



XII ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
VIII ELACAC Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído

BRASÍLIA | 25 a 27 de setembro de 2013

ECONOMIA DE ENERGIA EM ILUMINAÇÃO NO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

**Eliziane G. Arreguy (1); Elizabeth Marques Duarte Pereira (2); Eleonora Sad de Assis (3);
Mara Luísa Alvim Motta (4)**

- (1) Engenheira Eletrônica, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares, Professora do Centro Universitário UNA, eliziane@gmail.com;
(2) Doutora, Pesquisadora do Centro Universitário UNA, bethduarte00@gmail.com, Av. Raja Gabágliã, 3950 – Belo Horizonte/MG, CEP: 30.494-310.
(3) Doutora, Professora do Dep. Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo, eleonorasad@yahoo.com.br, Universidade Federal de Minas Gerais, Dep. Engenharia Nuclear, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares, Av. Antônio Carlos, 6627, PCA 1 - Belo Horizonte/MG, CEP: 31.270-901.
(4) Gerente executiva, Caixa Econômica Federal, mara.motta@caixa.gov.br

RESUMO

O Programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal visa construir três milhões de moradias até 2014. Parte dos empreendimentos contratados até 2011 receberam sistemas de aquecimento solar em substituição ao chuveiro elétrico para aquecimento da água de banho e, a partir de junho de 2011, há a obrigatoriedade da utilização desses sistemas nas unidades unifamiliares contratadas pelo Programa. A fim de avaliar o índice de satisfação dos usuários com o sistema de aquecimento solar, a Caixa Econômica Federal realizou, em parceria com o Centro Universitário UNA, uma pesquisa em 299 residências em seis cidades de cinco estados (MG, MS, PR, RJ e SP). A pesquisa abordou diversas questões além da satisfação dos consumidores com o aquecimento solar. Este trabalho avalia os resultados dos dados socioeconômicos e o hábito de posse de lâmpadas das residências amostradas, comparando os resultados com a Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 da Eletrobras. Estima-se que as famílias entrevistadas comprometam em torno de 8% da renda familiar com a conta de energia elétrica. Há um aumento da penetração do uso de lâmpadas compactas em detrimento às lâmpadas incandescentes nos resultados da pesquisa comparados aos resultados da Eletrobras. Entretanto, percebe-se um alto percentual de residências que possuem apenas lâmpadas incandescentes em alguns estados. Uma simulação da economia de energia proporcionada pela substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas compactas foi realizada e chegou-se à estimativa de 18,8% de economia no consumo de energia nessas residências.

Palavras-chave: Programa Minha Casa Minha Vida, iluminação artificial, economia de energia.

ABSTRACT

The Brazilian Federal Government Program “Minha Casa Minha Vida” aims to build three million homes by 2014. Part of the housing contracts up to 2011 received solar heating systems to replace electric showers for bathing water heating and, since June 2011, the use of solar systems in single family units has become mandatory. In order to assess the level of user satisfaction with the solar heating system, Caixa Econômica, the housing program administrator, held a survey in 299 households in six cities of five country states in partnership with Centro Universitário UNA. The survey addressed issues beyond the main question about satisfaction with solar heating. This paper evaluates the results of socioeconomic data and the habit of lamp possession within the sample houses, compared to Eletrobras’s “Search on Equipment Possession and Usage Habits - Base Year 2005”. It is estimated that interviewed families commit around 8% of household incomes to the electric bill. There is an increased penetration of compact lamps in lieu of incandescent bulbs compared to the results from Eletrobras. However, a high percentage of homes still using only incandescent bulbs in some states was observed. A simulation of the energy savings by replacing incandescent light bulbs was performed and the result was an estimate of 18.8% savings in energy consumption in these homes.

Keywords: Brazilian Housing Program “Minha Casa Minha Vida”, artificial lighting, energy savings.

1. INTRODUÇÃO

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), criado em 2009 pelo Governo Federal, tem o objetivo de construir três milhões de moradias até 2014 para a população de baixa renda, principalmente a população com renda de até três salários mínimos.

As unidades habitacionais seguem um termo de referência com critérios estabelecidos pela Caixa Econômica Federal, agente gestor do Fundo de Arrendamento Residencial (FAR) e agente executor do Programa de Arrendamento Residencial (PAR), apresentados em uma cartilha (CAIXA, 2012).

Na primeira fase do Programa (PMCMV1), cerca de 10% dos empreendimentos receberam sistemas de aquecimento solar (SAS) em substituição ao chuveiro elétrico. Na segunda fase (PMCMV2), todos os empreendimentos unifamiliares contratados devem contar com o sistema, conforme a Portaria 465 de 03 de outubro de 2011 (BRASIL, 2011).

A fim de verificar a satisfação dos usuários com o SAS, no início de 2012 a Caixa Econômica Federal convidou os pesquisadores do Centro Universitário UNA para contribuir com uma pesquisa de satisfação que estava sendo elaborada para os moradores dos conjuntos habitacionais que receberam aquecimento solar.

A equipe elaborou o questionário e um manual para o preenchimento do mesmo, que recebeu contribuições de diversos colaboradores e instituições, entre elas a ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica), ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento), GIZ (Agência de Cooperação Internacional do Governo da Alemanha), Usinazul, além da Caixa, para a melhoria e adequação das perguntas para que se atingissem os objetivos da pesquisa com resposta de qualidade. Com o conjunto de perguntas elaborado, foi possível traçar um perfil além da pergunta inicialmente proposta pela Caixa sobre o nível de satisfação dos moradores com o sistema de aquecimento solar.

