

CALIBRAÇÃO DE UM MODELO DE SIMULAÇÃO ATRAVÉS DE MEDIÇÕES DE CURTO PRAZO: ESTUDO DE CASO NO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL DA UFSC

Alexandre Simon Lee (1); Fernando Simon Westphal (2); Roberto Lamberts (3)

(1) Acadêmico Eng. Civil. E-mail: alex@labeee.ufsc.br

(2) Eng. Civil, Mestrando. E-mail: fernando@labeee.ufsc.br

(3) Eng.Civil, PhD. E-mail: lamberts@ecv.ufsc.br

Universidade Federal de Santa Catarina

Campus Universitário – Trindade

ECV/NPC/LabEEE

Caixa Postal 476 – CEP 88040-900

www.labeee.ufsc.br

RESUMO

Este trabalho apresenta os procedimentos e resultados da calibração de um modelo do novo prédio do Departamento de Engenharia Civil da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) no software de simulação termoenergética VisualDOE, utilizando-se medições de consumo por uso final em circuitos elétricos principais e secundários. Até o final do ano 2000 os 2 blocos que compõem o departamento não estavam totalmente ocupados e por esse motivo os dados das faturas de energia não puderam ser utilizados como referência para o consumo simulado. Devido a essa ocupação gradativa, as medições por uso final em curtos períodos de tempo foram fundamentais para caracterização dos padrões de uso e aferição do modelo representado no VisualDOE. A calibração do sistema de condicionamento de ar foi feita através de medições de consumo e dos dados de catálogos dos fabricantes dos equipamentos. As simulações resultaram em valores com margem de erro de até 7,5% entre o consumo mensal simulado e medido para o ar-condicionado e menos de 2% para os sistemas de iluminação e demais equipamentos.

1. INTRODUÇÃO

O novo Departamento de Engenharia Civil foi a primeira edificação da UFSC na qual foram adotados conceitos de eficiência energética desde a etapa de projeto e que deverão servir de modelo para as demais obras desta universidade.

Composto por dois blocos – A e B – que totalizam 4.600m² de área construída, os dois prédios são ocupados por professores, alunos e funcionários da UFSC que se dedicam basicamente a atividades de escritório e experimentos de laboratório.

Os conceitos de eficiência energética inseridos nestes dois prédios deram enfoque ao sistema de iluminação, à arquitetura e ao sistema de climatização. Desta forma, os dois blocos possuem proteções solares nas janelas integradas a prateleiras de luz adequadamente projetadas para reduzir o ganho de carga térmica por radiação solar direta e minimizar a utilização do sistema artificial de iluminação. Este, por sua vez, é constituído por lâmpadas fluorescentes de 32W (bulbo T8) e luminárias com refletores de alumínio de alta pureza. Nos ambientes com pé-direito duplo, as lâmpadas instaladas são fluorescentes de 110W. Quanto ao sistema de climatização artificial, este é composto por uma central de água gelada com resfriador de líquido de condensação a ar – dois compressores rotativos do tipo parafuso – de capacidade

nominal de 100TR e 18 *fan-coils*. Maiores informações quanto a caracterização dos prédios e a quantificação da economia alcançada com medidas de conservação de energia podem ser encontrados em **LEE et al. (2001)**. Como ferramenta de análise térmica e energética do prédio, foi utilizado o *software* VisualDOE, que é uma interface gráfica para o DOE-2.1E. Como o prédio foi inaugurado em 2000 e sua ocupação se deu de forma gradativa, não há um histórico de contas de energia elétrica disponível para calibração do modelo. Portanto, a calibração foi feita através de medições de consumo por uso final em circuitos elétricos principais e secundários dos prédios.

Os circuitos elétricos de cada prédio são divididos por uso final em iluminação, equipamentos e ar-condicionado. Cada asa dos pavimentos possui quadros de distribuição divididos nestes usos finais, assim, cada pavimento possui 6 quadros de distribuição, sendo três para cada asa, totalizando 33 quadros (apenas 3 asas não possuem quadros de distribuição destinados ao sistema de ar-condicionado, por não existirem *fan-coils* instalados). Estes circuitos são alimentados pela subestação do prédio onde há 3 quadros principais (iluminação, ar-condicionado e equipamentos) subdivididos em circuitos para os Blocos A e B.

Devido ao elevado número de circuitos dos prédios e ao grande número de medições envolvidas para a caracterização dos diversos sistemas, durante a calibração do modelo as medições se deram em curtos períodos de tempo em alguns circuitos mais representativos.

O modelo virtual dos prédios, criado no VisualDOE, é apresentado em perspectiva na figura 1.

