

MECANISMOS PARA PROMOVER A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: SUBSTITUIÇÃO DE REFRIGERADORES NO BRASIL

Conrado Augustus de Melo*

* Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Campinas, São Paulo, Brazil
conrado@fem.unicamp.br

Resumo

Apesar de nos últimos 20 anos existir um considerável progresso na eficiência dos refrigeradores no Brasil, grande parte dos equipamentos do estoque são ineficientes e obsoletos e estão em operação consumindo até cinco vezes mais eletricidade quando comparados com modelos eficientes disponíveis no mercado. O presente trabalho inicialmente estima o consumo total de eletricidade por esses equipamentos assim como o potencial de conservação de eletricidade através da substituição dos equipamentos ineficientes de maneira regional. Com base em duas opções de substituição encontradas no mercado com classificação A e E do selo PROCEL é feita uma análise custo benefício sob o enfoque do consumidor. Neste contexto é realizada uma análise de sensibilidade dos parâmetros que influenciam essa relação custo benefício e que devem ser considerados na elaboração de mecanismos que promovam as substituições: taxa de desconto, valor presente das economias, subsídios sob o custo capital e acréscimo nas tarifas. É verificada a necessidade da criação de mecanismos de financiamento para refrigeradores eficientes com taxas de anuidades de desconto reduzidas, preferivelmente inferiores a 15%, que acrescem a capacidade de pagamento com as economias geradas, que diferenciam as condições de compra de opções eficientes em relação as ineficientes e que possibilitem os consumidores “fugirem” dos comerciantes que praticam taxas de desconto elevadas. Também é constatada a necessidade de integração entre concessionárias, órgãos governamentais, comerciantes e fabricantes na elaboração de um mercado de eficiência energética estruturado.

1. Introdução

Consideráveis avanços na promoção da eficiência energética estão sendo feitos no Brasil. Mais recentemente, seguindo o exemplo de muitos países o Brasil tem criado mecanismos para financiar atividades de interesse público (Jannuzzi 2000; Wiser, Murray et al. 2003), garantindo fundos para investimento em eficiência energética, pesquisa e desenvolvimento. Companhias de distribuição de eletricidade são obrigadas a investir parte de sua receita anual em programas de eficiência energética sob a supervisão do órgão regulador (ANEEL)¹.

Por outro lado, desde 1994 o selo PROCEL² estimula indiretamente os fabricantes a disponibilizar no mercado equipamentos eficientes e existe a expectativa que em 2007 sejam introduzidos padrões mandatários de eficiência energética para refrigeradores.

Apesar desses significativos desenvolvimentos, essas políticas e mecanismos ainda não foram suficientes para viabilizar a existência de um estoque em uso energeticamente eficiente. Programas de substituição de refrigeradores esporádicos e sem coordenação entre as concessionárias que focalizam a população de baixa renda representam uma solução para uma pequena parcela do problema, o que pode ser

¹ ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica.

² PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica.

insustentável e com poucos efeitos na estruturação de um mercado de eficiência energética.

A média nacional da participação de equipamentos no estoque em uso com idade superior a 10 anos é de 28,3%, enquanto que considerando somente a população de baixa (com renda até dois salários mínimos) essa média é de 27%, o que é explicado pela relativamente recente penetração desses equipamentos nessas classes. Como ilustra a tabela 1, a região sudeste apresenta o estoque mais ineficiente, sendo que aproximadamente 38% dos equipamentos possuem idade superior a 10 anos.

Tabela 1 – Participação no mercado dos refrigeradores por faixas de idade.

	<i>N</i>	<i>NE</i>	<i>SE</i>	<i>S</i>	<i>CO</i>
Participação (%)					
0 a 4 anos	37,31%	32,35%	32,28%	14,40%	42,34%
5 a 9 anos	32,89%	42,76%	29,74%	59,25%	35,22%
> 10 anos	29,80%	24,90%	37,98%	26,36%	22,45%

O presente artigo usa os resultados de uma ampla pesquisa feita no setor residencial cuja fonte foi providenciada pela ELETROBRÁS (Cordeiro 2006). Esta pesquisa abrangeu 9850 consumidores em todas as regiões brasileiras e colheu informações como posse e características dos refrigeradores. Também se deve salientar que o presente trabalho utiliza-se de referências e considerações apresentadas em outro trabalho enviado para publicação pelo presente autor em conjunto com o Prof. Jannuzzi³ onde o enfoque é a análise da questão dos subsídios nas tarifas dados aos consumidores de baixa renda.