Perguntas relacionadas à posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo dos entrevistados permitiram a avaliação do potencial de redução de consumo de energia por essas famílias em se tratando da iluminação artificial.

1.1. Pesquisa de Posses de Equipamentos e Hábitos de Uso da Eletrobras

O setor residencial consome 10% de toda a energia final do país e 23% de toda eletricidade gerada segundo os dados do Balanço Energético Nacional (BEN) 2012, ano base 2011 (EPE, 2012).

Dos 111.971 GWh de energia elétrica consumidos no país pelo setor residencial em 2011, 24% destinaram-se ao aquecimento de água para banho, 22% à conservação de alimentos, 20% ao condicionamento de ambientes e 14% à iluminação artificial, sendo estes quatro usos finais os mais significativos em uma residência, de acordo com a Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 (ELETROBRAS, 2007). O consumo por uso final varia de acordo com a região, conforme a Figura 1. Observa-se que o aquecimento de água tem uma participação muito maior nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Percebe-se também que a iluminação artificial é bastante significativa na região Sudeste.

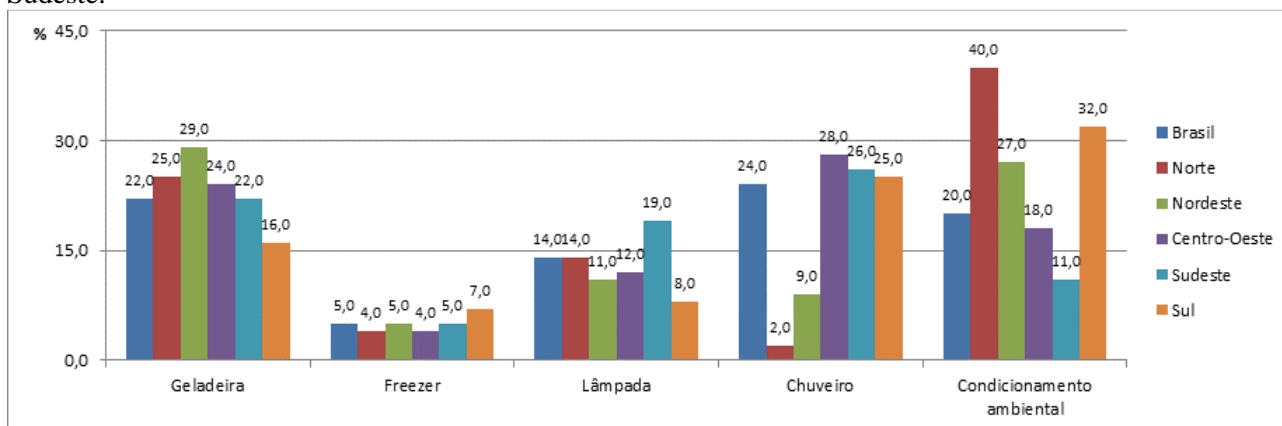


Figura 1 – Distribuição do consumo de energia elétrica por uso final residencial no Brasil e nas regiões.
(Fonte: Eletrobras, 2007)

A Pesquisa da Eletrobras ainda revela alguns dados interessantes para a análise proposta neste trabalho. Segundo a Pesquisa, 68,2% das residências no Brasil tem consumo médio mensal inferior a 200kWh (Figura 2).

Outra informação relevante é que 17,3% das residências tem área construída inferior a 50m², onde se encaixam as unidades habitacionais do PMCMV (Figura 3). A partir dos dados da Pesquisa em relação a amostragem e percentuais por faixa de consumo, conclui-se que 84,3% das residências com menos de 50m², tem consumo inferior a 200kWh/mês, enquanto 10,5% consomem entre 201-300kWh/mês e apenas 5,2% consomem acima de 300kWh/mês.

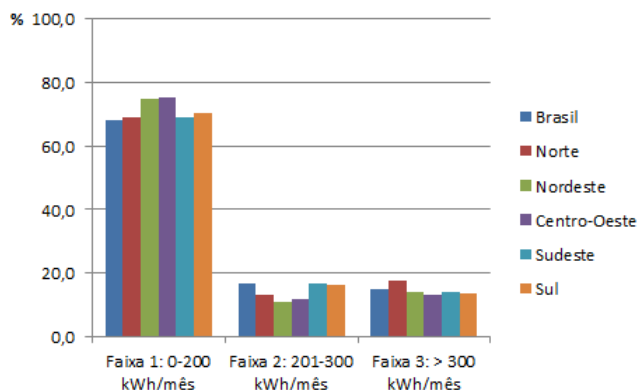


Figura 2 – Distribuição das amostras entrevistadas na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso por faixa de consumo no Brasil e nas regiões. (Fonte: Eletrobras, 2007)

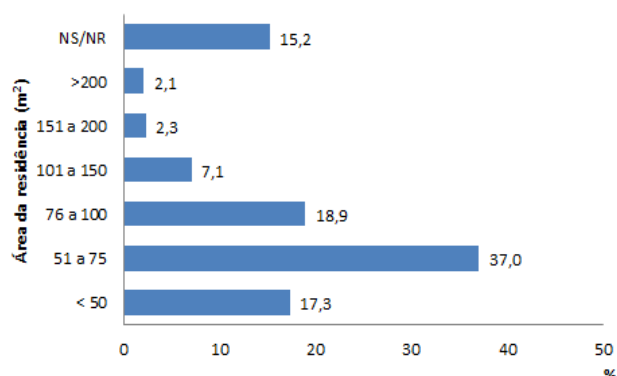


Figura 3 – Distribuição das amostras entrevistadas na Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso por área construída. (Fonte: Eletrobras, 2007)

O número médio de moradores por residência na Pesquisa da Eletrobras foi de 3,31. Na faixa de consumo inferior a 200kWh/mês, o número médio de moradores por residência é de 3,10. Em relação à renda familiar, 29,4% dos entrevistados que declararam a renda familiar recebem até três salários mínimos.