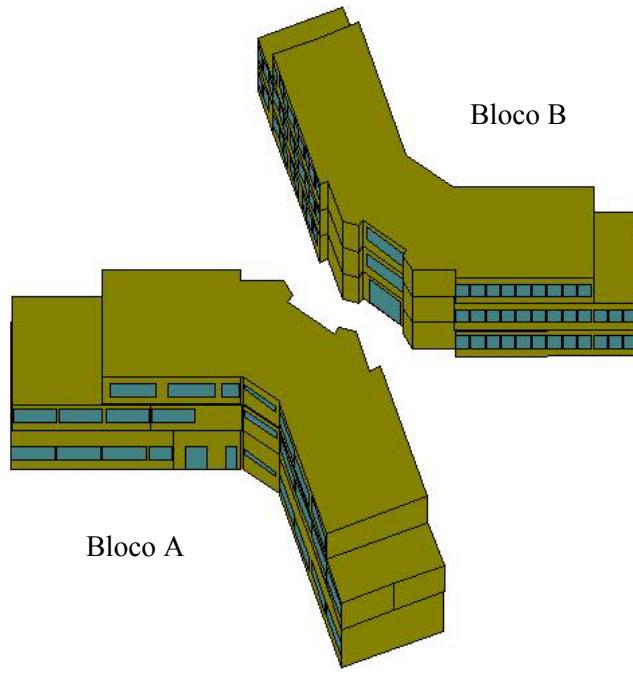


Figura 1 – Blocos A e B em perspectiva.

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é calibrar o modelo dos 2 novos prédios do Departamento de Engenharia Civil da UFSC no *software* VisualDOE utilizando, como parâmetro de comparação, medições de curto prazo por uso final de energia elétrica.

3. METODOLOGIA

Como a simulação dos prédios do novo Departamento da Engenharia Civil desenvolveu-se durante o início de sua ocupação, não havia histórico de consumo de energia elétrica nem memória de massa disponível para a calibração do modelo computacional. Portanto, optou-se por medições de corrente e potência elétrica por uso final de energia dos diversos sistemas – iluminação, equipamentos e ar-condicionado. Tal metodologia de calibração apresenta melhores resultados, conduzindo a um modelo mais preciso, conforme apresentou **PEDRINI & LAMBERTS (2001)**.

Para caracterização da potência dos sistemas de iluminação, condicionamento de ar (*fan-coils*) e demais equipamentos foram realizadas medições de corrente elétrica de curta duração – de 3 e de 7 dias – em circuitos elétricos secundários. Como os dois prédios totalizam 33 quadros de distribuição, fez-se a monitoração de uma amostra representativa, minimizando o tempo dispensado com medições e o uso de muitos equipamentos para a aquisição de dados.

Paralelamente às medições realizadas nos circuitos secundários, foram realizadas medições de potência, tensão, corrente elétrica e fator de potência nos circuitos da subestação – todas as medições com duração de 1 semana. Tais medições destinaram-se à calibração do consumo total da edificação e para a caracterização dos padrões de uso.

Para as medições de corrente elétrica, foi utilizado um *datalogger* (medidor com aquisição de dados) da marca *ACR Systems*, modelo *Smart Reader 3 Plus*, com capacidade de armazenamento de 21500 dados e escala entre 0,5A e 250A. As medições de consumo de energia de equipamentos do tipo *plug-in* (conectados no circuito de tomadas), foi utilizado um medidor de consumo portátil da marca *Yokogawa*, modelo *MCP-5000*, com capacidade para até 99h e 99min de medição, e potência máxima de 25kW. As medições de potência ativa e aparente, fator de potência, tensão e corrente em circuitos trifásicos foram feitas com o medidor *Rustrak Ranger II*, da *Rustrak Instruments*, que registra até 300kVA. Todos esses equipamentos são do LabEEE e estão listados na página do laboratório na internet (www.labeee.ufsc.br).

3.1 Caracterização do sistema de iluminação

Como o sistema de iluminação artificial é representado no VisualDOE através do LPD (*Light Power Density*, em W/m²), para cada zona do modelo a ser simulado determinou-se a potência instalada em iluminação. Para tanto foi feita a contagem do conjunto de luminárias presentes em cada ambiente e realizadas medições do consumo das lâmpadas e reatores de algumas destas luminárias.

Para determinação do padrão de uso do sistema de iluminação, inicialmente foram realizadas medições de corrente elétrica em alguns circuitos do prédio com o medidor *Smart Reader 3 Plus*. Estas medições foram realizadas em períodos de 1 semana, mas devido ao grande número de circuitos reduziu-se o período para 3 dias. Como o medidor utilizado deve ser configurado para uma determinada faixa de corrente e muitos destes circuitos apresentaram uma variação de corrente superior ao intervalo do equipamento, muitas medições foram perdidas acarretando em um período de medições ainda maior. Por esta razão, o padrão de uso do sistema de iluminação passou a ser caracterizado principalmente pelas medições de consumo realizadas nos circuitos primários (subestação) com o medidor *Rustrak Ranger II*.