Na segunda parte o presente trabalho considera o atual estoque de refrigeradores com base na pesquisa descrita acima, simula o consumo desses equipamentos e estima o potencial de conservação de energia por equipamento ineficiente substituído para cada região brasileira. Na terceira parte é avaliada a relação custo benefício de duas opções de refrigeradores encontradas no mercado com classificação A e E do selo PROCEL. Na quarta parte é realizada uma análise de sensibilidade de parâmetros que influenciam na relação custo benefício e que devem ser levadas em consideração na elaboração de mecanismos para promover a substituição de equipamentos ineficientes em uso. Na parte final são tecidas as considerações e conclusões do trabalho.

2. O consumo dos refrigeradores no Brasil

Considerando fatores como temperatura anual média, nível de tecnologia e participação no mercado por idade, no anexo 1 é apresentado um modelo de estimativa do consumo do atual estoque de refrigeradores por região no Brasil. Os resultados dessa simulação para o ano de 2005 são sintetizados na tabela 2.

Tabela 2 – Estimativa do consumo dos refrigeradores no Brasil - 2005

	<i>SE</i>	<i>S</i>	<i>N</i>	<i>NE</i>	<i>CO</i>	<i>Brasil</i>
Cr (GWh/ano)	8019,18	2376,19	1099,59	3746,97	1155,93	16397,86
Ctr (GWh/ano)	42990,07	13214,50	4054,34	12416,64	5901,31	78576,86
PCg	18,65%	17,98%	27,12%	30,18%	19,59%	20,87%

³ Jannuzzi and Melo (2007). Energy Efficiency Programs for Low-income Household Consumers in Brazil: Considerations for a Refrigerator-Replacement Program.

Quando comparados com o consumo total residencial (Ctr) disponibilizado pelo Balanço Energético Nacional (BEN, 2006) os valores estimados na tabela 1 referentes ao consumo dos refrigeradores (Cr) apresentaram-se aderentes com a participação relativa da posse de equipamentos nesse setor. Regiões com menor renda média e conseqüentemente com menor posse média de outros equipamentos⁴, caso das regiões Norte e Nordeste, apresentaram maior participação do consumo de refrigeradores.

2.1 Potencial de economia de energia

O potencial de redução da demanda de eletricidade é definido aqui como a eletricidade desnecessária dispensada a realização do serviço de refrigeração quando este é comparado com a prestação do mesmo serviço realizado pela opção eficiente. Isto é dado pela diferença entre o consumo verificado do estoque atual em relação ao consumo simulado com a substituição dos equipamentos ineficientes com idade superior a 10 anos por equipamentos existentes no mercado brasileiro⁵ com selo A do PROCEL como descrito na tabela 3.

Tabela 3 – Opções de substituição dos refrigeradores.

Opção	Fabricante*	Volume	Consumo (Cn) (kWh/Mês)	Custo (R\$)
(1)	CONSUL	261	23	999**
(2)	BRASTEMP	342	25,5	1.399***

* Os equipamentos foram selecionados com base em uma tabela disponibilizada pelo INMETRO 2003/2006.

**<http://www.americanas.com.br/prod/248291/eacom> (14/02/2007)

***<http://shopping.uol.com.br/eletrodomesticos/refrigeradores/produto.html?id=185237>

O potencial de energia conservada (Ec) por equipamento substituído e total por região é listado na tabela 4. Esses valores indicam que neste contexto existe um potencial de redução da demanda de eletricidade pelos refrigeradores da ordem de 22% do consumo total desses equipamentos. Cabe ressaltar a região Sudeste responsável por 57% desse valor, onde cerca de 2122 GWh/ano poderiam ser economizados. A região Norte apresenta o maior potencial de economia por equipamento substituído, o que é explicado por dois fatores: maior temperatura média anual e grande participação de equipamentos com idade superior a 10 anos.

Tabela 4 – Potencial médio de economia de energia por refrigerador com idade superior a 10 anos substituído e total por região.

Ec	SE	S	N	NE	CO	Brasil
Ec/equipamento						
Opção 1 (kWh/ano)	252,36	229,13	369,93	292,40	236,93	276,15
Opção 2 (kWh/ano)	233,25	214,68	347,60	270,51	216,59	256,53
Potential Total						
Ec1 Opção 1(GWh/ano)	2122,24	470,38	255,46	673,25	180,10	3701,46
Ec1 Opção 2 (GWh/ano)	1961,53	440,73	240,04	622,85	164,65	3429,81

3. Opções de substituição: relação custo benefício de refrigeradores novos

A presente seção tem o objetivo de comparar a viabilidade econômica de duas opções encontradas pelo consumidor:

- Opção 1 – dada pela tabela 2 (com classificação A do selo PROCEL)

⁴ Exemplos de outros equipamentos são: ar condicionado, televisor, freezer, microondas, etc.

