

O estoque de refrigeradores no Brasil: diferenças e semelhanças regionais por faixas de renda

The stock of refrigerators in Brazil: regional differences and similarities according to income classes

Conrado Augustus de Melo¹
Gilberto de Martino Jannuzzi¹

¹Unicamp - Universidade Estadual de Campinas
conrado@fem.unicamp.br
jannuzzi@fem.unicamp.br

Abstract: Although in the last twenty years considerable progress in refrigerator efficiency has been made, inefficient and obsolete refrigerators are in operation in Brazil consuming up to five times more electricity when compared to efficient models available in the Brazilian market. In this context, this paper describes where the obsolete equipments are concentrated. To achieve this, the participation of the income classes, the ownership of refrigerators and specific correlations between equipment age and income classes are evaluated. The paper presents analyses of two surveys: PNAD/IBGE (2004) and Ecoluz/Puc-Rio (2005). In this analysis two important findings are verified: 1) high correlation factors between age of equipment and the income classes; 2) there is no great regional disparity in relation to this, except the fact that in the Southern region the average age is higher than in other regions (~12 years) for the income classes up to two minimum wages; and in the Southeastern region this correlation is weaker in the lower and the middle classes. This can be explained by the high participation of "second hand" market in this region.

Keywords: Stock of refrigerators, age and income classes.

Resumo: Embora nos últimos vinte anos tenha havido um considerável progresso na eficiência energética de refrigeradores no Brasil, muitos equipamentos em operação estão obsoletos e são ineficientes, consumindo até 5 vezes mais quando comparados com modelos eficientes

disponibilizados no mercado brasileiro. Nesse contexto, o presente trabalho descreve onde estão concentrados esses equipamentos através de uma análise das participações de cada faixa de renda, da posse de refrigeradores e da determinação de correlações entre idade dos equipamentos e as faixas de renda. Para tanto, o trabalho toma por base duas pesquisas realizadas recentemente no país: PNAD/IBGE (2001-2004) e Ecoluz/Puc-Rio (2005). São verificados dois fatores importantes para a tomada de decisões: 1) existem altos índices de correlação entre idade dos equipamentos e as faixas de renda; 2) não existe uma grande disparidade regional em relação à idade média dos refrigeradores por faixas de renda, excetuando-se os fatos de que a região Sul possui uma média de idade superior (~12 anos) nas faixas de renda até dois salários mínimos; e de que na região Sudeste essa média possui baixo grau de correlação, mesmo entre as faixas de média renda, o que pode ser explicado pela maior participação do mercado de "segunda mão" nessa região.

Palavras-Chave: Estoque de Refrigeradores, consumo de eletricidade e faixas de Renda

1 Introdução

Os refrigeradores estão dentre os equipamentos¹ que representam as maiores participações no consumo residencial de eletricidade no Brasil. Essa participação é estimada em torno de 30%² representando em 2004 um consumo de eletricidade aproximado de 23.000 GWh, cerca de 6,3% do consumo total de eletricidade no país.

Apesar dos avanços no aumento da eficiência no consumo de energia dos refrigeradores disponibilizados no mercado, o que é indicado pelo selo PROCEL³, ainda existe em operação nos domicílios brasileiros muitos equipamentos antigos com tecnologias ineficientes. Estima-se que a participação de refrigeradores com idade superior a 15 anos no estoque em uso seja de aproximadamente 12%⁴. Isso indica prolongamento da utilização de equipamentos com utilização de tecnologias ineficientes e com

¹ Outro equipamento com grande participação é o chuveiro elétrico. Cabe ressaltar que essas participações representam as médias gerais para o caso brasileiro, as quais podem variar quando as faixas de renda são desagregadas.

² CPFL [1] estimou essa participação em 29%. Silva Junior [2] estimou essa participação em 30%.

³ O selo PROCEL (Programa de conservação de eletricidade) indica ao consumidor a classificação de consumo que se enquadra o equipamento que está sendo obtido.

⁴ Ver tabela 2.

eficiência degradada. O consumo desses equipamentos⁵ pode ser até 5 vezes superior aos equipamentos novos com classificação A do selo PROCEL⁶.