O uso de lâmpadas também é avaliado na Pesquisa. A Figura 4 mostra que a posse média de lâmpadas incandescentes e fluorescentes é a mesma, sendo que há maior presença de lâmpadas fluorescentes em aplicações de uso habitual (diário - cozinhas e salas, entre outros) que em uso eventual (esporádico – garagens, por exemplo). Estes dados são estratificados por faixa de consumo e os resultados de interesse para comparação serão avaliados na seção dos resultados.

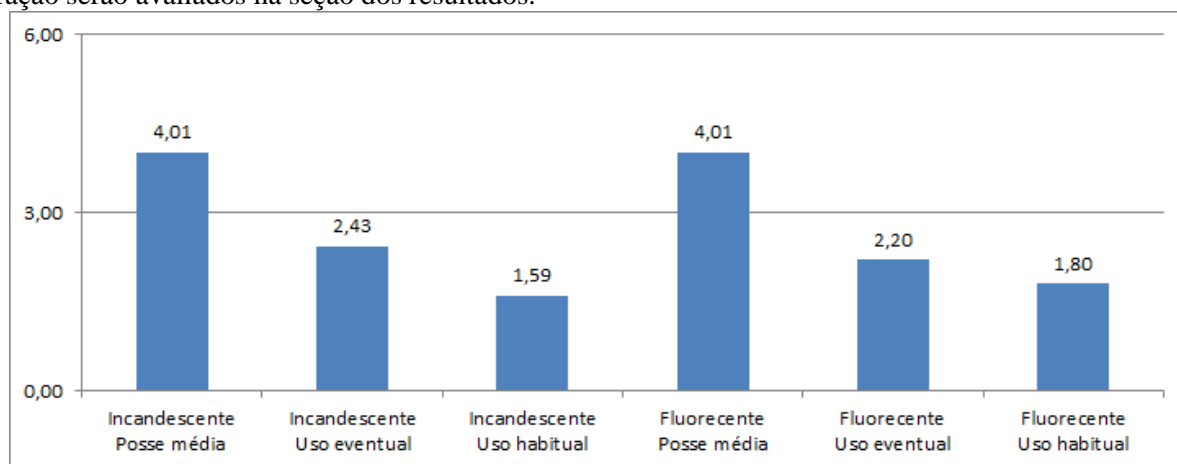


Figura 4 – Posse média e uso de lâmpadas na Pesquisa de Posses de Equipamentos e Hábitos de Uso. (Fonte: Eletrobras, 2007)

É importante destacar que a comparação dos dados da Pesquisa da Eletrobras de 2005 com os resultados encontrados pela presente pesquisa (2012) permite avaliar a evolução atual da participação das lâmpadas fluorescentes compactas nas moradias avaliadas, tendo em vista que as lâmpadas incandescentes são objeto de regulamentação por parte do governo e têm seus prazos de fabricação, importação e comercialização determinados no país. De acordo com a Portaria n° 1007, de dezembro de 2010, lâmpadas com potência acima de 150W estão com sua fabricação e importação proibidas desde junho de 2012. Essa proibição é gradativa de acordo com a potência das lâmpadas até 2017, quando as de menores potências não poderão mais ser comercializadas (BRASIL, 2010).

2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo é avaliar os resultados da Pesquisa de Satisfação com o Sistema de Aquecimento Solar realizada em parceria com a Caixa Econômica Federal nos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida, com vistas a identificar o potencial de melhoria na conservação de energia no uso final de iluminação nas residências dos conjuntos habitacionais de interesse social.

3. MÉTODO

Este trabalho comparou os resultados da Pesquisa de Satisfação com o Sistema de Aquecimento com a Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 (ELETROBRAS, 2007) no que diz respeito à iluminação e avaliou a potencial economia de energia que poderia ser obtida pela substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas.

A partir dos dados de posse de lâmpadas obtidos na pesquisa realizada e com base no tempo médio de uso de lâmpadas eventuais e habituais utilizado pela EPE no estudo Avaliação da Eficiência Energética para os próximos 10 anos (EPE, 2012), estimou-se a economia a ser obtida se as lâmpadas incandescentes fossem substituídas por lâmpadas compactas.

3.1. Pesquisa de Satisfação

Tendo em vista a contratação de aproximadamente 41.500 unidades habitacionais com sistemas de aquecimento solar (SAS) até 2011, a Caixa Econômica Federal determinou a realização de uma pesquisa de satisfação com os usuários desses sistemas no início de 2012.

A pesquisa foi realizada em 299 moradias de seis cidades das três regiões (Sudeste, Sul e Centro-Oeste) entre os meses de março e abril de 2012. As informações referentes a amostragem, o questionário e a tabulação dos dados são apresentadas nas seções a seguir.

