

Projeto Elaboração de Ferramenta Computacional para Estimar Consumo e Potencial de Conservação de Energia Elétrica em Comunidades de Baixo Poder Aquisitivo

Marliane de Jesus Mendonça	Márcia Coutinho	Roberto Schaeffer	Claude Cohen
Light Serviços de Eletricidade S.A	Light Serviços de Eletricidade S.A	PPE/COPPE/ UFRJ	Faculdade de Economia -UFF
marliane.mendonca@light.com.br	marcia.coutinho@light.com.br	roberto@ppe.ufrj.br	claudecohen@economia.uff.br

PALAVRAS-CHAVE

Conservação de Energia
Desenvolvimento Sustentável
Eficiência Energética.

RESUMO

O presente artigo tem por objetivo apresentar os resultados parciais de um projeto desenvolvido em parceria entre a LIGHT, a COPPE/UFRJ, a PUC-RJ e a UFF, no âmbito das rodadas ANEEL para eficiência energética, cujo tema é a construção de indicadores (sociais, econômicos, culturais e tecnológicos) para quantificar o potencial de conservação de energia elétrica e o consumo da mesma em 10 comunidades de baixa renda do Rio de Janeiro. Para tanto, pretende-se, ao cabo do projeto, que prevê a elaboração de uma ferramenta computacional para estimar o consumo e o potencial de conservação de energia elétrica, propor alternativas tecnológicas para o uso final de eletricidade levando em consideração o conceito de sustentabilidade local, identificar o perfil específico do consumo de eletricidade nas residências de baixa renda, e estudar a abertura da comunidade em implantar novas técnicas e hábitos de uso eficiente da eletricidade. Dado que este projeto ainda está em andamento, neste artigo, especificamente, apresentar-se-ão resultados referentes ao perfil das comunidades pesquisadas quanto ao uso e a posse dos equipamentos levantados.

1. INTRODUÇÃO

Dado que o projeto em questão ainda não foi concluído, neste artigo serão apresentados resultados preliminares do mesmo, que se referem principalmente à caracterização do perfil das comunidades pesquisadas e dos equipamentos levantados.

Para execução do projeto as seguintes etapas já foram empreendidas e serviram de insumo para os resultados que serão aqui apresentados:

- Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de consumo. - PPH - em DEZ comunidades, com tamanho médio de amostra em torno de 200 por favela, totalizando 2000 residências. A pesquisa, além de levar em consideração as posses e uso de equipamentos, incluirá também questões relativas às características do domicílio, condições socioeconômica dos moradores, inadimplência e imagem da empresa.
- Identificação e avaliação das alternativas tecnológicas existentes para redução do consumo de energia elétrica no setor residencial, especificamente para a

subclasse baixa renda, com um levantamento das alternativas tecnológicas passíveis de adoção nas comunidades de baixo poder aquisitivo. As alternativas tecnológicas são então avaliadas, de modo a possibilitar a identificação das dificuldades e os benefícios decorrentes da implementação de cada uma. Esta etapa foi realizada através de um tratamento estatístico dos dados obtidos, de cálculos econômicos de custos associados a certos equipamentos e potenciais de redução de consumo de energia. Para a execução desta etapa, inicialmente foi realizada uma pesquisa junto aos fabricantes e distribuidores das alternativas tecnológicas identificadas, com o objetivo de avaliar os investimentos iniciais necessários para a aquisição das alternativas tecnológicas e os custos operacionais.

- Avaliação econômica das alternativas consideradas, objetivando identificar, dentre o universo de alternativas existentes, qual o conjunto de alternativas que apresentam real efetividade econômica, segundo a ótica dos consumidores das comunidades de baixa renda. Para tanto são avaliadas as tarifas de energia elétrica e os efeitos de incentivos para a racionalização do consumo. Para a avaliação das alternativas tecnológicas são utilizadas ferramentas específicas, que incluem modelos computacionais já utilizados em vários estudos desenvolvidos no Programa de Planejamento Energético da COPPE/UFRJ para análise do potencial de conservação de energia no setor residencial (vide, por exemplo, ALMEIDA et al, 2001 nas referências bibliográficas).

Os Resultados Esperados pela conclusão do projeto são:

- Indicadores para análise do consumo de energia em comunidades de baixa renda.
- Índices de potencial de conservação de energia elétrica da comunidade.
- Medidas e diretrizes para conservação de energia elétrica.
- Propostas de alternativas para o uso racional de eletricidade levando em consideração o conceito de sustentabilidade local.
- Acompanhamento da mudança de comportamento do consumidor devido ao racionamento identificando as principais medidas tomadas, através de pesquisa de posse e hábitos em comunidades de baixa renda.
- Divulgação dos resultados do projeto na comunidade científica e na mídia.
- Integração da comunidade de baixa renda com o tema eficiência energética.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Caracterização do problema

Ações que visem o desenvolvimento energético sustentável de estados como o Rio de Janeiro devem estar fortemente calcadas em políticas energéticas que cubram o vasto espectro das questões pertinentes às dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais da energia. Em outras palavras, as fontes energéticas em uma economia que se quer poder dizer moderna e justa têm que ser disponíveis, acessíveis e aceitáveis para toda a sociedade. E, além disso, a população deve ser capaz de adquirir os serviços energéticos básicos, na forma tecnicamente mais avançada (COSTA et al, 2007).

