

DETERMINAÇÃO DO CONSUMO DE ELETRICIDADE E DA POTÊNCIA DE EQUIPAMENTOS ATRAVÉS DE MEDIDOR PORTÁTIL

EneDir Ghisi, Eng^a Civil, MSc - ecv3egh@ecv.ufsc.br
Fernando Simon Westphal, Acadêmico Eng. Civil - fernando@npc.ufsc.br
LabEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
UFSC - CTC - ECV - NPC - CEP 88040-900 - Cx. Postal 476
Fone: (048) 331-9598 Ramal 26

Roberto Lamberts, Eng^a Civil, PhD
NPC - Núcleo de Pesquisa em Construção
UFSC - CTC - ECV - NPC - CEP 88040-900 - Cx. Postal 476
Fone: (048) 331-7090; E-mail: lamberts@ecv.ufsc.br

RESUMO

Este trabalho apresenta a potência (W) e o consumo isolado (kWh) de equipamentos obtidos através de medições em condições reais de utilização. As medições são realizadas através do uso de um medidor portátil de consumo de energia elétrica (*MCP5000 Portable Power Meter*) fabricado pela Yokogawa. São monitorados microcomputadores, aparelhos de ar condicionado, retroprojetores e eletrodomésticos.

ABSTRACT

This work presents the input power (W) of equipments as well as its energy consumption (kWh). The measurements are performed through the use of a portable power meter (MCP5000) made by Yokogawa. The results of the monitoring of computers, air conditioning sets, overhead projectors; and household appliances are presented.

INTRODUÇÃO

É de consenso geral que para a avaliação de *retrofits* em sistemas consumidores de energia elétrica em edificações deve-se conhecer o uso final da eletricidade consumida. Como a determinação de usos finais baseia-se na comparação de consumo dos diferentes sistemas com o consumo total mensal ou anual da edificação, é necessário estimar o consumo dos equipamentos ou sistemas isoladamente. Portanto, necessita-se conhecer a potência solicitada pelo equipamento e o seu tempo de utilização durante o mês ou o período considerado.

Como acreditava-se que a potência nominal (quando indicada nos equipamentos) caracterizaria adequadamente a estimativa de consumo, a imprecisão estaria na definição do tempo de operação dos equipamentos e/ou sistemas, pois é difícil quantificar, por exemplo, o tempo em que as lâmpadas de um edifício permanecem acesas durante o dia, já que qualquer pessoa pode apagá-las a qualquer tempo, o mesmo acontecendo com outros equipamentos. Este tipo de problema foi verificado através de trabalhos que visavam a estimativa de usos finais em edifícios comerciais e públicos de Florianópolis (TOLEDO, 1995; SIGNOR, 1995; GHISI, 1995). Nestes trabalhos, sempre que o consumo estimado mostrava-se superior ao medido, a variável alterada era o tempo de utilização dos equipamentos obtido através de informações prestadas por pessoas que conheciam o regime de utilização dos diferentes sistemas.

Com os valores levantados, percebe-se que a integração da potência nominal no tempo não expressa perfeitamente a estimativa de consumo de alguns equipamentos. Portanto, além da imprecisão do tempo de operação existia também imprecisão na potência dos equipamentos.

Atualmente, a potência e o consumo estimado de equipamentos podem ser obtidos através de catálogos de fabricantes, manuais de conservação de energia fornecidos por concessionárias de energia elétrica ou, mais recentemente, através de endereços na internet. No entanto, deve-se analisar cuidadosamente as informações prestadas, pois nem sempre são claras. As tabelas 1 e 2 apresentam a potência e o consumo para alguns eletrodomésticos fornecidos pelas concessionárias de energia elétrica, respectivamente, ENERSUL (1997) e LIGHT (1997) em suas páginas na internet.

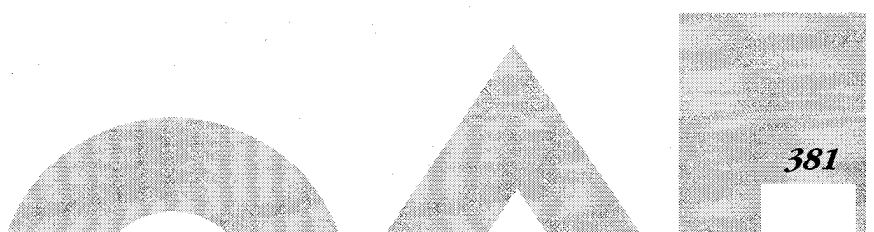


Tabela 1. Potência e consumo de eletrodomésticos por ENERSUL (1997).