⁵ Jannuzzi et al (2002) aborda a questão das inovações e tecnologias eficientes e os custos dessas implementações no caso dos refrigeradores.

- Opção 2 – refrigerador CONSUL (CRC28D - mesmo volume da opção 1) com custo relativo a 83%⁶ da opção 1 e consumo⁷ de energia 32%⁸ superior (classificação E no selo PROCEL)

Assim, a análise custo benefício (RCB) de cada uma das opções de substituição é dada através da equação 1.

$$RCB = \frac{CC \times FRC}{Ec \times Tarifa} \quad (1)$$

Onde CC é o custo capital do equipamento, FRC é o fator de recuperação do capital, Ec é a energia anual conservada através da opção em kWh e tarifa é o custo do kWh. São considerados dois tipos de tarifa, a tarifa cheia (t) paga pelos consumidores normais (CN) e a tarifa subsidiada (ts) paga por consumidores de baixa renda devidamente registrados pelas concessionárias. Esses valores são listados por região na tabela 5.

Tabela 5 – Tarifas medias por região com e sem subsídio

Tarifas	SE	S	N	NE	CO	Brasil
t (R\$/kWh)	0,30610	0,29223	0,30288	0,25520	0,29583	0,29530
ts(R\$/kWh)	0,15170	0,14484	0,14589	0,11886	0,14719	0,14274

Os outros parâmetros adotados na análise são: tempo de vida útil de 16 anos, taxa anual de desconto de 60%, valor aproximado que representa as taxas aplicadas pelos vendedores no varejo⁹. Deste modo, os valores da relação custo benefício calculados para ambos os consumidores são listados na tabela 6.

Tabela 6 –Relação custo benefício: consumidor normal (CN) e baixa renda (BR).

Relação custo benefício	SE	S	N	NE	CO	Brazil
Opção 1						
CN	7,77	8,97	5,36	8,05	8,57	7,36
BR	15,68	18,09	11,12	17,27	17,22	15,23
Opção 3						
CN	8,29	9,13	5,40	8,55	9,50	7,72
BR	16,73	18,41	11,21	18,37	19,10	15,97

Frente aos valores encontrados na tabela 6, verifica-se que sob o viés econômico o consumidor encontra um custo anualizado em média 7,36 vezes superior aos benefícios anuais com a economia de energia. Considerando que esta relação é vantajosa para o consumidor quando esta razão é inferior a 1, pode-se dizer que no contexto atual é desvantajoso para o consumidor substituir seu equipamento ineficiente. Isto é agravado quando são considerados os consumidores que pagam tarifa subsidiada, onde essa relação é praticamente duplicada.

Na região Norte esta relação é ligeiramente mais vantajosa devido ao maior potencial de conservação de energia por substituição. Na região nordeste este efeito é anulado devido à existência de uma menor tarifa média regional.

⁶ <http://www.americanas.com.br/cat/6942/eacom> (14/02/2007)

⁷ Valores de consumo relativos a voltagem nominal de 127V.

⁸ <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/PBE1.pdf> - (14/02/2007)

⁹ www.idec.org.br/files/compras_parceladas_230107.doc (06/03/2007)

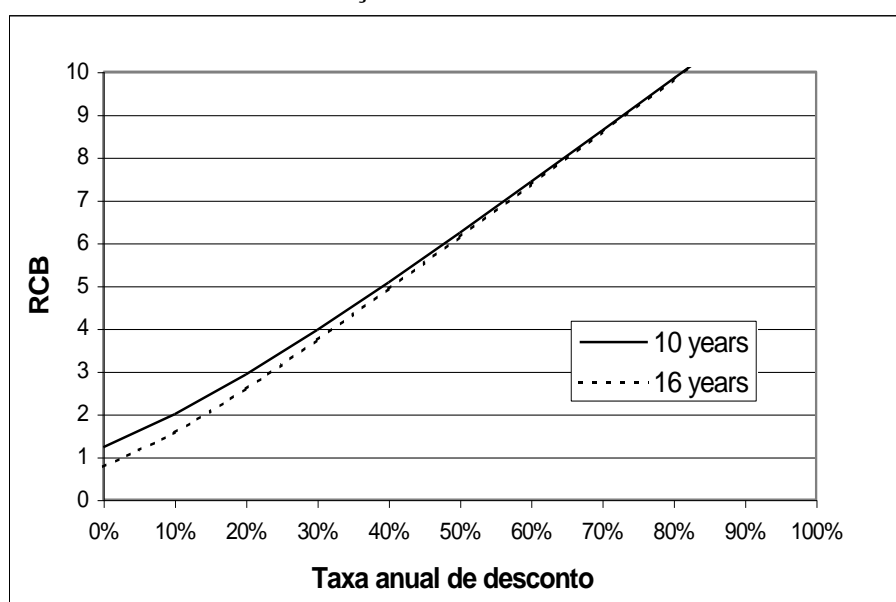
4. Análise de sensibilidade: parâmetros e mecanismos