3.1.1. Amostragem

Os dados disponibilizados pela Caixa relativos ao PMCMV1 apontavam 41.449 unidades habitacionais contratadas com o Sistema de Aquecimento Solar até 2011. A Caixa indicou a realização da pesquisa nas cidades de Campo Grande (MS), Maringá (PR), Rio de Janeiro (RJ), Sorocaba (SP) e Uberlândia (MG).

Essas cidades possuem, juntas, 5.365 unidades habitacionais (UHs) com SAS, ou seja, 13% do total nacional, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Programa Minha Casa Minha Vida - 1ª fase - UHs com SAS nos municípios sugeridos.

<i>Cidade</i>	<i>Número de UH - SAS</i>
CAMPO GRANDE	587
MARINGÁ	308
RIO DE JANEIRO	248
SOROCABA	320
UBERLÂNDIA	3.902
Subtotal	5.365
Brasil	41.449

Fonte: Caixa, 2011

A Tabela 2 exibe a amostragem sugerida para um erro de 5% e o número de questionários efetivamente aplicados por cidade/empreendimento. Tendo em vista critérios operacionais da CAIXA, a cidade de Sorocaba foi substituída por Itapetininga para a realização da pesquisa, sem prejuízo para o plano de amostragem previamente definido. Os nomes dos empreendimentos foram omitidos a fim de preservar os fornecedores envolvidos na pesquisa.

3.1.2. Questionário

A fim de aproveitar a pesquisa, o questionário também incluiu, além dos aspectos relacionados ao SAS (satisfação, conhecimento do sistema, problemas, etc.), perguntas relacionadas a posses de equipamentos, condições socioeconômicas, entre outras, conforme pode ser visto na Tabela 3. Recebeu contribuições de diversas entidades: Caixa Econômica Federal, Eletrobras, Aurélio Souza da Usinazul,

Marcelo Mesquita da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), Roberto Barbieri da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE) além dos pesquisadores do Centro Universitário UNA. Uma imagem do questionário pode ser vista na Figura 5.

Havia uma pergunta específica sobre a quantidade de lâmpadas existentes na casa de cada tecnologia (incandescente, fluorescente tubular e fluorescente compacta). Perguntou-se também qual era o consumo mensal de energia da residência. Para isso, o entrevistador foi orientado, por meio do manual, a solicitar a conta de energia da residência e anotar o histórico mensal do consumo que consta no documento.

A Caixa contratou uma empresa especializada para aplicação dos questionários nas localidades selecionadas. Para auxiliar os entrevistadores, foi elaborado um manual para o questionário abordando as questões que pudessem gerar dúvidas a pessoas não familiarizadas com o SAS ou com pouco conhecimento na área de energia.

Tabela 2 – Amostragem sugerida e questionários recebidos.

Cidade	Conjunto	UH	%	Pesquisas para 5% de erro	Recebidos
CAMPO GRANDE	A1	157	2,9%	11	0
CAMPO GRANDE	A2	215	4,0%	14	15
CAMPO GRANDE	A3	215	4,0%	14	15
Subtotal		587	10,9%	39	30
MARINGA	B1	136	2,5%	9	9
MARINGA	B2	172	3,2%	12	12
Subtotal		308	5,7%	21	21
RIO DE JANEIRO	C1	248	4,6%	17	17
Subtotal		248	4,6%	17	17
SOROCABA	D1	320	6,0%	21	0
Subtotal		320	6,0%	21	0
ITAPETININGA	E1	359	-	0	26
		359	-	-	26
UBERLANDIA	F1	500	9,3%	34	36
UBERLANDIA	F2	498	9,3%	34	35
UBERLANDIA	F3	500	9,3%	34	35
UBERLANDIA	F4	141	2,6%	9	10
UBERLANDIA	F5	500	9,3%	34	35
UBERLANDIA	F6	270	5,0%	18	19
FRUTAL	F7	500	9,3%	34	35
Subtotal		3902	72,7%	262	205
Total		5365		360	299

Tabela 3 – Blocos de questões e respectivas quantidades.

Bloco de questões	Número de questões
Identificação do empreendimento	3
Identificação do entrevistado	2
Conhecimento sobre o SAS	2
Satisfação e percepção da economia	12
Aspectos informativos sobre o SAS	6
Manutenção	4
Posse de eletrodomésticos e consumo de energia	8
Avaliação socioeconômica	2
Perfil do responsável pela família	5
Geração de renda	2
Disponibilidade de participar da pesquisa	1
Eletrobras	
Total	47

7. POSSE DE ELETRODOMÉSTICOS E CONSUMO DE ENERGIA

7.1 Quais equipamentos elétricos você tem e usa (quantidades)

geladeira freezer ferro chuveiro bateadeira micro-ondas forno elétrico

liquidificador rádio/som TV máquina de costura tanquinho máquina de lavar

secador de cabelo/chapinha ventilador ar-condicionado DVD computador outro

7.2 Você pretende de comprar outros equipamentos eletrônicos nos próximos 6 meses? Não Sim

Se SIM, quais?

7.3 Quantas lâmpadas existem na casa? ___ incandescentes ___ fluorescentes ___ compactas (econômicas)

7.4 O que a família costuma fazer para economizar energia elétrica?

REFRIGERADOR: desliga à noite só abre quando necessário

ILUMINAÇÃO: desliga a luz quando cômodo está vazio diminui a potência das lâmpadas

retira a lâmpada do cômodo usa lâmpadas fluorescentes compactas usa velas...