Eletrodomésticos	Tempo de uso	Potência (W)	Consumo mensal (kWh)
Geladeira	08 h/dia	150 a 400	60
Chuveiro elétrico	40 min/dia - 5 pessoas	2000 a 6000	50
Televisor	04 h/dia	70 a 400	35
Lavadora de roupa	02 h/dia - 3 vezes/semana	500 a 1000	17
Secadora de roupa	01 h/dia - 3 vezes/semana	2500 a 6000	40
Freezer	06 h/dia	350 a 500	72
Condicionador de ar	04 h/dia	750 a 4000	180
Ventilador	05 h/dia	100 a 500	11
Aquecedor central de água	02 h/dia	1500 a 4000	180
Exaustor	03 h/dia	75 a 300	18
Fogão elétrico	1,5 h/dia	3000 a 12000	450
Forno de microondas	20 min/dia	700 a 1000	8
Lâmpada fluorescente	06 h/dia	15 a 65	11

Esta tabela apresenta faixas de potência solicitada por eletrodomésticos, provavelmente, de diferentes características e tipos. No entanto, isto não é esclarecido, bem como o cálculo do consumo que é realizado através da média da faixa de potência apresentada e de 27 dias de utilização. Para a lâmpada fluorescente, por exemplo, não fica claro se o consumo foi calculado para a lâmpada de 65 W ou se para uma média entre 15 e 65 W mais perdas de reator.

Tabela 2. Potência e consumo de eletrodomésticos por LIGHT (1997).

Eletrodomésticos	Potência média (W)	Dias de uso no mês (estimado)	Tempo médio de utilização por dia	Consumo médio mensal (kWh)
Ar condicionado	1500	30	8 h	360,0
Freezer	400	30	10 h	120,0
Geladeira 2 portas	300	30	10 h	90,0
Geladeira 1 porta	200	30	10 h	60,0
Chuveiro elétrico	3500	30	40 min	70,0
Lavadora de roupas	1500	12	30 min	9,0
Secadora roupas	3500	12	1 h	42,0
Cafeteira elétrica	1000	30	1 h	30,0
Lavadora de louças	1500	30	40 min	30,0
Ventilador	100	30	8 h	24,0
Lâmpada	100	30	5 h	15,0
Microondas	1300	30	20 min	13,0
Televisor em cores 20"	90	30	5 h	13,5
Televisor em cores 14"	60	30	5 h	9,0
Televisor preto/branco	40	30	5 h	6,0

No caso da tabela 2, as informações são apresentadas de forma mais clara, através de uma potência média, do tempo de utilização durante um dia e durante o mês. Além do que, a concessionária esclarece, em sua página na internet, que o tempo médio de utilização de 10 horas para geladeira ou freezer refere-se ao período em que o compressor fica ligado para manter o interior na temperatura desejada e que no verão estes aparelhos apresentam um aumento de consumo da ordem de 20 a 30%. Esclarece, também, que os 40 minutos diários adotados para o chuveiro referem-se a 5 banhos de 8 minutos cada. Porém, deve-se atentar que existem diferenças significativas entre os consumos mensais de equipamentos fornecidos pelas duas concessionárias.

No que se refere à potência de microcomputadores, **em GHISI (1995)** esta foi admitida igual a 400 W. Porém, **ROMÉRO (1994)** assume, para estes equipamentos, uma potência de 250 W.

Desta forma, este trabalho surge em função da necessidade de se obter uma potência média solicitada por equipamentos que permita a estimativa de consumo e, conseqüentemente, de usos finais mais precisos. E, também, da necessidade de se conhecer a potência solicitada por microcomputadores, aparelhos de ar condicionado e retroprojetores para um estudo de caso realizado por **GHISI (1997)** na Universidade Federal de Santa Catarina.

OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo determinar o consumo e a potência solicitada por alguns equipamentos, como microcomputadores, aparelhos de ar condicionado, retroprojetores e eletrodomésticos, com a finalidade de sua utilização na estimativa de usos finais de energia elétrica em edificações.

