teve o objetivo de fornecer um diagnóstico de conforto ambiental e otimização do desempenho térmico e energético da envoltória do edifício Sede IV do Complexo Central de Tecnologia do Banco do Brasil em Brasília, a partir dos parâmetros estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios (RTQ-C).

## **3 METODOLOGIA**

O conforto ambiental e o desempenho térmico e energético da edificação foram avaliados primeiramente pela “Caracterização das Condições de Conforto Ambiental”. Posteriormente foi realizado um “Diagnóstico da Envoltória” e por fim, foram propostas as “Soluções Corretivas” para os problemas detectados.

Na primeira etapa da pesquisa foi realizado um estudo do clima de Brasília e das diretrizes para a cidade, de acordo com a norma ABNT NBR 15220-3, do Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. A norma, apesar de ser para habitações unifamiliares, é grande referência teórica, inclusive para o próprio RTQ-C. Em seguida, toda a edificação foi caracterizada, com foco especial nos elementos da envoltória que mais contribuíam para o conforto térmico e eficiência energética da mesma, tais como implantação, orientação, materiais opacos e transparentes, aberturas e proteções solares.

Em uma segunda etapa, foram feitas as máscaras de sombra de todas as aberturas das diversas orientações das fachadas, por meio dos diagramas solares, considerando-se todas as barreiras e obstruções - brises horizontais e verticais e saliências da própria edificação. Esta avaliação foi fundamental para o entendimento do funcionamento dos brises horizontais e verticais existentes e sua

eficiência nos locais atualmente instalados. Esta etapa da pesquisa propôs soluções para a utilização de novos brises e/ou remanejamento dos existentes de forma a otimizar seu desempenho, a partir da adequação dos ângulos e tipologia das proteções.

Na terceira e última etapa foi avaliada a eficiência energética da envoltória, a partir das soluções propostas, segundo os métodos de etiquetagem previstos no Regulamento Técnico de Qualidade do nível de Eficiência Energética de Edifícios (Inmetro, 2009), sendo eles, o prescritivo e a simulação.

### 3.1. Caracterização Do Clima Do Distrito Federal

O Distrito Federal do Brasil está situado a aproximadamente 16° de latitude sul (entre os paralelos 15°30' e 16°03'), acima dos 1000 metros de altitude (1.070m), com uma temperatura média de 21,1°C, e enquadrado dentro dos limites da região tropical. (FERREIRA, 1965, p.12).

O clima do DF pode ser classificado como tropical de altitude e é marcado por dois períodos distintos ou duas estações do ano bem definidas: período quente-úmido – verão chuvoso, de outubro a abril, com uma temperatura média de 22°C; e período frio-seco – inverno seco, de maio a setembro, com temperaturas mais baixas em seu início, a partir de fins de maio a agosto, com média de 19°C.

É comum a sensação de desconforto decorrente da temperatura elevada durante o dia e bastante reduzida à noite, em algumas épocas do ano. Devido à localização na área central do país e à sua altitude, essas amplitudes diárias de temperatura são consideráveis, tanto no período chuvoso, de em média 10°C, quanto no período seco, de aproximadamente 14°C.

Com relação à insolação, os valores permanecem em torno de 2.600 horas mensais, sendo a média no verão (estação chuvosa) de 160 horas mensais e no inverno (período seco) de 290 horas mensais.

A umidade relativa do ar média anual é de 67%. De abril a setembro estes valores sofrem uma diminuição considerável, alcançando níveis inferiores a 25%. O mês mais seco é o mês de agosto, com 56% de umidade relativa média. A umidade relativa mínima absoluta registrada é de 8% no mês de setembro.

Os ventos moderados e constantes são provenientes da orientação leste (frequência média anual), sendo que são mais constantes nas direções leste e sudeste no inverno e noroeste no verão.

Para este estudo foram levados em consideração os seguintes elementos do clima: ventos dominantes, temperatura do ar e umidade relativa do ar.

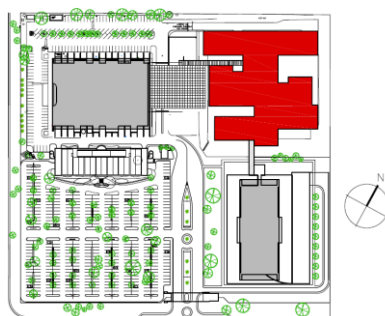
### 3.2. Caracterização da Edificação

O Complexo Central de Tecnologia do Banco do Brasil situa-se no final da Asa Norte, Quadra 716 - Brasília (Plano Piloto) – DF (Figura 1).