No entanto, o país tem focado nesse problema e tem realizado programas de substituição de refrigeradores para populações de baixa renda⁷. Esses programas são implementados pelas próprias concessionárias através de recursos provenientes de 0,5% de sua receita operacional líquida conforme determina a Lei 9.991.⁸ No entanto, as empresas podem focar em outros projetos ou programas para investirem seus recursos como descreve Jannuzzi [3].

Nesse contexto, a análise qualitativa e quantitativa do estoque de refrigeradores em relação às condições econômicas dos domicílios permite fundamentar a tomada de decisões de maneira otimizada considerando ao mesmo tempo a conservação de energia e a melhoria de condições sociais das faixas de baixa renda. Aumentar a eficiência do consumo de energia prestando o mesmo serviço propicia vantagens tanto pelo lado ambiental como econômico: conservação de recursos naturais, redução do potencial de degradação ambiental e da necessidade de investimentos na expansão do parque de geração de eletricidade.

As fontes de dados utilizadas neste trabalho são a pesquisa PNAD [4] (Pesquisa Nacional de Domicílios) para o período de 2001 a 2004 e a pesquisa Ecoluz/PUC-RIO (ELETROBRAS/MME) [5] para o ano de 2005. A Pesquisa Nacional de Domicílios (PNAD), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é uma pesquisa ampla que visa a obter dados socioeconômicos da população brasileira tanto em regiões com acesso à eletricidade quanto em regiões que não possuem esse recurso. Os dados são agregados por estados, regiões e Brasil. Nessa pesquisa não existem especificações sobre as características dos equipamentos, sua idade e

os hábitos de uso. Os dados são obtidos gratuitamente na página do IBGE na internet.

A Pesquisa Ecoluz/PUC-Rio foi realizada em 17 Estados, no período de abril de 2004 a novembro de 2005, contemplando 21 concessionárias que correspondem a aproximadamente 95% do consumo de baixa tensão (BT) no Brasil. Essa pesquisa engloba maiores detalhes, identifica não somente a posse do equipamento como a pesquisa PNAD, mas também suas características como marca, tipo, idade e hábitos de uso. No presente trabalho não são identificadas as concessionárias pesquisadas, estas estão agregadas em macro regiões.

O trabalho segue analisando as faixas de rendimento mensal domiciliar e no item 3 avalia a questão da posse de refrigeradores e a idade desses equipamentos por faixas de renda. Posteriormente é apresentada uma análise detalhada das relações entre as faixas de renda e a idade dos refrigeradores por região.

2 Os domicílios e as faixas de renda

Como cita Jannuzzi [6], desagregar a estrutura da demanda de energia por faixas de renda é um componente que oferece importantes estratégias para o planejamento energético, por exemplo, possibilita identificar quais as partes da sociedade que não são atingidas pelos serviços de energia ou que são mais afetadas pelos acréscimos dos preços da energia.

O Brasil apresentou, segundo dados da pesquisa PNAD (2004), aproximadamente 32% dos domicílios nas faixas de renda com ganhos até dois salários mínimos. Já na pesquisa Ecoluz/Puc-Rio (2005), a participação desses domicílios foi de aproximadamente 27%. Essa diferença entre as pesquisas pode ser explicada pelo fato de que, enquanto a pesquisa PNAD abrange as áreas independentemente delas possuírem ou não acesso à rede elétrica, a pesquisa Ecoluz/Puc-Rio abrange somente áreas das concessionárias.

A região nordeste apresentou a pior distribuição de renda segundo as duas fontes de dados. Segundo o PNAD a região teve a maior participação (~50%) dos domicílios nas faixas com renda inferior a dois salários mínimos e apenas 15% dos domicílios apresentaram renda superior a cinco salários mínimos. Já na pesquisa Ecoluz/Puc-Rio (2005) destaca-se a faixa entre um e dois salários mínimos, com cerca de 25%.

No caso da região Norte, a maior diferença está na faixa inferior a um salário mínimo. Na pesquisa PNAD, a participação desta é de aproximadamente 12%, e na pesquisa

⁵ Esses equipamentos apresentam problemas como: motor com defeito, porta com dificuldade para fechar, congelador faz gelo demais, etc.