Neste item são avaliados os parâmetros que influenciam a atratividade dos consumidores pelas opções eficientes e que são fundamentais na elaboração de mecanismos específicos para promover a aceleração da substituição dos equipamentos ineficientes por essas opções. No item cinco do trabalho são feitas considerações sobre a estrutura necessária para implementação de mecanismos de modo que esses permitam uma efetiva transformação do mercado de eficiência energética e que esta seja sustentável ao longo do tempo.

4.1 Efeito da taxa anual de desconto na relação custo benefício

Como descrito no item 3 as taxas praticadas pelos comerciantes brasileiros no varejo são elevadas. Estas afetam fortemente a relação custo benefício dos refrigeradores. A figura 1 ilustra esse efeito considerando dois tempos de vida útil 10 e 16 anos.

Figura 1 – Sensibilidade entre a relação custo benefício e a taxa anual de desconto.



Através da figura 1 pode ser verificado que somente para taxas de desconto menores que 5% a relação custo benefício para os consumidores aproxima-se de 1. Reduzindo o tempo de vida útil a situação tende a necessitar de taxas ainda menores.

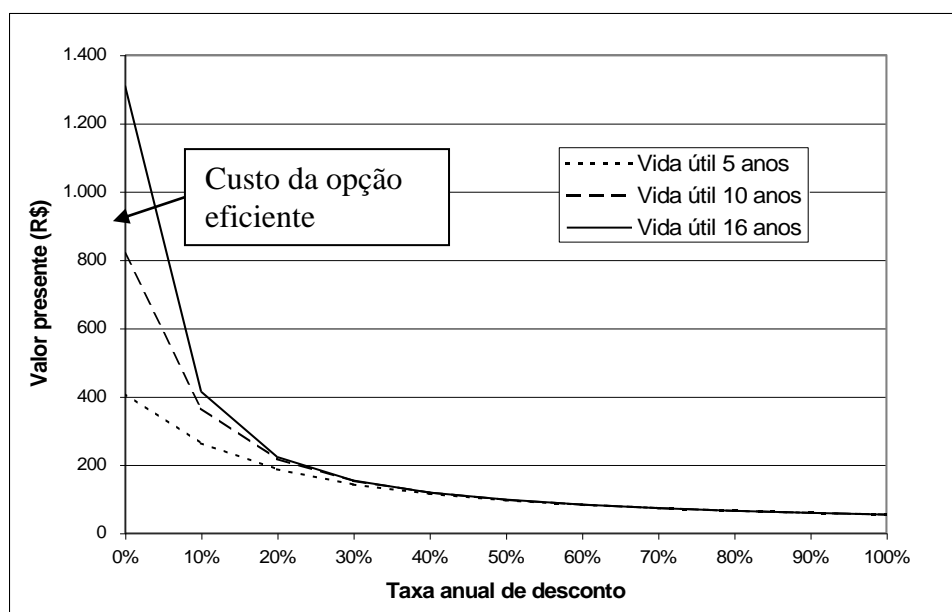
4.2 Efeito da taxa anual de desconto no valor presente das economias geradas

O valor presente das economias geradas pela opção eficiente durante a vida útil do equipamento é um parâmetro fundamental para verificar a capacidade de pagamento do consumidor frente às opções. Deste modo, a equação 2 representa a metodologia de cálculo utilizada para tal verificação.

$$VPL = \sum_{i=1}^n \frac{(Ec \times tarifa)_i}{(1 + tax)^i} \quad (2)$$

Variando a taxa anual de desconto e o tempo de vida útil dos refrigeradores e considerando constantes as tarifas e a energia conservada ao longo do período obtém-se a figura 2.

Figure 2 – Sensibilidade do valor presente das economias em relação a taxa anual de desconto.