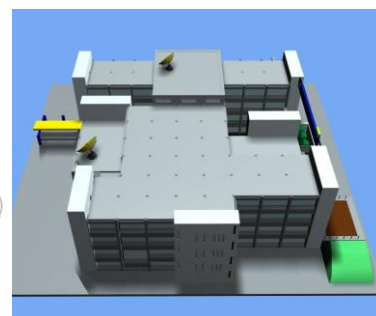
Constitui-se de três edificações, sendo que apenas uma destina-se a escritórios e as outras duas a equipamentos. O edifício de escritórios – Sede IV, marcado em vermelho - e foco deste estudo localiza-se a nordeste do terreno (Figura 2). É composto de dois subsolos, pavimento térreo, dois pavimentos de escritórios e um terceiro destinado a academia (Figura 3).



**Figura 1:** Situação do terreno no Plano Piloto



**Figura 2:** Planta de localização



**Figura 3:** Maquete eletrônica

A tabela abaixo mostra as principais características de forma, envoltória e ventilação do edifício analisado.

<b>Forma</b>	Polígonos regulares, com várias saliências e recortes, que se caracterizam como prismas abertos de ventilação e iluminação.
<b>Envoltória</b>	Composta por planos com revestimento em mármore branco em sua maioria, e alguns espaços em concreto aparente, brises verticais e horizontais de alumínio (cor natural). Cobertura de fibrocimento com laje de concreto.
	Fechamentos opacos: foram observados os índices de absortância e transmitância dos materiais da envoltória: mármore branco e concreto nas fachadas e fibro-cimento na cobertura.
	Fechamentos Transparentes: foram analisados o Fator Solar dos vidros, que em sua maioria são de 6mm incolor com películas de vários tipos e cores em vários locais, sem qualquer padronização. Muitas películas encontravam-se desgastadas e sujas. A película escurece alguns espaços internos e altera a cor e a luz exterior, criando uma sensação de desconforto nos ambientes interiores, devido à sensação de falta de claridade.
	Aberturas: Identificaram-se grandes aberturas em vidro, em todas as fachadas, apesar de grande maioria delas estar protegida por brises. Por este motivo, a visão para o exterior é prejudicada. A quantidade de aberturas foi analisada em relação ao Percentual de Aberturas na Fachada (PAFt).
	Proteções Solares: foram estudados os Ângulos de Proteção (AVS e AHS) dos brises verticais e horizontais, presentes em praticamente todas as esquadrias das fachadas. Praticamente todos os brises permaneciam fechados, apesar de serem móveis. Identificou-se a necessidade de manutenção nos sistemas, que em alguns locais encontravam-se danificados e em outros com impossibilidade de uso.
<b>Ventilação</b>	Ventilação Natural ineficiente, e por isso, praticamente inexistente.

**Tabela 1** – Dados da caracterização do edifício

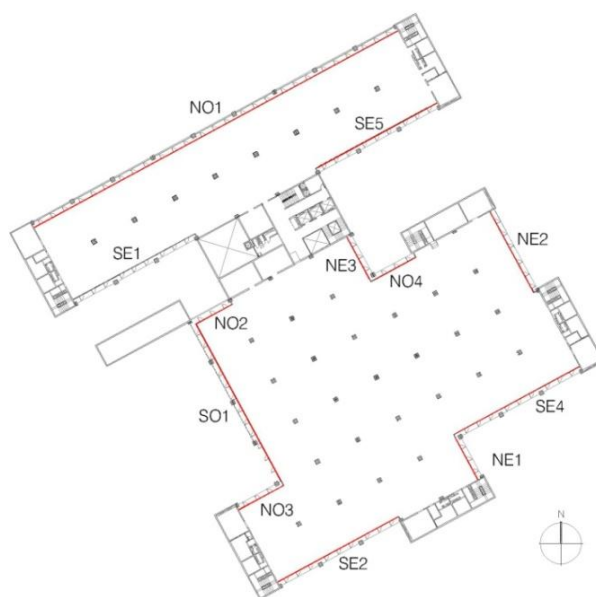
### 3.3. Análise da Insolação e Máscara de Sombra

Para análise da eficiência das proteções solares existentes na edificação e proposição de alteração e medidas corretivas, foram feitas as máscaras de sombra de todas as aberturas das diversas orientações das fachadas, através dos diagramas solares, considerando-se o auto-sombreamento do edifício e os brises horizontais e verticais existentes.