⁶ Por exemplo, a mesma refrigeração para um volume de 180 litros pode ser realizada por dois refrigeradores, um classificado na categoria A do selo PROCEL, que consome 20 kWh/mês ou por um refrigerador com 10 anos de uso com tecnologia antiga que consome 40 kWh/mês nas mesmas condições.

⁷ O Brasil realizou em 2006 sua primeira experiência em programas de substituição de refrigeradores para domicílios de baixa renda. Nesse programa foram substituídos 14.500 equipamentos nos estados da Bahia e Ceará na região Nordeste com um gasto total de R\$14.000.000 por parte das concessionárias distribuidoras de energia.

⁸ Estabelece os investimentos mínimos em eficiência energética e P&D.

Ecoluz/Puc-Rio é de 2%. A não ser pela troca de posição entre as faixas 3 a 5 e 1 a 2, as pesquisas revelaram o mesmo padrão de distribuição das faixas de renda. A pesquisa Ecoluz/Puc-Rio revela que 27% dos domicílios estão na faixa de 0 a 2 salários mínimos, enquanto que para a pesquisa PNAD esse valor é de 35%.

A região Centro Oeste apresenta uma distribuição de domicílios por faixas de renda com uma concentração ligeiramente deslocada para as faixas com renda acima de três salários mínimos, aproximadamente 30% dos domicílios apresentaram renda superior a cinco salários mínimos. No entanto, ainda é grande a participação das faixas com renda até dois salários mínimos, 30% dos domicílios segundo os dados do PNAD (2004) e 18% segundo dados da pesquisa Ecoluz/Puc-Rio. Com relação às outras faixas, pode-se dizer que elas seguem o mesmo padrão em ambas as pesquisas, com destaque para a faixa de três a cinco salários mínimos, com maior participação em ambas as pesquisas.

A região Sul apresentou uma distribuição de renda com maior participação de domicílios nas faixas três a cinco (23% em média) e cinco a dez salários mínimos (22% em média) diferindo consideravelmente das regiões Nordeste, Norte e Centro Oeste onde predominam as faixas com renda inferior a dois salários mínimos. No Sul essas faixas apresentaram participação média de 23% segundo a pesquisa PNAD (2004).

A distribuição dos domicílios por faixas de renda para a região Sudeste apresentou o mesmo padrão que a região Sul. Com maior participação das faixas entre três e cinco e superior a cinco salários mínimos. No ano de 2004, essas participações foram de 23% e 21% respectivamente. Já o conjunto das faixas até dois salários mínimos apresentou participação de ~22%, valor inferior ao da região Sul. A figura 1 ilustra a distribuição de domicílios por faixas de renda conforme a pesquisa PNAD para o ano de 2004. A figura 2 ilustra a mesma distribuição conforme dados da pesquisa Ecoluz/Puc-Rio (2005).

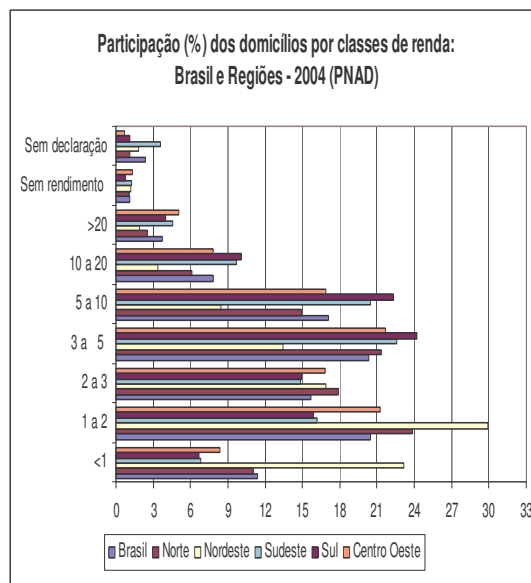


Figura 1: Participação dos domicílios por faixa de renda: Brasil e regiões - 2004
Fonte: PNAD/IBGE, 2004.