Através da figura 2 pode-se verificar que a partir de taxas de desconto superiores a 20% não existem efeitos da vida útil no valor presente das economias. No entanto, para valores inferiores existe grande sensibilidade do VPL em relação ao tempo de vida útil. Isto pode significar desde o completo pagamento do equipamento somente com as economias (considerando uma vida útil de 16 anos e taxa de desconto por volta de 4%), até o pagamento de aproximadamente de 20% do custo capital (considerando qualquer tempo de vida útil e taxa de desconto de 20%). A opção intermediária, 10 anos de vida útil, apresenta uma capacidade de pagamento interessante, cerca de 50% do custo capital pode ser pago com as economias (com uma taxa de desconto de 8%).

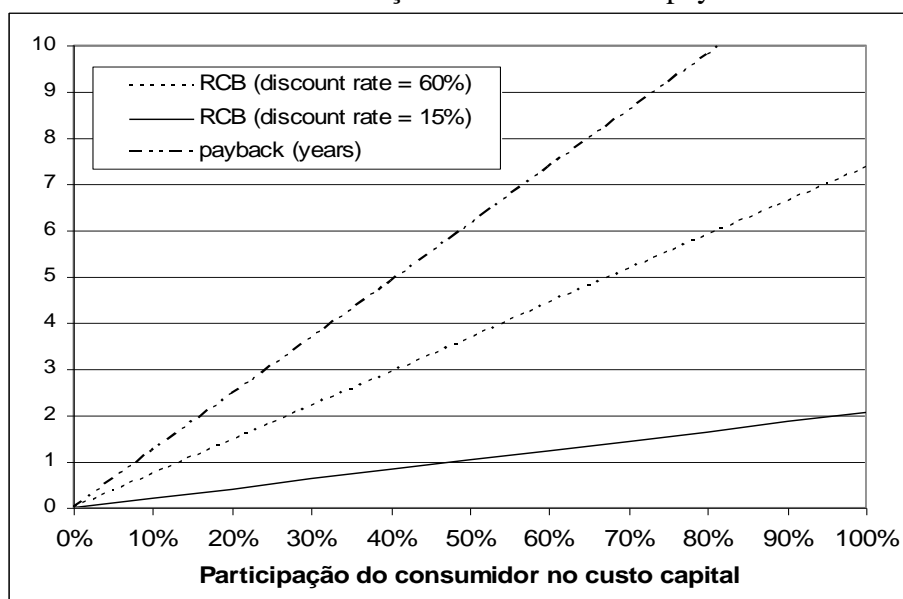
4.3 Efeito dos subsídios no custo capital e a relação custo benefício

Os subsídios são mecanismos que podem ser usados para reduzir a participação dos consumidores no custo capital. São mecanismos efetivos no acréscimo da atratividade das opções eficientes, mas que, no entanto demandam recursos além das economias geradas pelas substituições. Deste modo, estes mecanismos devem ser restritos as classes de baixa renda, onde existem maiores dificuldades de compra por parte dos consumidores. A equação 3 ilustra o modelo utilizado para analisar a sensibilidade da relação custo benefício com a variação da participação dos consumidores (%) no custo capital.

$$RCB = \frac{\% \times CC \times FRC}{Ec \times Tarifa} \quad (3)$$

A figura 3 ilustra essa relação para duas taxas anuais de desconto: 60% (condições atuais de mercado) e 15% (um possível limite de taxas de desconto aplicadas para equipamentos eficientes). Também é ilustrada na figura a variação do payback.

Figura 3 – Efeito dos subsídios na relação custo benefício e payback.



Considerando uma taxa de desconto de 60% a participação do consumidor pode alcançar aproximadamente 10% para que a RCB não supere a unidade. No caso de uma taxa anual de desconto de 15% essa participação pode chegar a 50%. Neste caso o payback é de 6 anos.

4.4 Efeito do acréscimo das tarifas na relação custo benefício

O acréscimo das tarifas de eletricidade ou do custo da energia é um eficiente mecanismo de promoção da eficiência energética. Por um lado acresce a atratividade por equipamentos eficientes e por outro, diminui o efeito *rebound*¹⁰ que devido à redução relativa do custo da energia com a obtenção da opção eficiente tende a crescer a demanda.

A não internalização de custos ambientais¹¹ e de outros custos¹² nas tarifas implicam que várias opções de eficiência energética não sejam custos efetivas. No entanto, os acréscimos nos preços da energia revelam cada vez mais sistemas e equipamentos eficientes viáveis economicamente. A sensibilidade da RCB em relação ao acréscimo da tarifa é dado pela equação 4.

$$RCB = \frac{CC \times FRC}{[Ec \times (Tarifa + \%Tarifa)]} \quad (4)$$

Onde %Tarifa é o acréscimo percentual em relação a tarifa atual.