Ademais, a melhoria das condições sociais da sociedade brasileira requer uma retomada do crescimento econômico. Entretanto existem gargalos que ameaçam este crescimento potencial, como por exemplo, a capacidade energética disponível. O racionamento de energia elétrica de 2001, por exemplo, foi uma conseqüência dos problemas encontrados para a expansão da oferta. Desta forma, o uso eficiente de energia, mais do que nunca é oportunidade e uma necessidade premente para se garantir o desenvolvimento do país e para viabilizar que o conjunto da sociedade brasileira tenha acesso aos benefícios desse desenvolvimento.

Deve-se considerar também que "a conservação é a fonte de produção energética mais barata e limpa já encontrada" e que "a economia evita impactos ambientais e a necessidade de mais geração elétrica" (FURNAS, 2008). Alternativas de racionalização do uso da energia apresentam também, de maneira geral, um retorno econômico positivo. No caso do Setor Residencial, mesmo sem considerar medidas restritivas ao consumo, estudos anteriores mostraram que algumas alternativas apresentam taxas de retorno significativas para os consumidores (SCHAEFFER, et al 1997). No entanto, a identificação de tais alternativas, considerando os valores atuais das tarifas, dos incentivos aos consumidores e dos

custos dos equipamentos mais eficientes, e a identificação de ações que possam contribuir para a disseminação da informação junto aos consumidores são fundamentais para o aproveitamento do potencial de redução do consumo de energia elétrica existente.

Três usos finais, como destaca Geller (1994), têm grande potencial de redução, aplicável a estas comunidades: aquecimento de água, principalmente pelo uso do chuveiro elétrico (acrescentando-se aí a redução também na demanda no horário de ponta), iluminação (que teve uma substituição de lâmpadas desordenada durante o racionamento) e refrigeração, pela aplicação de técnicas simples de uso racional, como vedação adequada, distribuição dos alimentos, distanciamento de fontes térmicas, etc.

O Brasil desperdiça muita energia elétrica - o total desperdiçado por ano, segundo o Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica (Procel, 2007), chega a 40 milhões de kWh ou US\$ 2,8 bilhões, sendo os consumidores (indústrias, residências e comércio) responsáveis por 22 milhões de kWh por ano. Chama-se atenção para a grande quantidade de comunidades carentes no estado do Rio de Janeiro. Segundo Coutinho apud Almeida (2001), o estado possui cerca de 1000 favelas, das quais 300 situam-se somente na Baixada Fluminense. Tal fato contribui para o elevado grau de clandestinidade. Estima-se a existência de cerca de 200 mil ligações clandestinas, o que representa um quarto dos clientes da concessionária.

Estudo realizado por Almeida et al. (2001) sobre o potencial de redução de consumo de energia elétrica aponta para um índice entre 8 e 28% do consumo residencial. Geller (1991) estima entre 12 e 20% o potencial de redução de energia com a simples introdução de chave de 4 posições em chuveiros elétricos. O potencial de redução da demanda no horário do pico devido à substituição do chuveiro corresponderia a 65% do potencial brasileiro desta redução. Há hoje técnicas disponíveis de uso da energia solar térmica, de baixo custo, cuja aplicação poderia ser estudada. Assim este trabalho pode servir de base para a aplicação piloto destas técnicas e a análise de sua aplicabilidade.

No entanto, a determinação do potencial de conservação, e conseqüentemente, a avaliação de mecanismos da inserção de alternativas energéticas precisa estar atrelada aos aspectos particulares da comunidade. Nesse contexto, a colaboração da comunidade é fundamental para o desenvolvimento do projeto. Além da contribuição de membros da comunidade na coleta de dados e acompanhamento do projeto, deve-se formar multiplicadores de conhecimento através de um treinamento voltado para o uso eficiente da energia dentro da residência.

O uso eficiente da energia deve ampliar o acesso da comunidade a este bem, e, através dele, a meios de comunicação e instrução, permitindo uma melhoria geral da qualidade de vida.

Por outro lado, é preciso ressaltar que as mudanças decorrentes da determinação do potencial de conservação de eletricidade vão além da utilização racional da energia. As transformações envolvem a questão da inserção energética de comunidades carentes, e necessitam da participação da Universidade, das empresas de energia e do Governo, formando um tripé de atuação que garantirá a melhoria da qualidade de vida das famílias carentes, dentro do princípio da cidadania e colaborando para o bem-estar geral da sociedade.

Assim, o projeto proposto tem por objetivo avaliar o potencial econômico de redução do consumo de energia elétrica em comunidades de baixa renda do Rio de Janeiro, identificando as alternativas disponíveis para a racionalização do uso da energia elétrica no setor residencial, hierarquizando-as segundo os benefícios que possam trazer para os consumidores que as adotarem. Esta avaliação, realizada segundo um enfoque econômico, inclui a análise dos benefícios diretos e indiretos associados à utilização de tecnologias mais eficientes.

De fato, há uma série de alternativas tecnológicas a disposição dos consumidores residenciais de energia elétrica. Após a crise energética que o país enfrentou em 2001, diversos consumidores adotaram medidas que, em muitos casos, não são as de mais efetiva implementação. Os consumidores buscam reduzir seu consumo de energia elétrica, no entanto há um grande desconhecimento quanto os reais benefícios que cada alternativa tecnológica pode proporcionar.