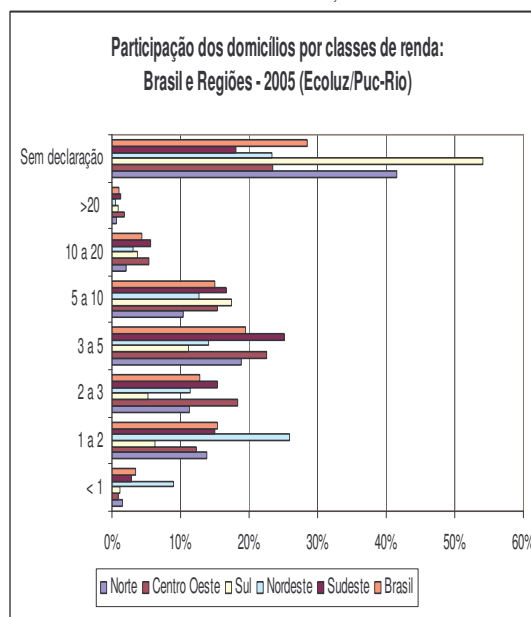


Figura 2: Participação dos domicílios por faixa de renda: Brasil e regiões - 2005
Fonte: Ecoluz/PUC-Rio, 2005.

3 Posse de refrigeradores

A penetração de refrigeradores nos domicílios no ano de 2004 segundo dados do PNAD foi 88,1%. No caso dos dados da pesquisa Ecoluz/PUC-Rio para o ano de 2005 esse valor é de 95,8%. Essa diferença é explicada principalmente pela diferença de abrangência das pesquisas. Cabe destacar que esses cálculos refletem somente o primeiro refrigerador por residência no caso da

pesquisa Ecoluz/PUC-Rio, os demais refrigeradores não foram considerados visando não distorcer a penetração "por residência", isso acontece quando se divide o total de refrigeradores pelo total de residências. A tabela 1 lista a penetração de refrigeradores segundo as pesquisas consideradas para o Brasil e regiões.

Tabela 1: Penetração de refrigeradores (%) por regiões nos domicílios brasileiros.

Ano	NE	N	SE	S	CO
2001	65,00	83,00	94,00	92,90	87,00
2002	67,60	84,00	94,70	94,50	89,30
2003	69,10	84,70	95,20	94,60	89,90
2004	70,70	85,70	95,60	95,00	90,40
2005	92,55	95,92	95,77	98,81	97,42

Fonte: PNAD (2001 -2004) e Ecoluz/PUC-Rio (2005).

No Nordeste, o desfavorável contexto de distribuição de renda reflete-se diretamente na penetração de refrigeradores. Em ambas as pesquisas a região apresentou os piores resultados. Em 2004, 30% das residências pesquisadas pelo PNAD ainda não possuíam refrigeradores.

Na região Centro Oeste, a ligeira melhora na renda da população reflete-se diretamente no acréscimo da penetração de equipamentos. No caso da pesquisa ecoluz/Puc-Rio para o ano de 2005, a penetração de refrigeradores⁹ foi de 97,4%, sete pontos percentuais superior ao ano de 2004 segundo o PNAD.

A região Sul apresentou a menor diferença entre as pesquisas em relação aos anos de 2004 e 2005, sendo que na pesquisa PNAD esse valor foi de 95% e para a pesquisa Ecoluz/Puc-Rio de 98,81%.

4 Idade dos refrigeradores

Segundo a pesquisa que abrange a área das concessionárias supracitada, o Brasil possui 30,6% de seus refrigeradores em uso com idade superior a dez anos, idade a partir da qual a degradação da eficiência se intensifica [7]¹⁰.

As regiões Nordeste e Centro Oeste puxaram para baixo a média nacional da participação de refrigeradores com idade superior a dez anos, o que pode ser explicado pelo crescimento recente da penetração nessas regiões. A região Sul, com maior penetração, apresentou um parque de refrigeradores um pouco mais velho. Nessa região, 26,36% dos refrigeradores apresentaram

⁹ Contabilizando apenas o primeiro refrigerador por residência.

¹⁰ Contabilizando apenas o efeito da idade estima-se que a partir dos 10 anos os refrigeradores consumam no mínimo 20% a mais de energia quando novos.

idade superior a dez anos, média superior à das regiões Nordeste e Centro Oeste.

No Sudeste encontrou-se a maior participação de refrigeradores com idade superior a dez anos (~38%), de acordo com os dados da tabela 2.