3.2 Caracterização do sistema de condicionamento de ar

Para modelagem do sistema primário de ar-condicionado no VisualDOE foram utilizados dados de catálogo do equipamento, além de 2 medições de consumo e potência no circuito da central de água gelada e uma medição de consumo da bomba (responsável pela circulação da água gelada). No circuito da central de água gelada (localizada na subestação) as medições tiveram duração de 7 dias cada. O medidor foi programado para gravar as informações de tensão, corrente, potência e fator de potência a cada meio segundo. Estas medições foram realizadas na última semana do mês de janeiro e na primeira semana de abril do ano de 2001. Para determinação da potência da bomba utilizou-se a curva de carga, obtida por medição de corrente elétrica (durante 7 dias) e os valores nominais de fator de potência e eficiência do

motor de acionamento. Através destas medições buscou-se determinar também o padrão de uso a partir do consumo horário do resfriador de líquido (*chiller*) e da bomba de água gelada.

Para modelagem do sistema secundário de condicionamento de ar – *fan-coils* – também foram realizadas medições de corrente elétrica. Diante da impossibilidade de utilização de um medidor de vazão de ar, para a caracterização da potência deste sistema no VisualDOE (em kW/l/s), foram utilizados os resultados de duas medições de corrente elétrica (em circuitos diferentes com duração de 1 semana cada) e para caracterização da vazão de ar utilizou-se os valores nominais dos aparelhos.

Para determinação do padrão de uso destes equipamentos fez-se a análise da programação horária no sistema de automação do ar-condicionado – *software Comfort View* da Carrier (**CARRIER, 1999**).

3.3 Caracterização dos demais equipamentos

A aquisição de dados para modelagem dos demais equipamentos elétricos do prédio (circuito de tomadas) foi feita por intermédio de entrevistas e medições de consumo de alguns equipamentos, além dos valores identificados por **GHISI et al. (1997)**. Outros equipamentos tiveram sua potência nominal adotada na caracterização de potência instalada.

Para determinação do padrão de uso em equipamentos foram comparadas as medições de corrente nos circuitos secundários e as medições de consumo no sistema principal com a potência instalada levantada na etapa anterior (entrevistas).

No caso dos ambientes com atividades típicas de laboratório, devido à grande diversidade de equipamentos e à insuficiência de dados nominais de potência e consumo destes equipamentos (dados de placa), a potência instalada em equipamentos destes ambientes foi determinada por medições de corrente elétrica em períodos de 1 semana. Instalou-se o medidor de corrente configurado para leituras em intervalos de 5 minutos e adotou-se como potência instalada o maior valor obtido na medição. Tal consideração baseou-se na informação de que os equipamentos não são utilizados simultaneamente, segundo os usuários dos laboratórios. Como os equipamentos destes ambientes são basicamente prensas e estufas, escolheu-se os períodos em que o maior número de estufas estivesse ligado para se realizarem as medições – o uso das prensas raramente ocorre de forma simultânea.

3.4 Caracterização do padrão de ocupação

Com as entrevistas realizadas para caracterização do sistema de equipamentos, fez-se o levantamento do número de ocupantes de cada ambiente bem como o horário de serviço destas pessoas. Com estes dados determinou-se a densidade de ocupação dos ambientes (*occupant density*, em m²/pessoa) e especificou-se o padrão de ocupação das diversas zonas térmicas do modelo.

O prédio simulado, embora apresente em sua maioria atividades de escritório, não possui um horário de ocupação tão regular quanto outros prédios públicos e comerciais estudados no LabEEE, pois trata-se de uma instituição de ensino, o que acarreta em períodos de trabalho interrompidos por deslocamentos para outros prédios onde ocorrem as aulas. Por esta razão, o padrão de uso adotado para cada ambiente através das entrevistas foi remodelado pela curva de carga registrada pelos sistemas de iluminação e equipamentos.

4. RESULTADOS

4.1 Sistema de iluminação

As medições para determinação da potência dos conjuntos de luminária/lâmpadas/reactor instalados no prédio foram feitas com o medidor portátil de consumo de energia elétrica da marca *Yokogawa* em 10 destes conjuntos (conjunto presente em 80% da edificação). Pelos resultados obtidos atribuiu-se um consumo de 72W para cada conjunto e confirmou-se o alto fator de potência dos reatores eletromagnéticos, indicado nos catálogos do fabricante. Caso fosse adotado o consumo nominal destes equipamentos, este valor seria de 79W (2 lâmpadas tubulares de 32W mais 15W de perdas do reator), 9%

superior ao valor medido. As medições do conjunto de luminárias dos laboratórios com pé direito duplo foi impossibilitado pelo difícil acesso às luminárias, então atribuiu-se a este conjunto a potência nominal de 252W (potência das lâmpadas mais perdas do reator). No total, os dois prédios apresentam juntos 44.168W instalados em iluminação, o que corresponde a 9,6W/m².