A partir da identificação dos ângulos de sombreamento foi possível traçar a máscara de sombreamento de cada abertura, que corresponde à representação na carta solar dos obstáculos que impedem a radiação direta na abertura, seja o sombreamento dos brises, seja o sombreamento que o próprio edifício provoca.

Para isso, cada pavimento foi analisado especificamente e suas aberturas foram nomeadas de acordo com a orientação da fachada (Figura 4). Todos os dados foram inseridos em tabelas, por pavimento, que, por sua vez, foram organizadas em colunas, assim definidas:

1. **Fachada:** abertura em análise, referente a cada orientação solar em planta;
2. **Mascaramento:** máscara de sombra de cada abertura, em que foi marcado em cinza o auto-sombreamento do próprio edifício;
3. **Períodos do ano:** dias avaliados pela carta solar (22 Jun; 24 Jul / 21 Mai; 28 Ago / 16 Abr; 24 Set / 21 Mar; 20 Out / 23 Fev; 22 Nov / 21 Jan; 22 Dez)
4. **Horas de Sol:** avaliação da incidência de radiação solar direta na abertura;
5. **Situação Atual:** caracterização das proteções existentes
6. **Solução Proposta:** a partir da análise da insolação em cada abertura, (auto-sombreamento e proteção solar existente), foi diagnosticada a sua eficiência e foram feitas propostas corretivas, quando necessárias



**Figura 4** – Planta baixa do 1º pavimento e marcação das fachadas

Dessa forma foi desenvolvida uma tabela resumo que apresenta dados relativos ao mascaramento existente, com o período do ano e os respectivos horários de sol em determinada fachada, indicação de adequação ou não do elemento existente e solução para melhoria da situação existente

Fachada	Mascaramento (auto sombreamento do edifício)	Período do ano com insolação direta	Horas de sol	Situação atual	Solução proposta
NO1		22 Jun 24 Jul / 21 Mai 28 Ago / 16 Abr 24 Set / 21 Mar 20 Out / 23 Fev 22 Nov / 21 Jan 22 Dez	9:30 / 17:30 9:45 / 17:45 10:30 / 17:45 11:00 / 18:00 11:30 / 18:00 sem ins. dir. sem ins. dir.	Brise horizontal. 	Instalação de brise misto: vertical fixo, $\beta=65^\circ$ modelo Asa de Avião, equivalente ao existente, e brise horizontal fixo tipo marquise, $\alpha=50^\circ$ , da marca HunterDouglas - modelo H2/SL4 ou equivalente.
NO2		22 Jun 24 Jul / 21 Mai 28 Ago / 16 Abr 24 Set / 21 Mar 20 Out / 23 Fev 22 Nov / 21 Jan 22 Dez	12:30 / 15:15 12:30 / 15:30 12:15 / 14:30 12:15 / 14:00 12:15 / 12:45 sem ins. dir. sem ins. dir.	Brise horizontal. 	Situação adequada. Com o brise existente ocorre total sombreamento da radiação solar direta. Mas recomenda-se que seja mantido fixo com angulação $\alpha=50^\circ$ , para evitar manuseio inadequado

Legenda das Máscaras das Cartas Solares:



Auto sombreamento do edifício;



Sombreamento dos brises existentes;



Sombreamento dos brises propostos

**Tabela 2** – Avaliação das máscaras de sombra das proteções solares

### 3.4.Otimização do Desempenho Térmico e Energético da Envoltória:

#### 3.4.1. Avaliação pelo método prescritivo do RTQ-C

Para calcular a etiqueta da envoltória, segundo o método prescritivo, previsto no RTQ-C (Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, RTQ-C, 2009), publicado pelo Inmetro, utilizou-se uma planilha desenvolvida pelo Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética (LACAM), da Universidade de Brasília.

Para tal, foi necessário fazer o levantamento dos dados para preencher as variáveis da fórmula para o cálculo da etiqueta. Os dados necessários são: área de cobertura (A<sub>cob</sub>), área de projeção do edifício (A<sub>pe</sub>), área total de piso (A<sub>tot</sub>), área de fachadas (A<sub>fac</sub>), área de envoltória (A<sub>env</sub>), volume total (V<sub>tot</sub>), percentual de abertura nas fachadas (PAF), ângulos verticais de sombreamento (AVS), ângulos horizontais de sombreamento (AHS), e fator solar dos vidros (FS). Além disso, foi necessário calcular a transmitância e absorptância térmicas das paredes e da cobertura do edifício, para verificação dos pré-requisitos para etiqueta “A”, como previsto no regulamento.