FERRO ELÉTRICO: reduz o uso do ferro passa roupas só uma vez por semana

LAVAGEM DE ROUPAS reduz o uso da máquina de lavar reduz o uso do tanquinho

EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS: reduz o uso de eletrodomésticos da cozinha desliga som/TV

BANHO: reduz o tempo de banho reduz o número de banhos toma banho frio toma banho no trabalho as crianças tomam banho na creche outros: _____

7.5 Qual o consumo de energia (kWh) de sua residência nos últimos meses e a média anual? (ver na conta)

Mês	Consumo (kWh)	Mês	Consumo (kWh)	Mês	Consumo (kWh)
Fev/2011		Jun/2011		Out/2011	
Mar/2011		Jul/2011		Nov/2011	
Abr/2011		Ago/2011		Dez/2011	
Mai/2011		Set/2011		Jan/2012	

Figura 5 – Imagem parcial do questionário de Pesquisa de Benefício de Sistema de Aquecimento Solar.

3.1.3. Tabulação dos dados

A aplicação do questionário aconteceu entre os meses de março e abril de 2012. As cópias dos questionários foram enviadas e as respostas foram transferidas para uma plataforma computacional pelos bolsistas do Centro Universitário UNA.

Os dados foram analisados e todas as questões foram tratadas, fazendo-se a estratificação por estado.

3.1.4. Simulação da economia

A partir dos dados obtidos em relação à posse de lâmpadas, apresenta-se a proposta de avaliar o potencial da economia a ser obtida pela substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes compactas. Para tal, foram realizadas simulações com as seguintes premissas:

- potência das lâmpadas incandescentes: 60W;
- potência das lâmpadas compactas: 15W;
- número de lâmpadas de uso eventual: 60% das lâmpadas (de acordo com os dados da Eletrobras apresentados na Figura 4);
- número de horas de utilização das lâmpadas eventuais por dia: 1 hora (EPE, 2012b p.26);
- número de lâmpadas de uso habitual: 40% das lâmpadas de acordo com os dados da Eletrobras apresentados na Figura 4);
- número de horas de utilização das lâmpadas habituais por dia: 5 horas (EPE, 2012b p.26).

Com o número médio de lâmpadas de uso eventual e habitual de cada uma das tecnologias das residências amostradas, estimou-se o consumo de energia mensal com iluminação e calculou-se o consumo se todas as lâmpadas fosse apenas de uma tecnologia, fluorescente compacta, e o que representaria essa substituição em termos de economia.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

A seguir serão apresentados os resultados obtidos na pesquisa, a comparação com a Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso e simulações na economia obtida pela substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas compactas.

4.1. Consumo médio de energia

Todas as residências do PMCMV têm menos de 50m² de área construída. Segundo a pesquisa da Eletrobras, 84,3% das residências com esta área consomem menos de 200kWh/mês de energia elétrica. Nesta pesquisa, este valor foi de 88,3% (Figura 6). Estes dados ainda revelam que em torno de 58,0% dos entrevistados consomem menos que 120kWh/mês. Cabe salientar que essas residências utilizam o sistema de aquecimento solar para o banho e o chuveiro elétrico é usado como sistema complementar.

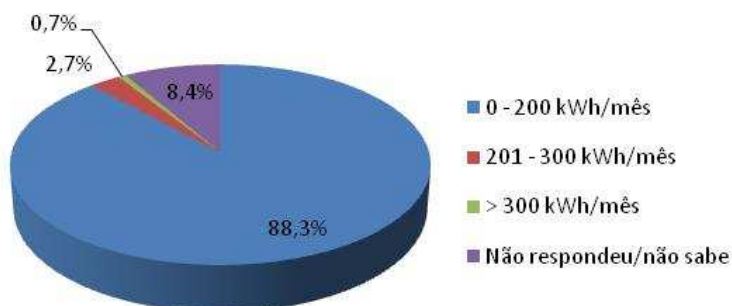


Figura 6 – Faixa de consumo médio mensal dos entrevistados. Fonte: elaboração própria

O consumo médio mensal das residências amostradas por município/estado é mostrada na Figura 7. Percebe-se uma diferença significativa de consumo entre cidades de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e São Paulo em torno de 100kWh, e das cidade do Paraná e Rio de Janeiro, com consumo médio mensal na faixa de 150kWh. O consumo médio mensal geral foi de 116kWh. Os dados detalhados podem ser vistos na Tabela 4.