METODOLOGIA

As medições são realizadas com um medidor portátil de consumo de energia elétrica (*MCP5000 Portable Power Meter*) fabricado pela Yokogawa e apresentado na figura 1.

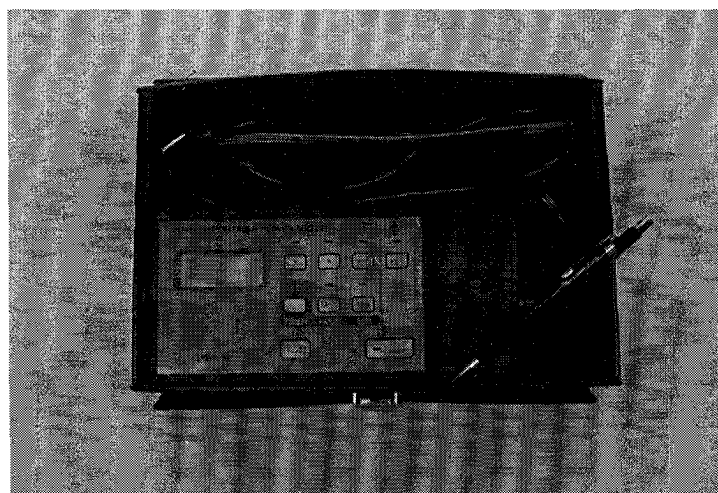


Figura 1. Medidor digital portátil da Yokogawa.

O medidor é instalado em série entre o equipamento que se deseja monitorar e a fonte de energia elétrica (tomada). Assim, a energia solicitada pelo equipamento em estudo passa pelo medidor e é integrada no tempo programado para o monitoramento. As grandezas medidas pelo medidor são apresentadas na tabela 3.

Os monitoramentos são realizados em períodos reais de utilização, portanto, variáveis e de acordo com a ocupação dos ambientes em que se localizam.

Tabela 3. Grandezas medidas pelo Yokogawa.

Grandeza	Unidade
Consumo	kWh
Potência solicitada (máxima e mínima)	kW
Corrente elétrica (máxima e mínima)	A
Tensão elétrica (máxima e mínima)	V

Como, em termos de potência, o medidor fornece apenas a máxima e a mínima registradas durante o monitoramento, a potência média é facilmente obtida através da razão entre o consumo e o tempo de monitoramento. Também existe a possibilidade de leitura instantânea das grandezas corrente, tensão e potência.

RESULTADOS

As tabelas 4 a 7 apresentam os resultados obtidos para eletrodomésticos, microcomputadores, aparelhos de ar condicionado e retroprojetores. São apresentados, além da potência média e consumo para períodos especificados, a potência nominal sempre que fornecida pelo fabricante.

CONSUMO DE ELETRODOMÉSTICOS

A tabela 4 apresenta a potência e o consumo medido para alguns eletrodomésticos em tempos de monitoramento específicos.

Tabela 4. Potência e consumo de eletrodomésticos.

Eletrodomésticos	Tempo de monitoramento (h)	Potência (W)		Consumo (kWh)	
		Nominal	Média	Medido	Estimado
Geladeira Prosdócimo R26	24,0	-	30	0,708	21,6
Frigobar R13 Flat plus	24,0	87	23	0,560	16,6
Freezer Prosdócimo Classic Luxo	24,0	-	74	1,773	53,3
Geladeira Consul Biplax	24,0	-	101	2,415	72,7
Televisor colorido Philips 28"	3,0	93	105	0,316	15,8
Televisor colorido Philco 20"	2,0	95	49	0,099	7,4
Televisor colorido Telefunken 16"	1,5	-	55	0,083	8,3
Televisor colorido Philco 14"	5,0	75	41	0,203	6,2
Televisor colorido Broksonic 12"	1,0	-	36	0,036	5,4
Circulador de ar Arno	8,0	70	54	0,430	8,1
Ferro a vapor Black & Decker	3,0	1100	393	1,179	2,4
Ferro de passar Walita	1,0	1000	277	0,277	1,7
Chuveiro Lorenzetti - Quente	instantâneo	4400	3380	-	67,6
Máquina de lavar e secar roupas Fischer (apenas lavando)	1,0	-	122	0,122	0,7
Máquina de lavar e secar roupas Fischer (lavando e secando)	2,0	-	727	1,453	4,4
Máq. de lavar roupas Brastemp	1,3	880	132	0,165	0,8
Máquina de lavar louça Enxuta	2,0	1200	896	1,792	13,4