Com a curva de carga obtida pelas medições na subestação do prédio, obteve-se o padrão de uso para o sistema de iluminação, apresentado na figura 2 para os dias úteis. Nota-se que o pico do padrão de uso corresponde a apenas 45% da potência total instalada em iluminação nos prédios, representando o sucesso das prateleiras de luz projetadas para reduzir o uso do sistema de iluminação artificial junto às janelas. Também exercem grande influência sobre este padrão de uso, os laboratórios com pé-direito duplo e triplo, que apresentam alta potência instalada em iluminação, com luminárias equipadas com 2 lâmpadas fluorescentes de 110W. Nestes ambientes, o elevado pé-direito favorece a contribuição da luz natural, fazendo com que os ocupantes acessem o sistema de iluminação artificial apenas durante à noite. As áreas de circulação do prédio, que totalizam 22 luminárias (1,6kW), também permanecem com seus sistemas de iluminação desligados durante o dia. Em adição, muitos professores passam o dia ministrando aulas em outros centros do campus, mantendo suas salas fechadas e com os sistemas de iluminação desligados.

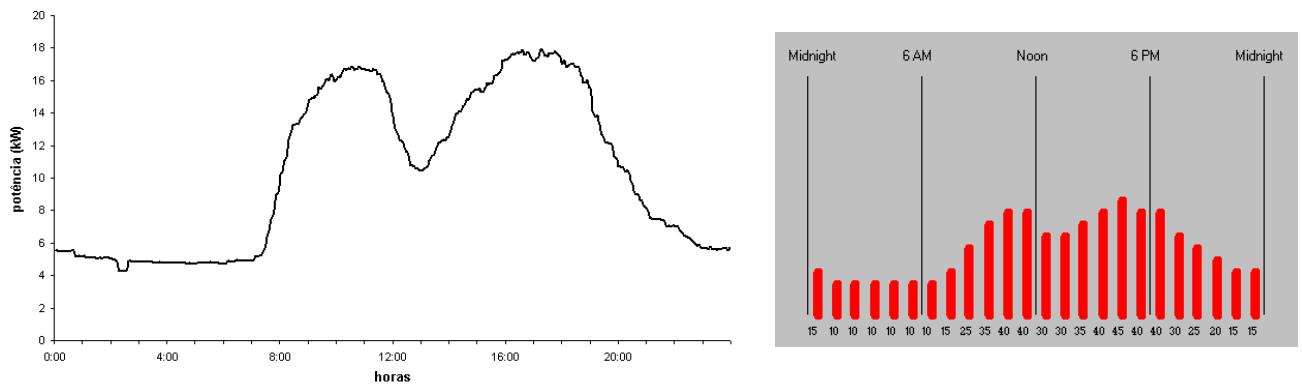


Figura 2 – Curva de carga de iluminação e padrão de uso adotado para os prédios.

4.2 Caracterização do sistema de condicionamento de ar

Com os dados retirados do catálogo do fabricante atribuiu-se ao resfriador de líquido (*chiller*) suas principais características, como o coeficiente de capacidade de refrigeração por consumo de energia, temperatura de saída da água gelada e eficiência do compressor. O perfil de desempenho do *chiller* foi caracterizado por três equações quadráticas e bi-quadráticas, desenvolvidas a partir dos dados de catálogo no próprio editor de equipamentos (*Equipment Editor*) do VisualDOE. Na figura 3 pode-se visualizar estas curvas.

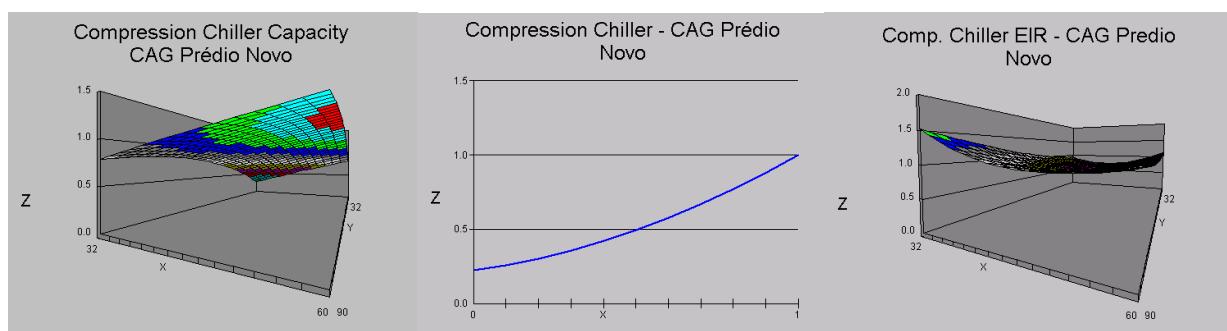


Figura 3 – Curvas de caracterização da Central de Água Gelada.