Os dados utilizados para o cálculo foram levantados a partir de arquivos digitais fornecidos e de visita ao edifício de análise. Consideraram-se para este cálculo os brises propostos após verificação dos atualmente existentes, que representam as soluções ideais de proteção da insolação direta nas fachadas, e ainda informações a respeito das áreas e dados de transmitância e absorptância térmica dos materiais<sup>1</sup>, fator de forma e percentual de abertura nas fachadas, mostradas na tabela 3.

Área de cobertura do edifício	A <sub>cob</sub>	6075.00
Área de projeção do edifício (m²)	A <sub>pe</sub>	5025.78
Área total de piso (m²)	A <sub>tot</sub>	25128.91
Área da envoltória (m²)	A <sub>env</sub>	13622.00
Ângulo Vertical de Sombreamento (graus)	AVS	21.77
Ângulo Horizontal de Sombreamento (graus)	AHS	2.22
Percentual de Abertura na Fachada (adimensional)	PAFT	0.14
Volume total da edificação (m³)	V <sub>tot</sub>	100515.64
Fator solar	FS	0.87
Zona Bioclimática	4	
Indicador de consumo (adimensional)	IC	196.51

**Tabela 3** – Dados do edifício e cálculo do Indicador de Consumo, segundo RTQ-C

Após o levantamento destes dados, foi, então, calculado o Índice de Consumo (IC) da envoltória deste edifício, cujo valor encontrado foi 196,51. Calculando-se o IC máximo (368,46) e IC mínimo (159,99), obtiveram-se os intervalos dos níveis de eficiência, necessários para determinação da etiqueta do edifício.

Finalmente, de acordo com o que se observa na tabela 4, ao enquadrar o IC obtido nos níveis de eficiência, verificou-se que o edifício analisado tem envoltória com etiqueta “A”.

Intervalos dos níveis de eficiência					
Eficiência	A	B	C	D	E
lim mín	-	212.12	264.23	316.35	368.47
lim máx	212.11	264.22	316.34	368.46	-

**Tabela 4** – Níveis de eficiência energética do edifício.

<sup>1</sup> Para o cálculo dos pré-requisitos, transmitância e absorptância, foi utilizada metodologia específica da norma 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

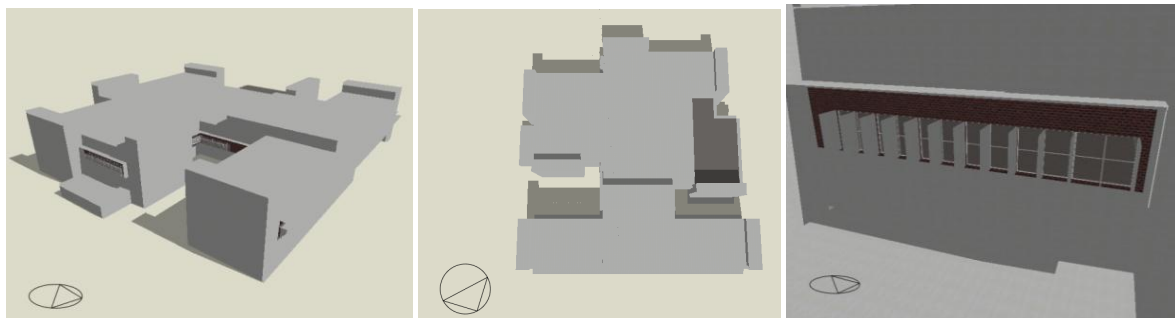
A etiqueta “A” de eficiência energética encontrada, considerou os ângulos de sombreamento propostos após os estudos das máscaras de sombra. Esta é a principal solicitação feita pelos do edifício, devido a ocorrências de desconforto durante o período de trabalho. Este problema é evidente pelo uso improvisado de películas, cortinas e persianas. As proteções solares existentes em algumas fachadas são inadequadas à orientação, o que não é considerado na avaliação prescritiva do RTQ-C.

Assim, os usuários deixam as proteções solares sempre fechadas, o que demanda maior uso da iluminação artificial.