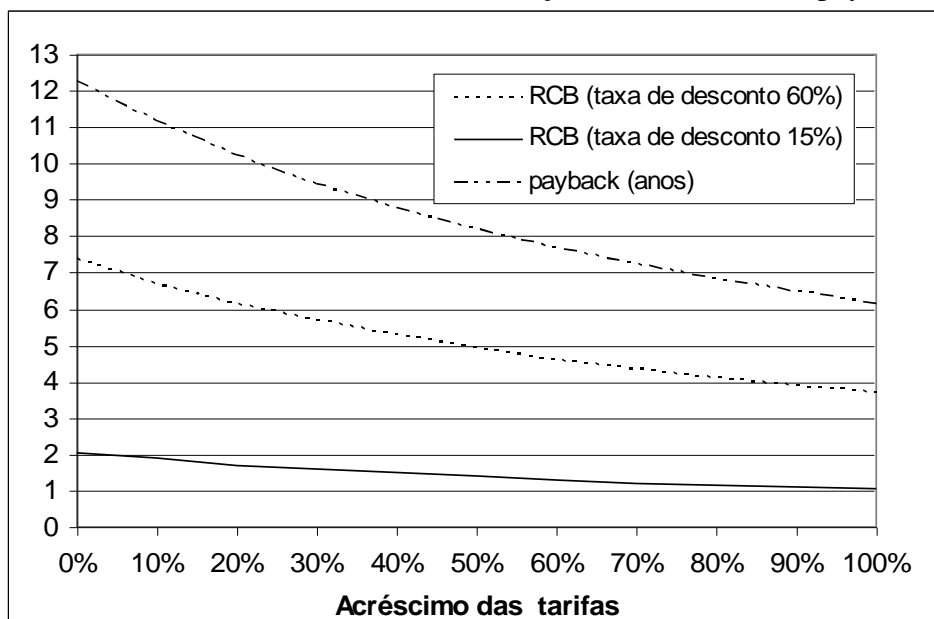
A figura 4 ilustra essa relação assim como a variação do payback para duas taxas de desconto: 15% e 60%.

¹⁰ Greening (2000) aborda as implicações desse efeito no mercado de eficiência energética.

¹¹ Por exemplo, custos relacionados às emissões de GEE devido à geração de eletricidade.

¹² Por exemplo, custos sociais ocasionados pelo alagamento de áreas.

Figura 4 – Efeito do acréscimo das tarifas na relação custo benefício e payback.



O acréscimo das tarifas não é tão efetivo na redução da RCB como os subsídios. Um aumento de 100% implica em uma redução de aproximadamente 50% na RCB. No entanto, esse mecanismo é mais efetivo na transformação do mercado, pois sua esfera de ação abrange todo o mercado e tende a ser contínua ao longo do tempo, diferentemente dos subsídios que são ações locais e pontuais no tempo.

5. Considerações finais e conclusões

5.1 Refrigeradores

No atual contexto brasileiro existem refrigeradores no mercado com altos padrões de eficiência (com selo A do PROCEL). No entanto, os equipamentos do estoque em uso continuam tendo grande participação no consumo residencial de eletricidade. Isto é explicado pela alta participação de equipamentos velhos e ineficientes, o que é piorado devido à precariedade das instalações elétricas residenciais.

O presente trabalho verificou um grande potencial de conservação de energia através da redução da demanda de eletricidade consumida por esses equipamentos: em média 276,15 kWh/ano/refrigerador e um total de 3700 GWh/ano considerando a substituição dos equipamentos com idade superior a 10 anos. O que representa uma economia de aproximadamente 5% do consumo total residencial.

5.2 Consumidores

Os consumidores encontram, no mercado nacional, opções que não apresentam vantagens na hora da substituição do equipamento antigo. A relação custo benefício dos equipamentos é alta e praticamente não existe diferenciação das opções eficientes e ineficientes. No caso estudado a opção ineficiente apresentou uma RCB levemente superior a opção eficiente, o que indica a necessidade de estabelecer padrões mandatários para a retirada desses equipamentos do mercado.

As atuais taxas de desconto praticadas pelo varejo são altas e possuem um grande efeito na redução dos benefícios gerados pela economia de energia com a opção

eficiente. A capacidade de pagamento do consumidor através das economias geradas é significativa para taxas de desconto com valores inferiores a 15% ao ano.

Fora raros programas locais e pontuais de algumas concessionárias não existem incentivos diretos para promover a substituição dos equipamentos ineficientes. Isto em um contexto de desvantagem para as substituições reflete em uma tendência de permanência no curto e médio prazo de um estoque ineficiente de refrigeradores. Os subsídios nas tarifas tendem a piorar a situação.