O sistema secundário de condicionamento de ar é composto por 18 *fan-coils*, classificados em 2 tipos básicos de aparelhos: um com relação de potência por vazão de 0,0006 kW/(l/s) e outro de 0,00077 kW/(l/s).

A curvas de carga obtidas com as medições na subestação identificaram um uso irregular do sistema de ar-condicionado (tanto para o sistema primário quanto para o secundário). Na época das medições, o sistema de automação ainda não havia sido testado e ajustado pela empresa responsável pela instalação. Como consequência, os equipamentos permaneciam ligados o dia inteiro e todos os dias da semana. Por esta razão, considerou-se apenas os dados medidos no intervalo das 8h às 21h. Esta consideração foi feita para calibração horária dos equipamentos, para determinação do padrão de uso e para o determinação do consumo mensal dos equipamentos. A figura 4 apresenta a comparação entre a curva de carga medida e a simulada.

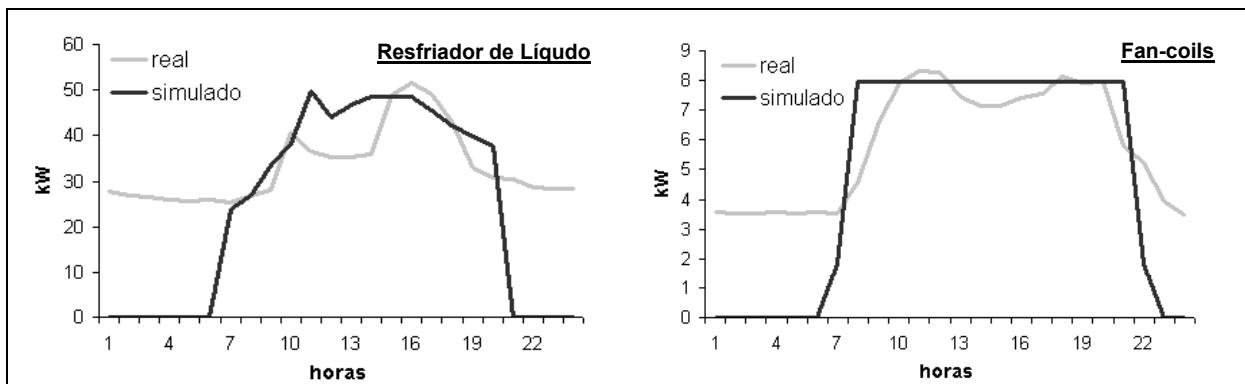


Figura 4 – Comparação entre a curva de carga simulada e medida do resfriador de líquido e dos *fan-coils*.

Para a bomba da central de água gelada, foram utilizados os dados de corrente elétrica medida, a tensão média verificada nas demais medições realizadas no prédio e o fator de potência e rendimento nominais de 86% e 88%, respectivamente.

4.3 Caracterização dos demais equipamentos

Nos ambientes com atividades típicas de escritório foram encontrados basicamente microcomputadores, impressoras e cafeteiras. Em alguns casos isolados foram encontrados equipamentos especiais para alguns tipos de pesquisa e para estes adotou-se a potência nominal do equipamento (dados de placa). Ao todo, estes ambientes correspondem à uma área de 2.143m² e totalizam uma potência instalada em equipamentos de tomada de 26.927W (12,6W/m²).

Nos ambientes com atividades típicas de laboratório foram encontrados basicamente prensas e estufas. Embora tenha se verificado através de dados de placa de alguns equipamentos uma potência instalada total muito alta (alguns equipamentos com potência nominal de até 10kVA), identificou-se que muitos destes equipamentos não são utilizados ou quando são, ocorrem de forma isolada – com exceção das estufas que ficam ligadas com freqüência. Por esta razão a potência instalada total adotada para estes ambientes, proveniente das medições de corrente, foi inferior à potência realmente instalada e igual ao pico de carga. Somados, estes ambientes totalizam uma área de 1.043m² e uma potência instalada em equipamentos de tomada de 12.763W (12,2W/m²).

Na figura 5 pode-se perceber o pico de carga identificado pelas medições de corrente em um dos ambientes com atividade de laboratório.