Tabela 2: Participação de refrigeradores por idade: Brasil e regiões

Idade (Anos)	CO (%)	N (%)	NE (%)	S (%)	SE (%)	Brasil (%)
1	5,9	6,5	8,6	2,5	7,3	6,4
2	6,2	6,7	7,6	1,6	7,9	6,4
3	15,0	13,6	9,1	2,8	9,4	9,4
4	15,1	10,4	6,8	7,4	7,5	8,6
5	12,5	12,4	9,4	10,1	8,1	9,8
6	11,3	8,8	12,6	16,5	6,9	10,4
7	3,3	2,9	7,2	12,8	5,4	6,4
8	6,5	6,5	9,5	16,8	6,7	8,9
9	1,4	2,1	3,8	2,8	2,4	2,6
10< x <15	14,3	16,6	16,5	19,4	20,8	18,5
>15	8,12	13,17	8,34	6,91	17,08	12,11

Fonte: Ecoluz/Puc-Rio (2005).

5 A correlação entre idade dos refrigeradores e as faixas de renda

O coeficiente de correlação é uma medida da variabilidade de uma variável que é explicada pela variabilidade da outra. Desse modo, essa metodologia é utilizada no presente trabalho para determinar quanto a variável renda impacta na idade média dos equipamentos. Essa análise fornece base para a tomada de decisões relativa a programas de substituição de equipamentos para baixa renda. A análise de correlação é realizada para a variável idade média ponderada¹¹ dos refrigeradores em relação à classificação de renda conforme a tabela 3.

Tabela 3 - Relação de índices e faixas de renda relacionadas.

Índices	Faixas de renda (salário mínimo)
1	< 1
2	1 a 2
3	2 a 3
4	3 a 4
5	4 a 5
6	5 a 7
7	7 a 10
8	10 a 15
9	15 a 20
10	20 a 30
11	30 a 40
12	> 40

¹¹ As quantidades de refrigeradores (*f*) são números indicadores da intensidade de cada valor da variável idade (*X*), elas funcionam como fatores de ponderação, o que leva a calcular a média aritmética ponderada, dada pela fórmula: $X_m = \frac{\sum(x_i \cdot f_i)}{\sum f_i}$

5.1 Região Nordeste

A região Nordeste apresentou a menor participação de refrigeradores com idade superior a dez anos (22,7%) sendo que aproximadamente 45% desse total está localizado nas faixas com renda inferior a dois salários mínimos. Essa relativa menor participação de refrigeradores “mais velhos” pode estar relacionada com a tardia e relativa baixa penetração de refrigeradores nos domicílios dessa região, como descrito em seção anterior. Nesse contexto de alta demanda reprimida por equipamentos, é de se esperar que os refrigeradores sejam sempre reutilizados, o que prolonga a utilização de equipamentos.

Através da figura 3 percebe-se claramente a concentração dos refrigeradores **mais novos** nas faixas mais baixas de renda, assim como a inexistência de refrigeradores com idade superior a dez anos nas faixas de renda com classificação superior a 9.

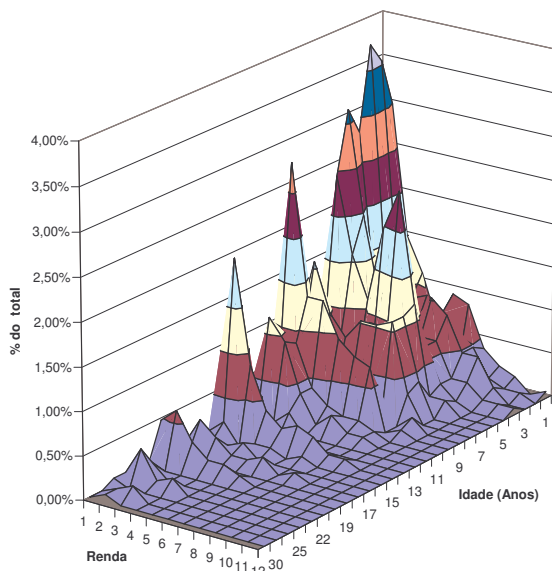


Figura 3: Região Nordeste: Participação de refrigeradores por idade e por faixa de renda.