Este desconhecimento faz com que os consumidores não vejam a adoção de alternativas mais eficientes como um investimento que poderá trazer benefícios concretos, mas como uma forma de sacrifício frente a uma situação que se apresenta. Diversos estudos já demonstraram que a adoção de alternativas que permitem um uso mais eficiente da energia no setor pode apresentar retornos significativos. Estes retornos se traduzem não apenas em reduções nas contas de energia elétrica, mas em também em benefícios indiretos, energéticos ou não.

A contabilização de tais benefícios, considerando os valores atuais das tarifas, dos custos das tecnologias e dos incentivos à redução do consumo oferecidos pelo Governo, e sua divulgação junto

aos consumidores, pode contribuir efetivamente para que a redução do consumo de energia elétrica do Setor Residencial Brasileiro seja mais significativa. A obtenção de resultados atualizados e a identificação de instrumentos efetivos para que os consumidores recebam tais resultados, pode tornar mais efetiva a participação dos consumidores e, em alguns casos, pode estimular outros ainda não participantes.

2.2. Síntese dos resultados do tratamento dos dados para inserção no modelo

2.2.1. Posse de equipamentos

Dado que o consumo de energia elétrica e o potencial de conservação de energia elétrica neste estudo são calculados a partir de um modelo de simulação *bottom-up*¹, é de fundamental importância escolher criteriosamente os equipamentos e a metodologia de cálculo utilizada.

Assim, o critério de escolha dos equipamentos relevantes para serem estudados teve como variável determinante a *participação do consumo de energia de cada uso final de energia (de cada serviço energético) no consumo final de um domicílio médio*. Os principais usos finais de energia representam, em média, 80% do consumo total de energia elétrica dos domicílios².

Houve um detalhamento maior sobre o perfil de consumo (incluindo no questionário perguntas sobre tempo médio de utilização e posses médias), referente aos seguintes usos (grupo *principais usos finais*):

- Iluminação: lâmpadas
- Aquecimento de água: chuveiro elétrico
- Refrigeração: refrigerador e freezer
- Condicionamento térmico: condicionador de ar
- Outros usos (*grupo outros usos finais*): televisão, ferro elétrico, forno microondas, grill, máquina de lavar roupa, microcomputador, máquina de costura elétrica, prancha alisadora, panela/fritadeira elétrica, máquina de overlock, cafeteira elétrica, bomba d'água, secador de cabelo.

Além desses usos finais/equipamentos mais relevantes, outros usos finais/equipamentos foram selecionados dentro do banco de dados. O critério de decisão foi considerar apenas os usos finais/equipamentos que tivessem uma participação média mínima de 1% no consumo médio das famílias³. Assim, foram selecionados os seguintes usos finais/ equipamentos, para acrescentar ao grupo *outros usos finais*:

- Aparelho de som
- Ventilador de teto, ventilador/circulador de ar
- Aparelho de televisão por assinatura

Desta feita, os equipamentos elétricos relevantes neste estudo estão divididos em dois grupos: *principais usos finais* e *outros usos finais*. Dessa forma, foram selecionadas cinco categorias de usos finais mais relevantes (ver Tabela 1) e 19 categorias de outros usos finais (ver Tabela 2).

De acordo com a Tabela 1, as comunidades que apresentam **maior posse** desses principais bens são: **Vidigal** (a posse de todos os bens é sempre maior do que a média de cada um) e **Mangueira** (apenas para lâmpadas dos tipos LFC e “outras” a posse é inferior à média). Além dessas, **Vila Moretti**, **Lixão** e **Vila Brasil** também têm posses de equipamentos acima da média (cerca de seis dos nove itens listados na Tabela 1, correspondem a posses de equipamentos superiores à média).

A comunidade do **Caju** tem **posses mais próximas à média**, em que cerca de 5 dos nove itens listados na Tabela 1, correspondem a posses de equipamentos superiores à média. Apenas para o uso de iluminação a posse é igual ou inferior à média.

Por fim, as comunidades **Jardim Ocidental**, **Parque Dois Irmãos**, **Mata Machado** e **Maré** são aquelas cuja **posse da maioria dos bens é menor** do que a posse média das comunidades. As comunidades Jardim Ocidental e Parque Dois Irmãos são as que possuem menor posse dos equipamentos e para oito itens a posse é inferior à média (para o Jardim Ocidental, apenas no caso de

¹ Cujas base de cálculo do consumo de energia elétrica e do potencial de conservação é baseada nas tecnologias disponíveis, nos hábitos de uso e nas posses médias.

² Dados referentes à média de consumo da Região Sudeste do Brasil (PPE/COPPE/UFRJ, 2007).

³ Adotaram-se valores de potência e de tempo médio de uso, de acordo com os dados do PROCEL (2007), e definiu-se a participação média no consumo de uma residência média multiplicando a potência e o tempo médios pela posse média de cada equipamento.

lâmpadas incandescentes a posse é maior do que a média e, para o Parque Dois Irmãos, apenas no caso de “outras” lâmpadas a posse é maior).

Considerando a classificação socioeconômica do Critério Brasil CCEB-2008, observa-se que o Vidigal é a comunidade com maior poder aquisitivo (o que justifica seu elevado nível de posse desses bens). Por outro lado, Jardim Ocidental é a comunidade com menor poder aquisitivo, fato que corrobora o seu baixo nível de posse.