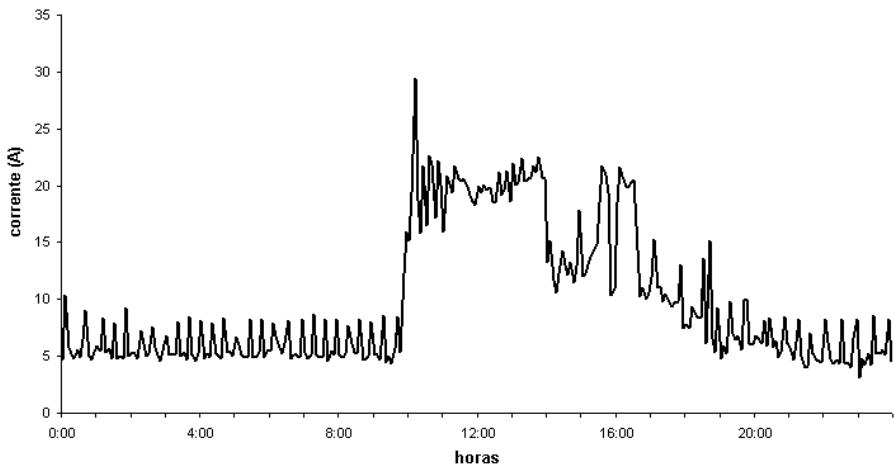


Figura 5 – Corrente de energia elétrica medida em um dos ambientes com atividades típicas de laboratório.

Caso fosse adotada a potência nominal dos equipamentos de laboratório ao invés do pico de carga (kW) verificado, estes ambientes deveriam ter padrões de uso diferenciados dos demais ambientes, considerando um uso percentual da potência instalada sensivelmente menor para cada hora do dia.

O padrão de uso do sistema de equipamentos de tomada, caracterizado a partir das medições de consumo, é apresentado na figura 6.

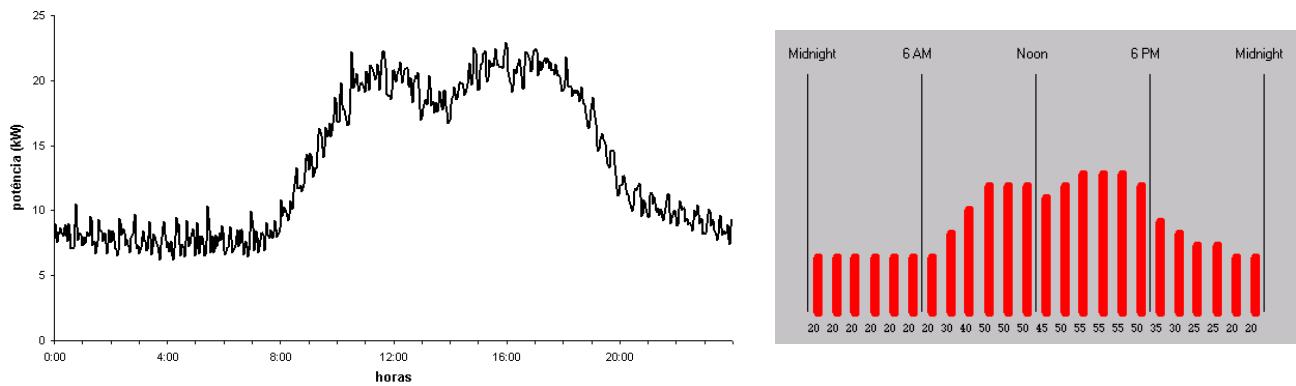


Figura 6 – Curva de carga de equipamentos de tomada e padrão de uso adotado para os prédios.

4.4 Caracterização do padrão de ocupação

Confrontando-se as curvas de carga medidas nos circuitos de iluminação e de equipamentos de tomada com os pelos levantamentos de horários de serviço dos ocupantes dos prédios, obteve-se o padrão de ocupação apresentado na figura 7.

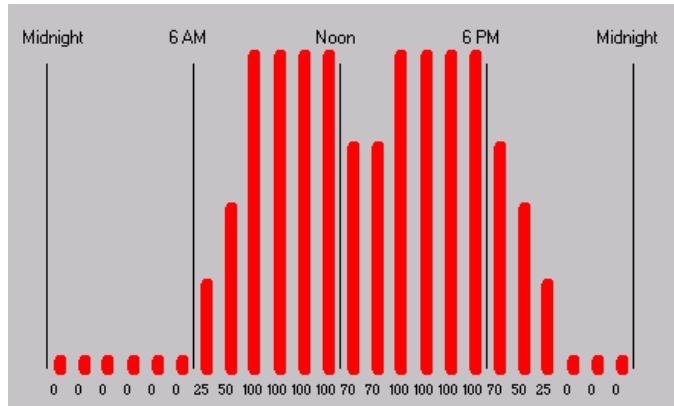


Figura 7 – Padrão de ocupação adotado para os prédios a partir das medições e entrevistas.