### 3.4.2. Avaliação pelo método da Simulação Computacional:

A simulação computacional é uma importante ferramenta de avaliação do desempenho térmico e energético da arquitetura, e auxilia nas decisões na fase de projeto e também na propostas de *retrofit* de edificações existentes. Neste caso, a simulação foi realizada no *software* Design Builder, que calcula o desempenho térmico e energético de um edifício por meio de dados relativos à carga térmica de seus elementos e seus ganhos internos, e teve o objetivo de comparar duas situações do edifício analisado, sendo elas:

- **Edifício existente:** na primeira situação foram consideradas as proteções solares já existentes no edifício, verificadas durante o levantamento realizado
- **Edifício com modificações propostas:** na segunda situação, foram modelados os brises propostos após verificação de ineficiência ou não necessidade daqueles já existentes. Neste caso, novos modelos e dimensões mais adequadas à situação de insolação existente foram modelados no software.



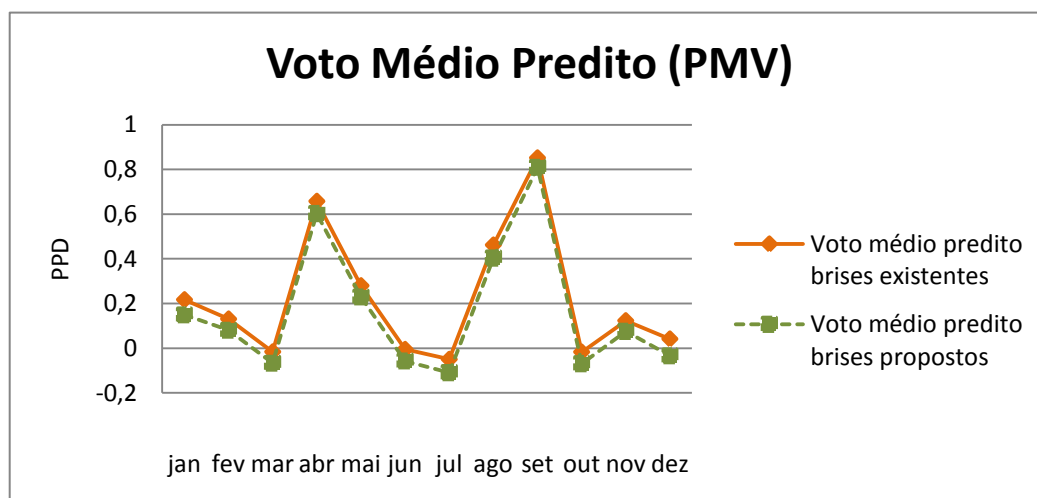
**Figura 5:** Imagens geradas pelo *software* Design Builder, representando o edifício simulado.

Os resultados da simulação, apresentados a seguir em gráficos e tabelas, relacionam os dados de temperatura radiante média e de conforto térmico ao longo de um ano, por meio da temperatura operativa<sup>2</sup> e pelo Voto Médio Predito (Predicted Mean Vote), de Fanger, que segundo Lamberts (2004), é um método de avaliação do conforto térmico relacionado a “uma equação geral de conforto para calcular a combinação das variáveis ambientais incluindo temperatura radiante média, velocidade do ar, umidade relativa, temperatura do ar, atividades físicas e vestimenta”. Assim, o PMV consiste em um valor numérico que traduz a sensibilidade humana ao frio e ao calor, sendo nulo para conforto térmico, negativo para o frio e positivo para o calor.

O gráfico 1 mostra o Voto Médio Predito (PMV de Fanger) nas situações do edifício existente e do edifício proposto. Para o modelo proposto, representado pela linha verde no gráfico, verifica-se que com os novos brises e proteções solares a linha do Voto Médio Predito apresenta uma leve queda, representando melhoria na situação de satisfação dos usuários no ambiente de trabalho.