Contudo, outras comunidades apresentam um nível de posse de equipamentos menos correlacionado com seu poder aquisitivo médio. Assim, Vila Moretti, apesar de apresentar um dos elevados níveis de posse, seu poder de compra é um dos mais baixos (comparável ao de Jardim Ocidental). Por outro lado, o Parque Dois Irmãos, apesar de se apresentar como uma das comunidades com maior poder aquisitivo (comparável ao do Vidigal), seu nível de posse desses principais equipamentos é um dos menores entre as dez comunidades.

Tabela 1: Posse média de equipamentos elétricos – Principais Usos Finais

Equipamentos relativos aos usos principais	Posses Médias de Equipamentos Elétricos – Principais Usos Finais										
	Mang.	J. Ocid.	Caju	V. Mor.	Pq 2 Irmãos	Lixão	Vid.	M.Mach.	V. Bra.	Maré	Média
Refrigerador	1,05	0,98	1,02	1,03	1,01	1,02	1,05	1,03	1,05	0,99	1,02
Freezer	0,27	0,09	0,26	0,18	0,10	0,26	0,29	0,23	0,25	0,13	0,21
Condic. de ar	0,32	0,02	0,21	0,17	0,07	0,27	0,17	0,03	0,22	0,16	0,16
Chuv.Elétrico	0,67	0,22	0,74	0,55	0,52	0,40	0,83	0,95	0,69	0,36	0,58
Ilumin. - tipos de lâmpadas	5,44	4,57	4,37	5,33	4,33	5,20	6,35	4,67	4,58	3,95	4,81
1- Incandesc.	4,72	3,80	3,29	4,85	3,30	4,56	4,64	2,27	3,75	1,45	3,64
2- Tubular	0,26	0,10	0,17	0,21	0,06	0,22	0,36	0,13	0,18	0,09	0,17
3- LFC	0,44	0,64	0,82	0,02	0,09	0,38	0,99	2,23	0,57	2,27	0,83
4- Outras	0,03	0,03	0,10	0,25	0,87	0,03	0,36	0,04	0,09	0,14	0,17
Total de dom.	200	210	180	150	210	230	240	180	170	230	2000

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

Assim como ocorrera para os usos principais, entre os “outros usos finais de energia”, na Tabela 2, as comunidades Vidigal, Mangueira, Lixão e Vila Brasil, estão entre as comunidades que têm, em média, maior posse destes outros bens.

Além destas, Caju e Mata Machado também apresentam um nível de posse que é, na maioria das vezes, maior do que a média. Observa-se, ainda, que a comunidade Mata Machado estava entre as comunidades com menor nível de posse dos equipamentos relacionados aos usos principais (ver Tabela 1).

Contudo, diferentemente do que ocorrera com os usos principais (ver Tabela 1), a comunidade Vila Moretti (que estava entre as comunidades com maior nível de posse de equipamentos dos usos principais), apresenta um dos menores níveis de posse dos equipamentos relacionados aos outros usos. Além desta, as comunidades Jardim Ocidental, Parque Dois Irmãos e Maré são as demais comunidades cuja posse da maioria dos bens é menor do que a posse média das comunidades.

Considerando a classificação sócio-econômica do Critério Brasil CCEB-2008, observa-se que o Vidigal é a comunidade com maior poder aquisitivo (o que justifica seu elevado nível de posse desses bens). Por outro lado, o Jardim Ocidental é a comunidade com menor poder aquisitivo, fato que corrobora o seu baixo nível de posse. Assim, em geral, as comunidades com maior poder aquisitivo são as que possuem maior nível de posse de equipamentos, enquanto que as comunidades mais pobres são as que possuem nível mais baixo de posse. Contudo, a comunidade do Caju apresenta-se como uma exceção nesta análise e, apesar do seu baixo poder aquisitivo médio, a posse de equipamentos relacionada aos outros usos é relativamente mais elevada do que a média das comunidades.

Tabela 2: Posse média de equipamentos elétricos – Outros Usos Finais

Equip. relativos aos usos principais	Posses Médias de Equipamentos Elétricos – Outros Usos Finais										
	Mang	J. Ocid.	Caju	V.Mor.	Pq 2 Irm.	Lix.	Vid.	M.Mach.	V.Br.	Maré	Média
TV	1,70	1,27	1,51	1,39	1,30	1,47	1,68	1,73	1,60	1,36	1,50
Ap. de som	0,78	0,77	0,54	0,72	0,67	0,64	0,78	0,79	0,80	0,64	0,71
Rádio elét.	0,34	0,18	0,40	0,32	0,32	0,39	0,46	0,48	0,42	0,23	0,35
Vent.de teto	0,65	0,25	1,02	0,49	0,40	0,39	0,48	0,61	0,90	0,56	0,56
Vent./Circulador	1,35	0,77	1,07	1,17	0,99	1,47	1,05	0,79	1,30	1,18	1,12
Ap. de tv/assin.	0,04	0,02	0,19	0,00	0,30	0,08	0,02	0,09	0,02	0,00	0,08
Ferro elétrico	1,07	0,74	1,09	0,98	0,90	0,93	1,04	1,00	0,98	0,94	0,96
Forno elétrico	0,09	0,05	0,12	0,04	0,06	0,07	0,18	0,08	0,11	0,04	0,09
Micro-ondas	0,23	0,04	0,18	0,15	0,11	0,18	0,42	0,28	0,21	0,11	0,19
Aparelho grill	0,18	0,02	0,21	0,10	0,02	0,17	0,09	0,05	0,08	0,01	0,09
Lava-roupa	0,59	0,26	0,59	0,47	0,53	0,64	0,56	0,69	0,64	0,48	0,54
Microcomputador	0,20	0,02	0,20	0,09	0,12	0,10	0,28	0,26	0,25	0,13	0,17
Máq. de cost. elét.	0,09	0,07	0,18	0,05	0,03	0,07	0,21	0,14	0,09	0,03	0,10
prancha de alis.	0,12	0,10	0,16	0,11	0,10	0,16	0,14	0,14	0,19	0,07	0,13
Panela/frit. elét.	0,01	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,04	0,02	0,01	0,00	0,01
Overloque	0,02	0,00	0,02	0,01	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01
Cafeteira elétrica	0,37	0,09	0,40	0,29	0,18	0,27	0,31	0,27	0,29	0,20	0,26
Bomba d'água	0,09	0,45	0,31	0,13	0,22	0,57	0,15	0,31	0,42	0,07	0,27
Secador de cabelo	0,08	0,07	0,14	0,09	0,03	0,13	0,25	0,15	0,18	0,03	0,12
Total de dom.	200	210	180	150	210	230	240	180	170	230	2000