O consumo estimado é calculado para que se permita uma comparação entre os valores apresentados nas tabelas 1 e 2 e é determinado admitindo-se a utilização dos equipamentos em 30 dias por mês e a utilização diária é estimada de forma diferenciada para cada tipo de equipamento. Para as geladeiras e similares a utilização diária é de 24 horas/dia; para televisores e circuladores de ar, 5 horas/dia; para chuveiros, 40 minutos/dia; para máquinas de lavar louça, 30 minutos/dia; para máquinas de lavar roupas e ferros de passar, 1,5 horas/semana e 4 semanas/mês.

Como pode-se perceber, a estimativa do consumo através da potência média verificada para alguns eletrodomésticos neste trabalho mostra-se bastante diferente daqueles mostrados nas tabelas 1 e 2. No caso de geladeiras de 1 porta, o consumo mostrado naquelas tabelas (60,0 kWh) é 178% superior ao verificado neste trabalho (21,6 kWh). Para os freezers, o consumo apresentado na tabela 2 (120,0 kWh) é 67% superior ao da tabela 1 (72,0 kWh) e 125% superior ao consumo estimado por este trabalho (53,3 kWh). Situações semelhantes se verificam para os outros equipamentos. Este fato alerta para a necessidade da utilização de consumo de equipamentos através do seu monitoramento na própria edificação em que se deseja estimar os usos finais de eletricidade.

POTÊNCIA SOLICITADA POR MICROCOMPUTADORES

A tabela 5 apresenta a potência solicitada por microcomputadores 486 DX2 66 MHz, Pentium 100 MHz e Pentium 133 MHz. O tempo de monitoramento apresentado nesta e nas próximas tabelas representa o somatório dos tempos parciais de monitoramento e a potência, a média das potências médias verificadas para cada período de monitoramento.

Tabela 5. Potência média de microcomputadores.

Microcomputador	Tempo de monitoramento (h)	Potência (W)
486 DX2 66 MHz	99,1	98
Pentium 100 MHz	18,0	117
Pentium 133 MHz	12,5	132

Como pode-se perceber, os benefícios proporcionados por microcomputadores de tecnologias mais recentes refletem em um aumento no consumo de energia elétrica. Os microcomputadores Pentium 133 MHz consomem 35% a mais de energia elétrica que um 486 DX2 66 MHz.

Para redução do consumo de energia elétrica em microcomputadores, o *energy saver*, um recurso nem sempre utilizado, pode proporcionar economias significativas, como mostra a figura 2.

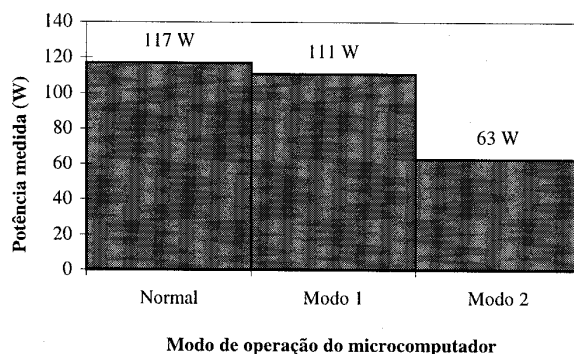


Figura 2. Potência solicitada por microcomputadores Pentium 100 MHz com e sem energy saver. O modo 1 representa o modo espera com baixa energia (ou low-power standby) e o modo 2, desligar monitor (ou shut off monitor).

O tempo em que o microcomputador aciona estes modos é determinado pelo usuário em função do tempo em que este deixa de utilizar efetivamente o equipamento. Desta forma, o modo 1 proporciona economia de 5% e o modo 2, de 46% em relação ao modo normal.

Neste caso, as medições são realizadas instantaneamente.

No caso de um microcomputador que permaneça ligado das 8 às 18 horas, o modo 2 acionado durante o horário de almoço (das 12 às 14 horas) pode proporcionar uma economia de 9% em relação a um microcomputador sem *energy saver*. Porém, este potencial pode ser aumentado significativamente nos casos em que o usuário mantém o equipamento ligado durante toda a jornada de trabalho mas o utiliza efetivamente durante pouco tempo.