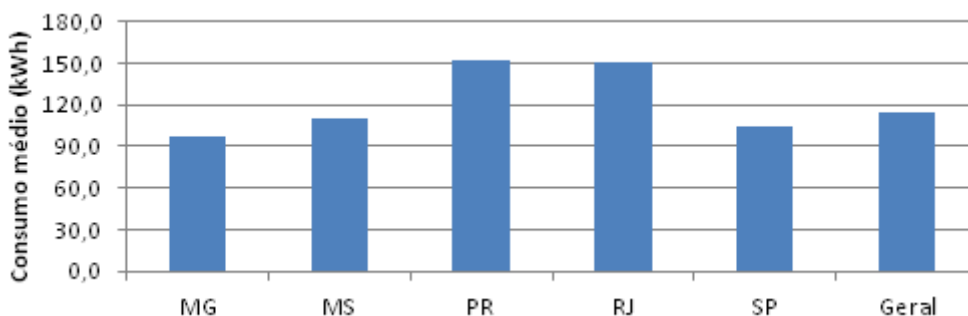


Figura 7 – Consumo médio mensal por cidade. Fonte: elaboração própria

4.2. Dados socioeconômicos

A Tabela 4 mostra o consumo médio por estado, o valor médio da última conta de energia paga e o número médio de moradores por moradia. Comparando este último dado, de número médio de moradores, verifica-se que a média de moradores nestas residências (3,96 pessoas) é superior ao apresentado na pesquisa da Eletrobras, que aponta 3,10 moradores na faixa de consumo até 200kWh/mês. Salienta-se que, na média apresentada na Tabela 4, considerou-se todos os entrevistados, não só aqueles com consumo médio até 200kWh/mês. Para as residências com consumo médio até 200kWh/mês, o valor médio é de 3,94 moradores por residência, muito próximo à média geral encontrada.

A Figura 8 mostra que 57,5% das famílias das residências amostradas têm renda de dois a três salários mínimos. Não há renda declarada superior a quatro salários mínimos. É um resultado esperado, tendo em vista que o PMCMV prioriza o atendimento a famílias com renda de até três salários mínimos. A renda média estimada das residências amostradas é de 1,6 salários mínimos. Considerando o valor do salário mínimo do ano de 2011 (R\$545,00), a renda média é de R\$872,00. Dessa forma, com um valor médio de R\$69,04 pagos pela energia elétrica, os moradores entrevistados comprometem aproximadamente 7,9% da renda com este custo.

Em relação à participação em programas governamentais de transferência de renda, 63,2% dos entrevistados não participam de nenhum programa. Dos 34,4% que recebem algum benefício, apenas 4,0% têm Tarifa Social (3% recebem Bolsa Família e possuem Tarifa Social, e 1% possui apenas Tarifa Social) conforme a Figura 9.

Tabela 4 – Consumo médio de energia, valor médio da conta e número médio de pessoas por moradia

	Consumo		Valor da conta		Número de pessoas por residência	
	Média (kWh)	Desvio-padrão (kWh)	Média (R\$)	Desvio-padrão (R\$)	Média	Desvio-padrão
MG	97	41	68,21	35,18	3,81	1,27
MS	110	46	72,31	40,84	3,67	1,06
PR	152	62	68,64	28,65	3,84	0,76
RJ	150	104	107,54	78,96	3,53	1,12
SP	105	65	45,64	30,11	4,88	1,97
Geral	116	64	69,04	40,44	3,96	1,34

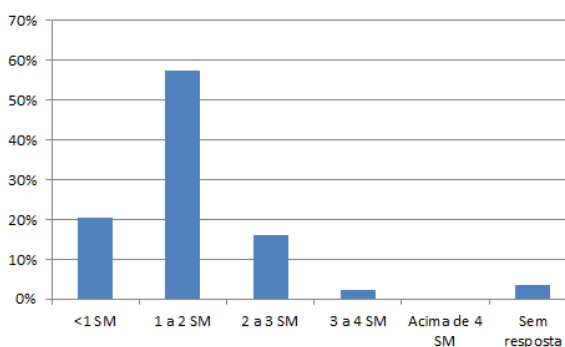


Figura 8 – Estratificação das faixas de renda dos entrevistados. Fonte: elaboração própria

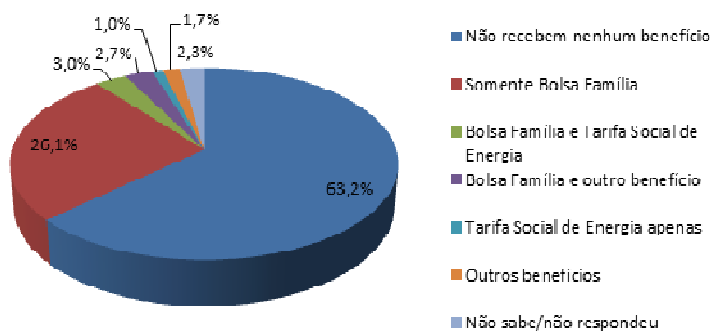


Figura 9 – Participação dos entrevistados em programas de transferência de renda. Fonte: elaboração própria

4.3. Posse de lâmpadas

O número médio de lâmpadas por residência entrevistada é de 6,42 lâmpadas por moradia. O valor é próximo ao valor médio de lâmpadas por residência na faixa de consumo até 200kWh apresentados pela pesquisa da Eletrobras, conforme a Tabela 5, que é de 6,53. Entretanto, destacam-se dois resultados:

- o número de lâmpadas incandescentes por residência é menor na pesquisa realizada, enquanto o número de lâmpadas fluorescentes e fluorescentes compactas é maior. Percebe-se praticamente uma inversão entre a quantidade de lâmpadas incandescentes e fluorescentes/compactas entre as duas pesquisas;

- esta tendência permanece quando as três regiões que fazem parte da pesquisa realizada são comparadas ao resultado da Eletrobras. Entretanto, o número médio de lâmpadas por residência é menor nas três regiões em 2012.