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

2.2.2. Características dos equipamentos

2.2.2.1. Uso: Condicionamento térmico / Equipamento: Condicionador de ar

Com o objetivo de facilitar a pesquisa de preços, organizaram-se todos os condicionadores de ar existentes nas comunidades por marcas e modelo para serem classificados pelas tabelas de eficiência do INMETRO⁴. Realizou-se, ademais, uma pesquisa para verificar a existência dos modelos para venda em vários estabelecimentos comerciais do Rio de Janeiro. Comparando-se os aparelhos por unidade de BTU, foi possível notar que, dentro de cada marca, os aparelhos mais eficientes não possuem valores elevados com relação aos aparelhos de baixa eficiência. Considerando todos os condicionadores de ar, cuja eficiência foi encontrada com base nas tabelas de eficiência de equipamentos do INMETRO é possível verificar que, curiosamente, a maior parte dos aparelhos existentes nas comunidades é eficiente, ou seja, 75% são classificados com faixa de eficiência A, 15% são B, 5% são C e o restante, 5%, são E.

A Tabela 3 fornece a média de condicionadores de ar por residência. Através dela é possível afirmar que, há aproximadamente 01 (1,12) ar condicionado por residência. A comunidade da Mangueira é a que possui mais aparelhos por residência. O menor número de aparelhos por residência está na comunidade do Jardim Ocidental.

⁴ Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e qualidade Industrial.

Tabela 3: Média de condicionadores de ar (janela e split) por residência para cada comunidade.

Comunidade	Total de ar	Total de entrevistados (Amostra)	Média de condicionadores de por residência
<i>Caju</i>	38	180	0,21
<i>Jardim Ocidental</i>	04	210	0,02
<i>Lixão</i>	61	230	0,27
<i>Mangueira</i>	64	200	0,32
<i>Mata Machado</i>	06	180	0,03
<i>Parque 2 Irmãos</i>	14	210	0,07
<i>Parque da Maré</i>	36	230	0,16
<i>Vidigal</i>	40	240	0,17
<i>Vila Brasil</i>	38	170	0,22
<i>Vila Moretti</i>	25	150	0,17
Total	326	2000	0,16

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

No que se refere a aparelhos por comunidade, a Tabela 4 mostra que a comunidade da Mangueira é a que possui o maior número de condicionadores de ar com 20% do total de aparelhos, seguida da comunidade do Lixão que possui 19% dos aparelhos. A comunidade do Jardim Ocidental, por sua vez, só possui 1% do total de condicionadores de ar.

Tabela 4: Posse de condicionadores de ar nas comunidades pesquisadas.

Posse de condicionadores de ar por comunidade		
Comunidades	Quantidade	Porcentagem
<i>Caju</i>	38	12%
<i>Jardim Ocidental</i>	04	1%
<i>Lixão</i>	61	19%
<i>Mangueira</i>	64	20%
<i>Mata Machado</i>	06	2%
<i>Parque 2 Irmãos</i>	14	4%
<i>Parque da Maré</i>	36	11%
<i>Vidigal</i>	40	12%
<i>Vila Brasil</i>	38	12%
<i>Vila Moretti</i>	25	8%
Total de condicionadores de ar	326	100%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

A Tabela 5 fornece informações sobre a idade média dos aparelhos por comunidade. Como é possível observar, a comunidade Mata Machado é a que possui os condicionadores de ar com maior tempo de uso, resultando em uma idade média de 7 anos. Os aparelhos mais novos estão na comunidade do Lixão, com idade média de 3 anos. Fazendo uma correlação dos dados de idade média com a posse de ar condicionado por residência, é possível dizer que a comunidade do Lixão possui melhores condições de renda e consumo por estar entre as comunidades com os condicionadores de ar mais novos, além de possuir maior número de aparelhos (61).

Tabela 5: Idade média dos condicionadores de ar por comunidade.