5.3 Mecanismos

A aceleração da substituição de equipamentos velhos existentes no mercado brasileiro requer sem dúvida nenhuma mecanismos de incentivo. O simples limite das taxas de desconto aplicadas na compra de equipamentos eficientes vem a ser um mecanismo muito eficiente. Estes podem significar até mesmo o pagamento total do equipamento somente com as economias geradas nas contas de eletricidade.

Financiamentos com taxas reduzidas por intermédio bancário permitem os consumidores fugirem das taxas elevadas encontradas no mercado varejista. Poderiam ser criadas linhas de crédito para a compra de refrigeradores eficientes por consumidores que comprovem que estão utilizando equipamentos ineficientes. Isto aliado à conscientização dos consumidores poderia significar elevados acréscimos na demanda por refrigeradores eficientes, retirando do mercado produtos ineficientes e proporcionando o estabelecimento de novos padrões mais eficientes, já que os fabricantes estão sendo recompensados. O risco deste mecanismo é decrescido devido à economia gerada com a substituição.

Os subsídios dados para a redução do custo capital requerem fontes externas de recursos, os quais geralmente são pagos pela sociedade, diretamente através do acréscimo das tarifas ou indiretamente pelas concessionárias que são obrigadas a investir parte de suas receitas em programas. Deste modo, eles são melhores aplicados em populações de baixa renda, onde a capacidade de pagamento do consumidor é menor apesar das tarifas subsidiadas. No entanto, pode-se vislumbrar participações desses consumidores nos custos da substituição.

5.4 Necessidade de integração

A inserção em larga escala de tecnologias, produtos e serviços eficientes demanda a integração de todos os elos da cadeia. Os tomadores de decisão e os profissionais que elaboram os mecanismos devem estar conscientes das barreiras existentes em cada elo. Por exemplo, acréscimo dos custos marginais de produção dos fabricantes em relação à implementação de tecnologias ou medidas que acrescem a eficiência dos equipamentos, falta de escala de demanda por esses equipamentos, falta de investimento em P&D e inovações, etc.

Neste contexto, a comunicação e cooperação entre os vários elos dos setores privado e público são fundamentais. Isto pode permitir a captura de eficiências econômicas às vezes sem demandar a criação de mecanismos específicos. No entanto, dentro dos vários contextos locais existem diferentes mecanismos que possuem maiores ou menores potenciais de promover a sustentabilidade de transformação do mercado.

No caso dos programas de substituição de refrigeradores, a integração também é fundamental para maximizar os ganhos. As várias concessionárias e os fabricantes podem particionar experiências e negociar custos. Os comerciantes que representam o elo de integração com o consumidor final também devem participar da elaboração dos programas e se preparar para tratar de modo diferenciado os refrigeradores eficientes, conscientizando os consumidores, os quais também podem ser alcançados através da mídia.

A integração de mecanismos e programas que considerem outros equipamentos domiciliares também deve ser avaliada. Por exemplo, a inserção de aquecedores solares pode ter sua atratividade acrescida caso os benefícios de outros programas sejam deslocados para esses equipamentos.

References

BASE - Basel Agency for Sustainable Energy for the UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI), 2007 - Public Finance Mechanisms to Increase Investment in Energy Efficiency A report for policymakers and public finance agencies - With the support of the UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)

BEN, 2005. Balanço Energético Nacional. Ministério de Minas e Energia. Brasil.

Cordeiro, M. L. R. (2006). Pesquisa de Campo - Eletrobrás/PROCEL. Personal communication to G. M. Jannuzzi May/19/2006.

Greening, L.A; Greene, D. L.; Diffiglio C. Energy efficiency and consumption - the rebound effect - a survey. Energy Policy 28 (2000) 389 - 401

Jannuzzi, G. M. (2000). Políticas Públicas Para Eficiência Energética e Energia Renovável no Novo Contexto de Mercado. Campinas, FAPESP/Editora Autores Associados.

Jannuzzi, G.D.M., Queiroz, G.C., Vendrusculo, E.A., (2002). Brazilian domestic refrigerators can be 45% more energy efficient to save Brazilian consumers significant R\$ on their electricity bill: a detailed life-cycle cost analysis for setting energy efficiency standard in Brazil. Final Report, Climate Technology Initiative, December.

Nogueira, L. A. H. (2006). Avaliação de Resultados do Programa do Selo PROCEL. Apresentação, PROCEL/Eletrobrás.

Wiser, R., C. Murray, et al. (2003). International Experience with Public Benefits Funds: A Focus on Renewable Energy and Energy Efficiency, Energy Foundation, China Sustainable Energy Program: 100.