Tabela 5 – Número médio de lâmpadas por residência apresentados pela Eletrobras na faixa ate 200kWh e pela pesquisa realizada

		<i>Incandescentes</i>	<i>Fluorescentes</i>	<i>Compactas</i>	<i>Total</i>
Eletrobras		3,63		2,90	6,53
Pesquisa		2,91	0,34	3,17	6,42
Eletrobras	Sudeste	4,90		2,20	7,10
	Sul	2,39		4,37	6,76
	Centro-Oeste	4,03		2,94	6,97
Pesquisa	Sudeste	2,98	0,42	3,19	6,58
	Sul	3,68	0,00	2,21	5,89
	Centro-Oeste	2,00	0,00	3,90	5,90

Um dado interessante a ser observado é a análise do número de residências amostradas que utilizam apenas lâmpadas incandescentes, apenas lâmpadas compactas e ambas as tecnologias, conforme a Tabela 6. Ressaltam-se os seguintes pontos:

- o número de residências que possuem apenas lâmpadas incandescentes (26,4%) e apenas lâmpadas compactas (27,4%) é bastante próximo, sendo que o número de casas com lâmpadas compactas é ligeiramente maior;

- a cidade do estado de São Paulo possui o maior percentual de residências somente com lâmpadas incandescentes (57,7% das residências amostradas), enquanto as cidades do Rio de Janeiro e do Mato Grosso do Sul possuem o menor percentual (5,9% e 6,7% respectivamente);

- o Rio de Janeiro tem 82,4% das residências com apenas lâmpadas compactas, enquanto a cidade do Paraná possui apenas 9,5% dos entrevistados nessa condição;

- o percentual de residências que possuem lâmpadas incandescentes e fluorescentes compactas e lâmpadas incandescentes, lâmpadas fluorescentes e fluorescentes compactas soma 43,9%.

Tabela 6 – Percentual de residências amostradas que possuem apenas lâmpadas incandescentes, apenas lâmpadas compactas ou as duas tecnologias na pesquisa realizada

	<i>Somente incandescentes</i>	<i>Somente compactas</i>	<i>Incandescentes e compactas</i>	<i>Incandescentes, compactas e fluorescentes</i>	<i>Não declararam</i>
MG	26,8%	23,9%	35,1%	12,2%	2,0%
MS	6,7%	43,3%	50,0%	0,0%	0,0%
PR	28,6%	9,5%	52,4%	0,0%	9,5%
RJ	5,9%	82,4%	11,8%	0,0%	0,0%
SP	57,7%	15,4%	23,1%	0,0%	3,8%
Geral	26,4%	27,4%	35,5%	8,4%	2,3%

O número médio de lâmpadas nas residências amostradas que possuem apenas lâmpadas incandescentes (6,2 lâmpadas por residência) ou apenas compactas (6,1 lâmpadas por residência) é praticamente o mesmo, mas o número médio de lâmpadas nas residências com as duas tecnologias é significativamente maior (6,7 lâmpadas) conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Número médio de lâmpadas por tecnologia nas residências amostradas que possuem apenas lâmpadas incandescentes, apenas lâmpadas compactas ou as duas tecnologias na pesquisa realizada

	<i>Somente incandescentes</i>	<i>Somente compactas</i>	<i>Incandescentes e compactas</i>		
			<i>Incandescentes</i>	<i>Compactas</i>	<i>Incandescentes+compactas</i>
MG	6,6	6,8	3,0	4,1	7,1
MS	6,0	5,9	3,2	2,7	5,9
PR	5,7	5,0	3,3	2,9	6,2
RJ	5,0	5,1	2,0	3,5	5,5
SP	5,0	4,8	2,7	3,3	6,0
Geral	6,2	6,1	3,0	3,7	6,7

4.4. Potencial de economia de energia na iluminação

As residências do Programa Minha Casa Minha Vida pesquisadas possuem aquecimento solar para o banho, reduzindo, assim, o consumo de energia elétrica para o aquecimento de água do banho, uma vez que o chuveiro é utilizado como sistema complementar. Dessa forma, espera-se que o consumo médio de energia dessas residências seja menor que as que não possuem aquecimento solar e, por consequência, a participação das demais fontes consumidoras seja maior, ou seja, o percentual de energia gasta na iluminação seja maior no consumo total da residência.

A simulação do potencial da economia de energia a partir das premissas descritas no item 3.1.4 foi realizada para as cidades de Minas Gerais, Paraná e São Paulo, que possuem uma maior porcentagem de residências com apenas lâmpadas incandescentes (Tabela 6). Os resultados são apresentados na Tabela 8.

Para a cidade do estado de São Paulo, que tem 57,7% das residências com todas as lâmpadas incandescentes, estima-se um gasto de 23,4 kWh/mês com iluminação (o que representa 22,3% do consumo médio de energia, frente aos 19,0% estimados com consumo para iluminação na região Sudeste pela pesquisa da Eletrobras, conforme a Figura 2.4). A substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas compactas implicaria em uma redução de 16,8% da conta de energia.

A mesma análise é realizada para Minas Gerais e Paraná, onde as economias estimadas são de 23,7% e 13,1% respectivamente.

Quando os dados gerais são avaliados, estima-se que as residências que possuem apenas lâmpadas incandescentes consomem 29,0 kWh/mês com iluminação. A economia média estimada é de 18,8% com a substituição das lâmpadas.

Tabela 8 – Simulação de economia de energia a ser obtida pela substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas compactas nas residências que possuem apenas o primeiro modelo para iluminação.