<i>Comunidades</i>	<i>Idade média</i>
<i>Caju</i>	3,8
<i>Jardim Ocidental</i>	4,8
<i>Lixão</i>	3,0
<i>Mangueira</i>	5,2
<i>Mata Machado</i>	7,0
<i>Parque 2 Irmãos</i>	3,4
<i>Parque da Maré</i>	3,6
<i>Vidigal</i>	4,2
<i>Vila Brasil</i>	5,1
<i>Vila Moretti</i>	5,3

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

No que se refere especificamente aos aparelhos *split*, considerando o conjunto das dez comunidades pesquisadas, foram localizados 06 aparelhos. Dado que este equipamento é pouco comum em residências de comunidades carentes, houve uma investigação mais aprofundada sobre o funcionamento de comércio informal nessas residências, mas de acordo com o banco de dados, apenas 1 residência, das que possuem condicionadores de ar, tem um comércio em funcionamento, embora o condicionador de ar não tenha sido declarado como aparelho utilizado no comércio. A distribuição destes aparelhos por comunidade é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6: Distribuição dos condicionadores de ar Split por comunidade.

Comunidades	Condicionadores de ar Split	Total de condicionadores de ar
<i>Caju</i>	01	38
<i>Jardim Ocidental</i>	01	04
<i>Mangueira</i>	04	64
Total	06	106

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

2.2.2.2. Uso: Refrigeração / Equipamento: Refrigerador

De acordo com a pesquisa de campo da PUC-Rio (2007), pode-se inferir que existem aproximadamente 2046 geladeiras distribuídas em 2000 residências. As geladeiras foram classificadas segundo marca, modelo, capacidade, número de portas, selo PROCEL e por faixa de eficiência. Outras especificações abordadas referem-se à potência e/ou consumo mensal do equipamento. Na ausência de modelo descrito no questionário, buscou-se um modelo substituto com características parecidas às do modelo não encontrado.

A Tabela 7 ilustra a posse média dos refrigeradores distribuídos pelas comunidades analisadas. A partir da Tabela 7 podemos inferir que as comunidades com maior posse de refrigerador são as comunidades do Vidigal e da Vila Brasil (1,05), seguido pela comunidade Lixão (1,04) e as comunidades Mangueira e Vila Moretti (1,03). A comunidade com menor posse de refrigeradores é o Parque Dois Irmãos (0,98). A posse média agregada é de 1,02, considerando todas as comunidades em análise, assim, de maneira geral, há um pouco mais de uma geladeira, aproximadamente, para cada casa analisada nas dez comunidades.

Tabela 7: Posse média de refrigeradores por comunidade

Comunidade	Número de refrigeradores	de Posse média
Caju	184	1,02
Dois Irmãos	206	0,98
Jardim Ocidental	235	1,02
Lixão	209	1,04
Mangueira	186	1,03
Maré	213	1,01
Mata Machado	228	0,99
Vidigal	253	1,05
Vila Brasil	178	1,05
Vila Moreti	154	1,03
Total	2046	1,02

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

Outra variável na qual os refrigeradores podem ser classificados refere-se à faixa de eficiência. Quanto maior é a eficiência do refrigerador, menor é o consumo de energia elétrica necessária para que o equipamento cumpra sua função. A Figura 1 apresenta a distribuição percentual dos refrigeradores por faixa de eficiência com todas as comunidades e, na Tabela 8, a distribuição percentual dos refrigeradores por faixa de eficiência por comunidade.

Como se pode perceber no Figura 1, a maior parte dos refrigeradores analisados tem faixa de eficiência “A” (aproximadamente 59%). Refrigeradores com faixa “B” correspondem a 20%, “D” cerca de 9%, “E” em torno de 8% e a faixa com menor frequência é a “C” com quase 4% dos refrigeradores estudados nas dez comunidades.

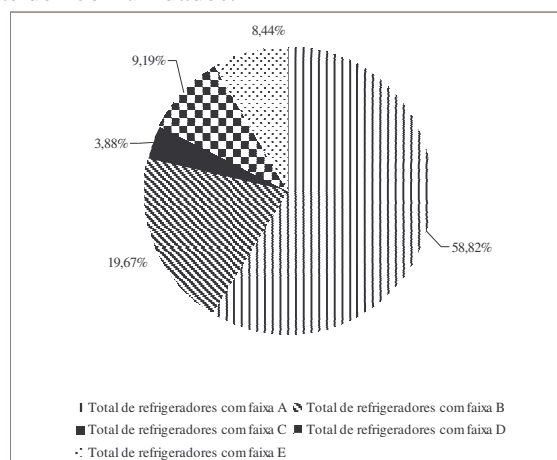


Figura 1 - Distribuição dos refrigeradores em todas as comunidades por faixa de eficiência

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

Na Tabela 8, constata-se o que foi visto anteriormente na Figura 1: a maior parte dos refrigeradores em cada comunidade tem faixa de eficiência “A”. Assim, as comunidades que apresentam o maior potencial para troca de equipamentos e, portanto, maior potencial de conservação de energia elétrica são aquelas em que a maior parte dos refrigeradores não é da faixa “A”, ou seja: a comunidade que tem a menor percentagem de refrigeradores com faixa de eficiência “A” é o Vidigal (46%), seguida da comunidade Jardim Ocidental (52%).

Tabela 8 – Distribuição dos refrigeradores por faixa de eficiência (%)

Faixa eficiência	Comunidades									
	Caju	Dois Irmãos	Jardim Ocidental	Lixão	Mangueira	Maré	Mata Machado	Vidigal	Vila Brasil	Vila Moreti
A	71,68	67,86	51,88	60,64	55,40	57,14	60,98	46,34	55,63	59,26
B	15,93	15,00	16,88	22,34	28,06	18,10	22,76	16,46	19,01	20,37
C	4,42	5,00	3,75	2,13	2,88	4,29	5,69	3,05	2,82	5,56
D	5,31	8,57	8,13	9,04	7,19	8,10	5,69	16,46	8,45	12,96
E	2,65	3,57	19,38	5,85	6,47	12,38	4,88	17,68	1,41	1,85

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

A comunidade Caju é onde temos a maior percentagem de refrigeradores com eficiência “A” (72%), sendo, portanto, aquela que apresenta o menor potencial de troca de equipamentos.