Annex 1

O efeito da diferença de temperatura média regional no consumo é corrigido pela equação 1 (5) (PROCEL, 2006).

$$C_t = C_n \times \frac{(T_a - 5)}{27} \quad (5)$$

Onde Ct é o consumo corrigido, Cn é o consumo nas condições de laboratório, fornecido pelo INMETRO, conforme ilustra a tabela 7. Ta é a temperatura anual media listada na tabela 8.

Tabela 7 – Variáveis consideradas para os refrigeradores.

Região	Fabricante/tipo	Volume (4)	Market share (Pm)	Consumo (Cn)	(kWh/Mês) (Ct)
SE	CONSUL (1)	241	38,43%	30,5	19,4
	BRASTEMP (3)	321	18,86%	44,0	28,0
	BRASTEMP (1)	286	15,42%	32,0	20,4
	CONSUL (2)	321	15,30%	51,7	32,9
	BRASTEMP (3)	358	11,98%	52,6	33,5
S	BRASTEMP (3)	417	25,48%	59,9	28,8
	BRASTEMP (1)	286	19,49%	32,0	15,4
	BRASTEMP (1)	342	18,60%	25,5	12,3
	BRASTEMP (3)	321	18,47%	44,0	21,2
	BRASTEMP (3)	358	17,96%	52,6	25,3
N	CONSUL (1)	241	33,83%	30,5	22,7
	CONSUL (2)	321	26,91%	51,7	38,5
	ELETROLUX (3)	274	19,26%	48,4	36,0
	ELETROLUX (2)	351	11,11%	61,0	45,4
	CONSUL (2)	424	8,89%	53,0	39,5
NE	CONSUL (1)	241	38,02%	30,5	22,3
	CONSUL (2)	321	20,90%	51,7	37,7
	BRASTEMP (1)	342	16,94%	25,5	18,6
	BRASTEMP (3)	417	12,43%	59,9	43,7
	CONSUL (2)	362	11,71%	45,0	32,8
CO	BRASTEMP (1)	342	22,62%	25,5	17,3
	CONSUL (1)	241	20,24%	30,5	20,7
	BRASTEMP (1)	286	19,05%	32,0	21,7
	CONSUL (2)	321	19,05%	51,7	35,0
	CONSUL (2)	362	19,05%	45,0	30,5

(1) Refrigerador de uma porta, (2) Refrigerador + freezer, (3) Frost Free + freezer, (4) Volume Total

Tabela 8 – Variáveis regionais

	N	NE	SE	S	CO
Temperatura media anual (Ta) °C	25,1	24,7	22,2	18	23,3
Número de Refrigeradores (Nt)	2.317.652	9.248.439	22.144.538	7.788.196	3.386.830

O nível tecnológico e a degradação da idade pelo tempo são contabilizados através de fatores de redução Ft e Fi respectivamente. Estes fatores multiplicados formam o fator geral de redução Fg. Os valores adotados para Ft são: acréscimo da ineficiência de 5% para equipamentos fabricados entre 1995 e 2000 e 10% entre 1990 e 1995. Estes valores são baseados em Nogueira (2006), onde é apresentada a evolução da eficiência dos refrigeradores novos a partir de 1986. Os valores de Fi são baseados nas indicações de degradação da eficiência dada pelos fabricantes¹³. Estes são: decréscimo

¹³ According to the manufactures the main problems are: sealing (starting at 5 years of usage), thermostat and compressor (starting at 10 years of usage).

da eficiência de 10% para refrigeradores com idade entre 5 e 10 anos de uso e 30% para refrigeradores com idade superior a 10 anos. These factors are represented in table 1.

Deste modo, o consumo (C) de um equipamento qualquer é dado através da equação (6).

$$C = Ct \times Fi \times Fc = Ct \times Fg \quad (6)$$

O consumo total por região (C1) é dado pela equação (7).

$$C1 = \sum_m (Ct_m \times N_m) \quad (7)$$

Onde Ctm é o consumo corrigido do refrigerador do tipo m e Nm é o número de refrigeradores do tipo m em cada região dado por $N_m = P_m \times N_t$. Onde Pm é seu *market share* e Nt o número total de refrigeradores na região.

Aplicando os fatores de redução da EE (Fg) em (7) obtém-se a equação (8).

$$Cr_n = C1 \times \sum_{i=1}^3 (P_i \times Fg_i) \quad (8)$$

Onde Crn ié o consumo estimado para cada região n, Pi é a participação dos refrigeradores na região de idade i (i = 1, para 0-4 anos; i = 2, para 5-9 anos e; i = 3, para idade superior a 10 anos).