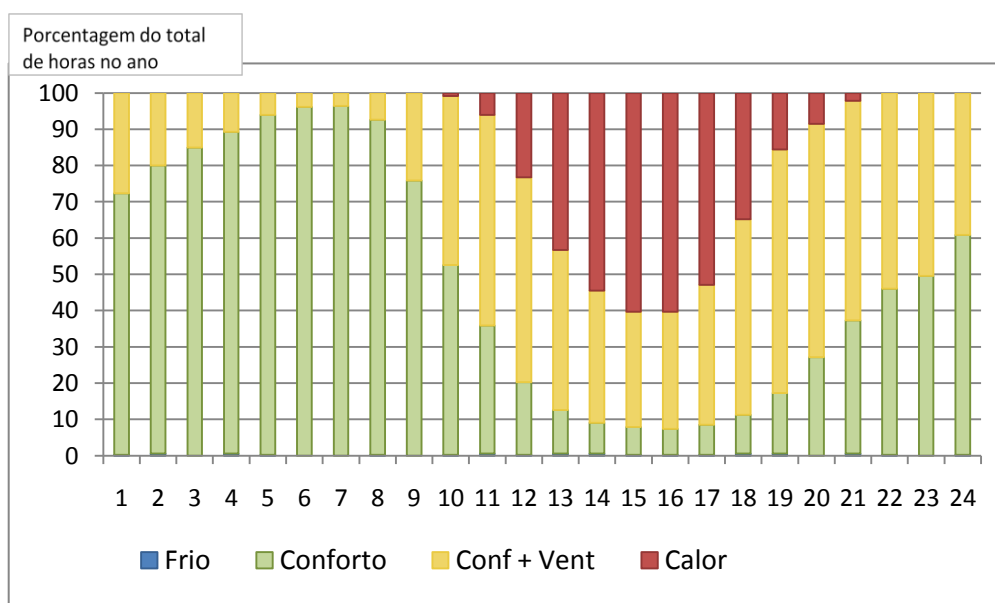
---

<sup>2</sup> A temperatura operativa é a média entre a temperatura média radiante e a temperatura do ar. É um parâmetro de grande praticidade, e é mais completo do que somente a temperatura do ar, segundo a NBR 6401. Os limites de conforto da Temperatura Operativa estão entre 22,5°C e 26,8°C.



**Gráfico 1:** Valores do Voto Médio Predito no edifício simulado.

Com os dados da simulação computacional realizada foi também possível identificar a quantidade de horas de conforto térmico e desconforto por frio ou calor, além de mostrar situações privilegiadas de conforto caso se fizesse uso da ventilação natural ao longo de um ano para ambas as situações analisadas, conforme observado no gráfico 2.



**Gráfico 2:** Planilha de conforto que considera as proteções solares

Os resultados mostram algumas diferenças entre as duas situações, especialmente no que diz respeito à sensibilidade ao frio e à situação da ventilação natural, e são condizentes com a proposta de substituição das proteções solares: com a correta disposição dos brises e películas, é natural que seja aumentada a sensação de frescor no ambiente de trabalho.

## 4. CONCLUSÃO

O estudo realizado pelo Laboratório de Controle Ambiental e Eficiência Energética (LACAM), objeto de análise deste artigo, mostra a importância de realização de trabalhos de consultoria em eficiência energética, uma vez que os ganhos a médio e longo prazo com políticas de redução de gastos energéticos de grandes edifícios são consideráveis.

Durante a pesquisa, verificou-se a interferência do mau uso das proteções solares e de artifícios tais como películas ou persianas no conforto dos usuários no ambiente de trabalho, apesar de as características arquitetônicas do edifício assegurarem etiqueta “A”. A adequação das proteções garantem redução dos gastos energéticos a longo prazo e certamente aumentam os níveis de conforto no ambiente de trabalho, conforme os resultados.

## 5. REFERÊNCIAS

AMORIM, C.N.D. **"Illuminazione Naturale, Comfort Visivo ed Efficienza Energetica in Edifici Commerciali: Proposte Progettuali e Tecnologiche in contesto di clima Tropicale"**. Tese de Doutorado. Università degli Studi di Roma "La Sapienza". Dezembro 2000.

\_\_\_\_\_. **Estratégias de Projeto para uma Arquitetura Sustentável**. Parte I do texto “Iluminação Natural e Eficiência Energética”. P@ranoá periódico eletrônico de arquitetura e urbanismo, Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UnB, Brasília., 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-1. **Desempenho Térmico de edificações: Parte 1: definições, símbolos e unidades**. Rio de Janeiro, 2005

\_\_\_\_\_. 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, 2005

\_\_\_\_\_. 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, 2005

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. **Daylighting in Architecture. A European Reference Book**. James and James Editors, London, 1993.

INMETRO. **Regulamento técnico da qualidade para eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos, 2009**.

FERNANDES, J. T. **Código de Obras e Edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética**. Dissertação de Mestrado, FAU/UnB, Brasília, 2009

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

LAMBERTS, R.; CARLO, J. **Uma discussão sobre a Regulamentação de Eficiência Energética em Edificações**, Artigo, Publicação Mercofrio, 2007.

LIMA, T., AMORIM, C.D.N. **Levantamento das Características Tipológicas de Edifícios de Escritórios em Brasília**. In: ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Anais... Ouro Preto: ENCAC, 2007.

MASCARÓ, Juan Luís. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. Sagra, Porto Alegre, 1992.

PIARDI et al. **La Qualità Ambientale degli Edifici**. Maggioli Editori, Milano, 1999