A faixa de eficiência “C” seja no agregado, seja em cada comunidade (vide a Figura 1), como mostra a Tabela 8, é a faixa de eficiência dos refrigeradores com menor presença. Por exemplo, na Comunidade Lixões somente cerca de 2% dos refrigeradores têm faixa de eficiência “C”. Para as outras faixas de eficiências, há uma oscilação na quantidade de refrigeradores com as faixas de eficiência “B”, “D” e “E”, como mostram os valores das percentagens calculados em cada comunidade. Existem algumas comunidades nas quais a faixa de eficiência “B” é mais freqüente do que as faixas “D” e “E” como Caju e Dois Irmãos, porém, nas comunidades Jardim Ocidental e Vidigal, há mais refrigeradores com faixa de eficiência “E” do que com faixa de eficiência “B”.

2.2.2.3. Uso: Refrigeração / Equipamento: Freezer

De acordo com a pesquisa de campo da PUC – Rio (2007), pode-se inferir que existem aproximadamente 377 freezers distribuídos em 2000 residências. Os freezers foram classificados segundo: marca, modelo, capacidade, tipo (horizontal ou vertical), selo PROCEL, consumo mensal e faixa de eficiência. Outras especificações abordadas referem-se à potência e/ou consumo mensal do equipamento.

O modelo de freezer mais freqüente em todas as comunidades analisadas (42 unidades) é o “Vertical FE 18 da Electrolux”, e sua faixa de eficiência é “B”. Isto denota algum potencial de troca para este equipamento, embora a redução de consumo de energia elétrica proporcionada por esta troca não seja tão significativa.

A Tabela 9 ilustra a posse média dos freezers distribuídos pelas comunidades analisadas:

Tabela 9 – Posse média de freezers por comunidade

Comunidade	Freezers	Posse média
Caju	41	0,23
Dois Irmãos	22	0,10
Jardim Ocidental	17	0,08
Lixão	45	0,20
Mangueira	54	0,27
Maré	28	0,12
Mata Machado	41	0,23
Vidigal	62	0,26
Vila Brasil	41	0,24
Vila Moretti	26	0,17
Total	377	0,19

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

A partir da Tabela 9 podemos inferir que a comunidade com maior posse de freezer é a Mangueira (27%), seguida por Vidigal (26%) e Vila Brasil (24%). A comunidade com menor posse de freezers é

o Jardim Ocidental (8%). A posse média agregada é de 19%, considerando todas as comunidades em análise.

Outra variável na qual os freezers podem ser classificados refere-se à faixa de eficiência. Quanto maior a eficiência do freezer, menor o consumo de energia elétrica necessária para que o equipamento cumpra sua função. A Tabela 10 apresenta a distribuição percentual dos freezers por faixa de eficiência e por comunidade.

Tabela 10 – Distribuição dos freezers por faixa de eficiência

Faixa de Eficiência	Comunidades									
	Caju	Dois Irmãos	J. Ocidental	Lixão	Mangueira	Maré	M. Machado	Vidigal	Vila Brasil	V. Moretti
A	15%	21%	20%	21%	9%	10%	0%	3%	6%	17%
B	30%	36%	30%	42%	56%	29%	62%	58%	55%	44%
C	19%	14%	0%	3%	9%	10%	12%	0%	10%	6%
D	7%	7%	20%	3%	9%	10%	4%	3%	3%	11%
E	30%	21%	30%	30%	16%	43%	23%	36%	26%	22%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PUC-Rio (2007)

Com relação à eficiência dos freezers, podemos inferir que não há padrão na distribuição dos mesmos. A partir da tabela Tabela 10, vemos que estes estão distribuídos de maneira aleatória nas comunidades. As comunidades Dois Irmãos e Lixão são as que possuem maior percentual de freezers com faixa de eficiência “A” (21%). O Vidigal é a comunidade com maior percentual de freezers menos eficientes (36%), o que denota o alto potencial para troca de equipamentos nesta comunidade.

2.2.2.4. Correlação Preço-Eficiência

Outra consideração relevante nessa análise, diz respeito a uma possível correlação entre o preço dos equipamentos e sua eficiência. Ao estimar o coeficiente de correlação entre essas duas variáveis, obteve-se os seguintes valores, para os diversos equipamentos:

- **Condicionadores de ar:** -0,0657. Esse coeficiente indica que a correlação entre o preço do ar condicionado e sua faixa de eficiência é quase nula.
- **Refrigeradores:** -0,13052. Esse coeficiente indica que não há relação entre o preço do refrigerador e sua faixa de eficiência. Mas isso não ocorre para todos os tipos de refrigeradores, pois para refrigeradores **Frost-free**, obteve-se o valor 0,1904. Esse coeficiente indica que **há** relação entre o preço do refrigerador Frost-free e sua faixa de eficiência, ou seja, os equipamentos com maior eficiência apresentam preço mais elevado.
- **Freezers :** -0,1307. Esse coeficiente indica que não há relação entre o preço do freezer e sua faixa de eficiência.