4.5 Calibração final

As medições por uso final em iluminação, equipamentos e ar-condicionado realizadas na subestação do prédio tiveram duração de 1 semana e os valores de consumo obtidos foram extrapolados para o restante do ano.

A tabela 1 apresenta os valores de consumo mensal por uso final medidos (hachurados) e extrapolados para os dois prédios. O consumo da central de água gelada (C.A.G.) não foi extrapolado porque sofre a influência de variáveis climáticas, além do padrão de acionamento dos equipamentos, diferente em cada época do ano.

Tabela 1. Consumo medido (hachurado) e extrapolado dos Blocos A e B, separados por uso final.

MÊS	CONSUMO POR USO FINAL DE CADA BLOCO (kWh)						C.A.G.	
	FAN COILS		ILUMINAÇÃO		EQUIPAMENTOS			
	A	B	A	B	A	B		
Janeiro	2801	1314	3414	3648	4135	4624	21688	
Fevereiro	2532	1188	3094	3303	3744	4186	-	
Março	2817	1322	3494	3707	4203	4695	-	
Abril	2691	1261	3200	3454	3915	4383	15962	
Maio	0	0	3494	3707	4203	4695	-	
Junho	0	0	3361	3572	4050	4526	-	
Julho	0	0	3334	3589	4068	4553	-	
Agosto	0	0	3494	3707	4203	4695	-	
Setembro	0	0	3281	3513	3982	4454	-	
Outubro	0	0	3414	3648	4135	4624	-	
Novembro	2722	1165	3361	3572	4050	4526	-	
Dezembro	2786	1140	3334	3299	4068	4553	-	

A figura 8 apresenta a comparação entre o consumo total simulado e real dos 2 prédios. Como a central de água gelada não apresenta extração para o ano inteiro, a comparação do consumo foi apresentada separadamente para cada mês com medição – janeiro e abril.

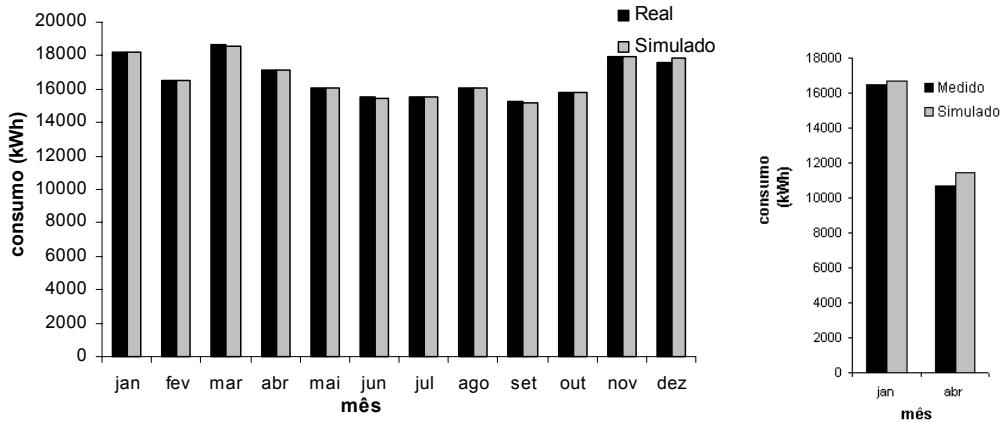


Figura 8 – Comparação entre o consumo simulado e estimado dos prédios desconsiderando o consumo da Central de Água Gelada (esquerda) e apenas para a Central de Água Gelada (direita).

O consumo simulado apenas para a Central de Água Gelada foi 7,5% maior que o medido em abril e 1,2% maior do que o medido em janeiro. Para os demais meses do ano, o consumo simulado para os sistemas de iluminação e demais equipamentos foi praticamente igual ao consumo medido por uso final, sendo a diferença média entre os dois de -0,12% e a máxima, registrada em dezembro, de 1,59%.

Durante a finalização deste artigo, o Escritório Técnico Administrativo da UFSC (ETUSC) disponibilizou ao LabEEE o consumo registrado pelo medidor de energia instalado no Departamento de Engenharia Civil. A partir desses dados, pretende-se aperfeiçoar a calibração do modelo, comparando-se o consumo mensal de energia elétrica real e simulado. Porém, uma análise prévia dos dados confirma a calibração do modelo, como pode ser visto na figura 9, que apresenta o consumo mensal real e simulado no VisualDOE para os dois prédios, desde janeiro/2001 – mês em que a ocupação total do prédio foi efetivada – e junho/2001 – último mês com dados disponíveis. As maiores diferenças foram verificadas no verão, devido ao funcionamento irregular do sistema de ar-condicionado, que estava operando 24h na maioria dos dias. No mês de janeiro o consumo simulado foi 28,2% menor que o real. Nos meses em que o ar-condicionado permaneceu desligado – maio e junho – o consumo simulado esteve mais próximo do real com diferenças de -7,3% em maio e +7,2% em junho.