Parâmetros	MG	PR	SP	Geral
Consumo médio de energia elétrica (kWh/mês)	97,6	152,5	104,7	115,5
Número médio de lâmpadas	6,6	5,7	5,0	6,2
Lâmpadas eventuais	4,0	3,4	3,0	3,7
Lâmpadas habituais	2,6	2,3	2,0	2,5
Tempo médio de lâmpada eventual ligada (h)	1,0	1,0	1,0	1,0
Tempo médio de lâmpada habitual ligada (h)	5,0	5,0	5,0	5,0
Potência média das lâmpadas incandescentes (W)	60	60	60	60
Potência média das lâmpadas compactas (W)	15	15	15	15
Energia gasta com a iluminação das lâmpadas incandescentes (kWh/mês)	30,9	26,7	23,4	29,0
Energia consumida se as lâmpadas fossem substituídas por compactas de 15W (kWh/mês)	7,7	6,7	5,8	7,2
Economia proporcionada pela substituição (kWh/mês)	23,2	20,0	17,6	21,8
Economia percentual estimada na conta de energia (%)	23,7	13,1	16,8	18,8

5. CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos na pesquisa, é possível verificar que houve uma boa concordância com os resultados da Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso da Eletrobras - ano base 2005, onde se destaca o aumento na penetração do uso de lâmpadas fluorescentes compactas nas residências amostradas do PMCMV em relação aos resultados apresentados para a faixa de consumo de energia no ano base de 2005 na Pesquisa da Eletrobras. Houve uma queda de 19,8% do uso de lâmpadas incandescentes e um aumento de 21,0% nas lâmpadas compactas/fluorescentes.

Por outro lado, percebe-se que algumas localidades ainda possuem um número expressivo do uso de lâmpadas incandescentes como única tecnologia de iluminação artificial das residências, e mais de um quarto das residências (26,4%) usam apenas lâmpadas incandescentes. Este fato deve-se ao baixo preço de comercialização da lâmpada incandescente em comparação ao da lâmpada compacta e indica que a substituição das lâmpadas menos eficientes pretendidas pelo governo por meio da Portaria 1007 de 2010 do

Ministério de Minas e Energia necessitará de uma agenda positiva dos órgãos de governo e concessionárias de energia a fim de atingir esta parcela da população.

Tendo em vista que estas residências já economizam energia elétrica pelo uso do aquecimento solar em substituição ao chuveiro elétrico, os outros usos finais têm sua participação aumentada no consumo de energia. Dessa forma, o consumo de energia para iluminação passa a ter percentual significativo e essas famílias poderiam economizar, em média, 18,8% da energia consumida pela residência pela substituição das lâmpadas. Em termos financeiros, é difícil mensurar a economia proporcionada, tendo em vista a diferença de tarifas das concessionárias de energia das diversas regiões, bem como a redução e até mesmo isenção de ICMS e taxa de iluminação pública em função da faixa de consumo da residência, o que pode representar uma economia monetária expressivamente maior que o percentual obtido com a energia. Apenas como exercício, levando-se em consideração o percentual de economia de energia, sem valorar outras possíveis economias, estima-se uma economia de R\$13,00 na conta de energia, significando que, em seis meses, o morador recuperaria o investimento da substituição de todas as lâmpadas, tendo em vista o preço médio de R\$13,00 da lâmpada, valor acima do pesquisado no mercado. O tempo de vida médio das lâmpadas fluorescente compactas é de 6000h, ou 3,3 anos para lâmpadas de uso habitual e 16 anos para a de uso eventual.

Como o comprometimento da renda para pagamento da energia elétrica estimado pelos dados da pesquisa giram em torno de 8% da renda familiar das residências amostradas, o benefício social a ser alcançado pela substituição das lâmpadas incandescentes por tecnologias mais eficientes é bastante significativo.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Portaria Interministerial nº1.007, de 31 de dezembro de 2010. 2010. Disponível em http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/conselhos_comite/cgiee/Portaria_Interministerial_nx_1007_2010.pdf. Acesso em 14 de jan. 2013
- _____. Ministério das Cidades. Portaria nº 465, de 03 de outubro de 2011. Dispõe sobre as diretrizes gerais para aquisição e alienação de imóveis por meio da transferência de recursos ao Fundo de Arrendamento Residencial - FAR, no âmbito do Programa Nacional de Habitação Urbana – PNHU, integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV. 2011. Disponível em: http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/Portaria_465_2011_FAR.pdf. Acesso em 08 de jan. 2013
- CAIXA Econômica Federal. Minha Casa Minha Vida. Ano desconhecido. Disponível em: http://downloads.caixa.gov.br/_arquivos/habita/mcmv/CARTILHACOMPLETA.PDF. Acesso em 08 de dez. 2012
- CAIXA Econômica Federal. Planilha PMCMV com SAS [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por bethduarte00@gmail.com em 18 de fevereiro de 2011
- ELETROBRÁS – Centrais Elétricas S.A. Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil. Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso - Ano Base 2005. Classe Residencial – Relatório Brasil. Rio de Janeiro, RJ: julho/2007.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). Balanço Energético Nacional 2012: Ano base 2011 / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2012
- _____. - nota técnica DEA 16/12 - Avaliação da Eficiência Energética para os próximos 10 anos (2012-2021). Rio de Janeiro, 2012b. Disponível em: http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20121221_1.pdf. Acesso em 13 de mar de 2013.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, a ELETROBRAS/PROCEL e a GIZ pelo apoio e pelos recursos financeiros aplicados no projeto.