Dado que nem sempre os equipamentos mais eficientes são os mais caros, podemos inferir, que a diferença de preço entre equipamentos esteja relacionada a variáveis qualitativas, como, por exemplo, marca, estética, garantia, entre outros fatores, e nesse caso, políticas que estimulem a troca por equipamentos mais econômicos em termos de energia são sustentáveis. Já no caso em que há uma correlação positiva entre as variáveis, como nos refrigeradores Frost Free, políticas que estimulem a troca por equipamentos mais econômicos em termos de energia devem incluir algum tipo de incentivo financeiro (rebate) por parte das concessionárias de energia elétrica ou pelo governo, principalmente em comunidades de baixa renda.

3. CONCLUSÕES

Como o projeto proposto tem por objetivo avaliar os potenciais técnicos, econômico e de mercado de redução do consumo de energia elétrica, identificando as alternativas disponíveis para um uso mais eficiente da energia elétrica nas dez comunidades em estudo, hierarquizando-as segundo os benefícios que possam trazer para os consumidores que as adotarem, tal abordagem incluirá uma análise dos benefícios indiretos e diretos associados à utilização de tecnologias mais eficientes no uso da energia elétrica.

No que diz respeito as possíveis benefícios indiretos, como por exemplo, a redução da carga térmica que pode ser obtida com a utilização de sistemas de iluminação mais eficientes, ou mesmo a implementação de alternativas arquitetônicas bio-climáticas que fazem um melhor uso da iluminação e ventilação naturais, estes, ainda que de difícil quantificação, exemplificam ganhos não diretamente

associados à adoção de práticas de eficiência energia *per se*, mas que sem dúvida podem também ser buscados dada a adição de bem estar que podem proporcionar. Os benefícios acima mencionados, no entanto, são normalmente ignorados por parcela significativa dos consumidores residenciais.

No que diz respeito aos possíveis benefícios diretos, quais sejam os ganhos econômicos decorrentes de despesas com eletricidade reduzidas em função de um seu menor uso, resultados parciais, indicam que, não obrigatoriamente, nas comunidades examinadas, estes ganhos de eficiência se dariam através de custos maiores para a aquisição de equipamentos mais eficientes. Correlações mostram que, não obrigatoriamente, aumentos de eficiência energética implicam na aquisição de bens de consumo duráveis mais dispendiosos.

Uma primeira evidência forte que começa a emergir do estudo é que, provavelmente, as principais barreiras à difusão de tecnologias mais eficientes no mercado passam pela desinformação dos consumidores. Portanto, tão importante quanto a avaliação das alternativas tecnológicas mais eficientes do ponto energético é a identificação de ações que permitam um amplo acesso dos consumidores à informação.

Da mesma forma, o tipo de informação, e a metodologia elaborada no projeto, podem servir de amparo a decisões e pesquisas de concessionárias de energia elétrica destinadas a implementar medidas de eficiência energética, sem comprometer a sua missão de universalização de acesso à eletricidade.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. *O Novo Critério Padrão de Classificação Econômica Brasil* – 2008. Disponível em: http://www.abep.org/codigosguias/Criterio_Brasil_2008.pdf. Acessado em 23 jan 2008.

ALMEIDA, M.A., 2001, O Potencial de Redução do Consumo de Energia Elétrica em Sistemas Eletromecânicos: Análise de Alternativas para seu Melhor Aproveitamento. Tese de Doutorado, Programa de Planejamento Energético -COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

COSTA, M., M., SCHAEFFER, R., COHEN, C., Energy and Social Issues IN: *Brazil: A Country Profile on Sustainable Energy Development*, AIEA-UN, Viena, Austria, 2007.

FURNAS, 2008, disponível em <http://www.furnas.com.br>

GELLER, H. S. *O Uso Eficiente da Eletricidade: uma Estratégia de Desenvolvimento para o Brasil*. Rio de Janeiro: INEE, 1994.

PPE/COPPE/UFRJ. Avaliação de Mercado e Eficiência Energética BRA/01/001 – Relatório Final / Setor Residencial. Rio de Janeiro: ECOLUZ/PUC-Rio/COPPE-UFRJ, 2007.

PROCEL, 2007. Comunicação pessoal.

PUC-RIO. *Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e Hábitos de Consumo (PPH) – Projeto 15*. Rio de Janeiro, PUC-Rio, 2007.

SCHAEFFER R, *Uso Eficiente de Energia Elétrica e Geração de Empregos no Brasil* - Relatório Final. Relatório de Pesquisa ELETROBRAS/COPPE/UFRJ (COPPETEC ET-25.0134), "Benefícios Sócio-Ambientais do Procel e Cenários para sua Evolução Futura". Rio de Janeiro, RJ: Programa de Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, maio de 1997 [com Giovani Vitória Machado].

SCHAEFFER, R., C. COHEN, M. ALMEIDA, C. ACHÃO, F. CIMA, *Energia e Pobreza: Problemas de Desenvolvimento Energético e Grupos Sociais Marginais em Áreas Rurais e Urbanas do Brasil*. Hugo Altomonte (coord.), Unidad de Recursos Naturales y Energia de la Division de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comision Economica para America Latina y el Caribe - CEPAL, Naciones Unidas, 2003.

SCHAEFFER, R., MACHADO, G., Energy and Economic Development IN: *Brazil: A Country Profile on Sustainable Energy Development*, AIEA-UN, Viena, Austria, 2007.