Potência solicitada por aparelhos de ar condicionado

A tabela 6 apresenta a potência solicitada por aparelhos de ar condicionado. São monitorados aparelhos de 15000, 18000, 21000 e 30000 Btu/h. A potência nominal dos aparelhos é determinada em função do EER (Energy Efficiency Ratio - Eficiência energética em Btu/h/W) apresentado por **LAMBERTS et alii (1996)**. Este índice corresponde à capacidade de resfriamento em Btu/h dividida pelo consumo do equipamento em Watts. Portanto, é diretamente proporcional à eficiência do equipamento.

Tabela 6. Potência média de aparelhos de ar condicionado.

Aparelhos de ar condicionado	Tempo de monitoramento (h)	Potência nominal (W)	Potência medida (W)
15000 Btu/h	34,0	1570	989
18000 Btu/h	15,5	1880	919
21000 Btu/h	31,5	2285	1572
30000 Btu/h	56,0	3260	3171

Neste caso, as comparações são dificultadas em virtude dos aparelhos de ar condicionado terem o compressor ligado e desligado em função da variação da carga térmica gerada no ambiente interno. Os ambientes monitorados não possuem o mesmo volume nem a mesma carga térmica e não foram monitorados em mesmo instante. Porém, a potência medida serve como indicativo do erro obtido na estimativa de usos finais caso se utilize a potência nominal como base de cálculo. Assim, as potências levantadas mostram-se próximas da nominal apenas para os aparelhos de 30000 Btu/h, com 3% de diferença. Para os aparelhos de 15000 Btu/h a potência levantada é 37% inferior a nominal, 51% para os aparelhos de 18000 Btu/h e 31% para os de 21000 Btu/h. Porém, um tempo maior de monitoramento torna-se necessário para validar estas informações.

Potência solicitada por retroprojetores

A tabela 7 apresenta a potência solicitada por retroprojetores utilizados no Centro Tecnológico da UFSC. Neste caso foram realizadas leituras instantâneas.

Tabela 7. Potência instantânea de retroprojetores.

Retroprojetores	Potência (W)
Visograf	639
3M do Brasil	465
Grafotec	177

Assim, percebe-se que o retroprojetor da marca Visograf (639 W) apresenta uma potência 261% superior ao da marca Grafotec (177 W). Porém, novas informações devem ser levantadas para verificar também a eficiência de cada um destes equipamentos em termos de qualidade da projeção.

CONCLUSÕES

Como pôde-se perceber, as potências médias determinadas neste trabalho para diferentes equipamentos proporcionam uma estimativa de usos finais de energia elétrica em edificações mais precisa, o que permite estudos de *retrofit* cada vez mais confiáveis. Porém, novas medições continuam sendo realizadas para se dispor de informações ainda mais precisas com relação a potência dos equipamentos aqui apresentados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ENERSUL (1997). *Consumo de eletrodomésticos*. Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S.A. <http://www.enersul.com.br/eletrodo.htm>
- GHISI, E. (1995). *Conservação e utilização racional de energia elétrica em edificações: estudo de caso para quatro edifícios públicos de Florianópolis-SC*. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 78 p.
- GHISI, E. (1995). *Conservação de energia elétrica no campus: estudo do bloco C do Centro Tecnológico*. Relatório de estágio. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 23 p.
- GHISI, E. (1997). *Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 246 p.
- LAMBERTS, R. et alli (1996). *Eficiência energética em edificações: estado da arte*. Eletrobrás, Procel, 104 p.
- LIGHT (1997). *Consumo de eletrodomésticos*. Light Serviços de Eletricidade S.A. <http://www.lightrio.com.br/gasto.htm>
- ROMÉRO, M. A. (1994). *Método de avaliação do potencial de conservação de energia elétrica em campi universitários: o caso da cidade universitária Armando de Salles Oliveira*. Tese de Doutorado. Vol. I e II. FAUUSP. São Paulo.
- SIGNOR, R. (1995). *Estudo do consumo de energia do edifício do Fórum de Florianópolis-SC*. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC/CNPq. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 16 p.
- TOLEDO, L. M. A. (1995). *Uso de Energia Elétrica em Edifícios Públicos e Comerciais de Florianópolis*. Dissertação de mestrado. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.