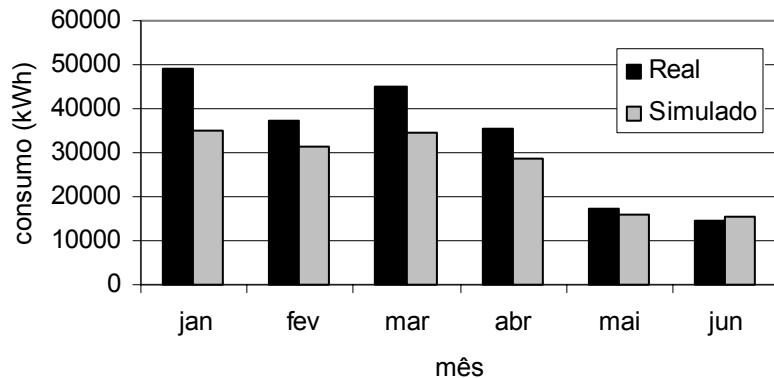


Figura 9 – Comparação entre o consumo mensal real e simulado para os prédios.

5. CONCLUSÕES

O modelo computacional dos novos prédios do Departamento de Engenharia Civil da UFSC foi calibrado no VisualDOE com diferença máxima de 7,5% entre o consumo mensal simulado e medido para o sistema de ar-condicionado (Central de Água Gelada). Considerando apenas o consumo dos demais sistemas elétricos instalados nos prédios – iluminação, *fan-coils* e equipamentos conectados a tomadas – a diferença média entre os valores mensais simulados e medidos foi de -0,12% e a máxima, 1,59%; confirmando a calibração do modelo.

Alguns dados de consumo mensal dos prédios – inaugurados no ano 2000 – começam a ser disponibilizados e pode-se verificar diferenças menores de 10% entre os valores simulados e reais nos meses de inverno (-7,3% em maio/2001 e 7,2% em junho/2001). Já nos meses do último verão, a diferença entre o consumo mensal simulado e real é bem maior, chegando a 28,2% em janeiro, o que era esperado dada a condição de funcionamento irregular a que o sistema de ar-condicionado estava operando: praticamente 24h por dia em grande parte do verão.

A adoção de valores nominais de potência solicitada por equipamentos elétricos pode representar erros significativos na simulação do consumo de energia. No caso do sistema de iluminação, verificou-se uma diferença de 9% entre o valor medido e nominal apresentado nos catálogos.

A caracterização do modelo a partir de medições por uso final deve ser sempre preferida à calibração por consumo global. Porém, a estratégia de medição dos circuitos deve ser bem planejada, de maneira que as cargas representativas e os padrões de uso e ocupação do prédio sejam identificados em tempo hábil.

A divisão dos circuitos por uso final facilitou muito na representação dos prédios no *software* de simulação. As maiores dificuldades encontradas durante o processo de calibração foram a ocupação parcial do prédio no início dos trabalhos e a falta de regulagem do sistema de ar-condicionado neste período. Na etapa seguinte dos trabalhos pretende-se verificar o consumo mensal simulado junto ao consumo mensal registrado pelo medidor geral dos prédios após a ocupação total e regularização dos padrões de uso. Por se tratar do edifício no qual o LabEEE está situado, os trabalhos de monitoração continuarão, visando-se aprimorar o modelo aqui mostrado e estudar melhor as variáveis de entrada do *software* de simulação, principalmente em relação ao sistema de ar-condicionado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARRIER. **ComfortVIEW: a new generation of building control.** Carrier Corporation, 1999.

GHISI, E.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. **Determinação do consumo de eletricidade e da potência de equipamentos através de medidor portátil.** In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Salvador, p 381-386, novembro/1997.

LEE, A. S.; WESTPHAL, F. S.; LAMBERTS, R. **Verificação da eficiência energética de um edifício de escritórios através de simulação computacional: estudo de caso no Departamento de Engenharia Civil da UFSC.** In: VI Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. São Pedro, SP, 11 a 14 de novembro/2001, CD-ROM.

PEDRINI, A; LAMBERTS, R. **Methodology for building modelling and calibration for warm climates.** In: Seventh International IBPSA Conference. Building Simulation 2001, Rio de Janeiro, 13-15 de agosto de 2001, p. 1367-1371, agosto/2001.