Através da figura 4 verifica-se a forte correlação existente entre a idade dos refrigeradores e a renda. O coeficiente de determinação (R^2), nesse caso de 0,8585, indica uma grande dependência da idade média dos equipamentos em relação a faixas de renda. É clara a tendência de queda de idade em relação ao acréscimo da renda. No entanto, percebe-se uma real queda da idade média a partir da faixa de renda com classificação 3, sendo que essa região possui idade média de equipamentos entre 7 e 7,5 anos aproximadamente. Já para as faixas com alta renda, verifica-se uma idade média entre dois e três anos a partir da renda de classificação 10.

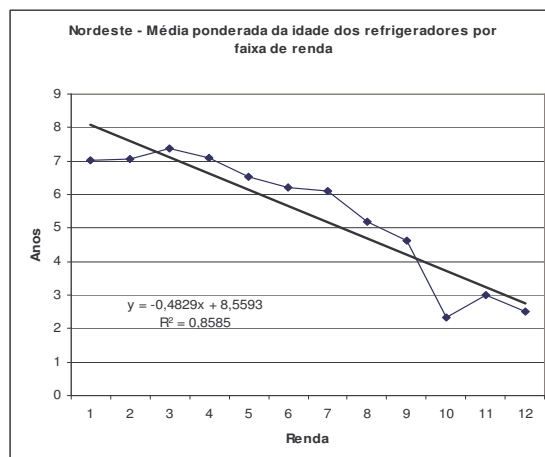


Figura 4: Região Nordeste: Média da idade dos refrigeradores por faixa de renda.

5.2 Região Norte

Na região Norte existe uma maior dispersão dos refrigeradores com idade superior a sete anos entre as várias faixas de renda, excetuando-se as faixas de renda com classificação superior a 8. Dentre os equipamentos com idade superior a dez anos, 19% pertencem a faixas até 2, o que indica uma menor concentração de equipamentos “mais velhos” nessas faixas em relação à região Nordeste. Existe nessa região uma queda mais suave do que na região Nordeste, sendo que para as faixas de renda mais altas, a partir da classificação 8, a média de idade dos equipamentos variou entre 6 e 3. A figura 5 ilustra a distribuição de refrigeradores por idade e por faixa de renda. A figura 6 ilustra a análise de correlação entre essas variáveis.

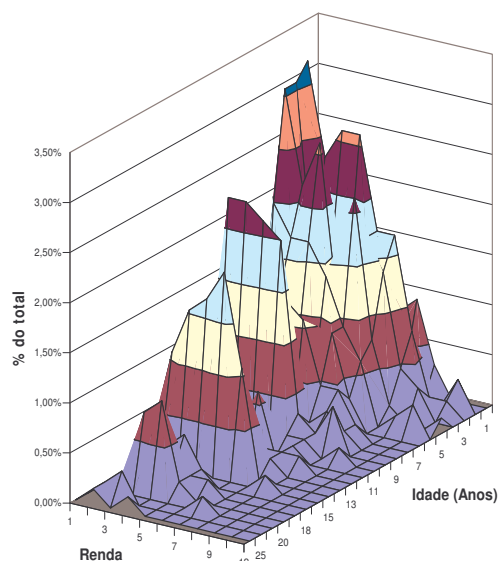


Figura 5: Região Norte: Participação de refrigeradores por idade e por faixa de renda.

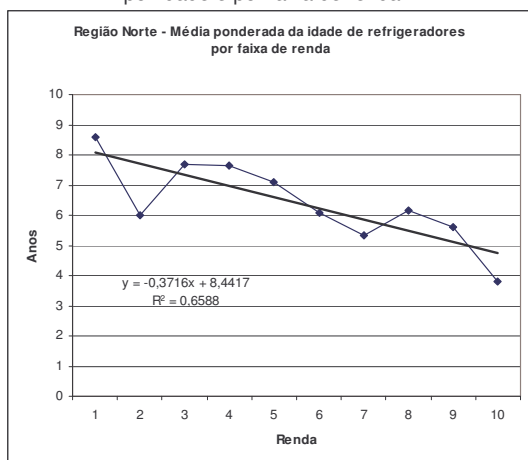


Figura 6: Região Norte: Média da idade dos refrigeradores por faixa de renda

Nessa região, aproximadamente 65% da variabilidade da idade é dependente da variabilidade da renda.

5.3 Centro Oeste

Na região Centro Oeste verifica-se que 24% dos refrigeradores com idade superior a dez anos estão concentrados nas faixas de renda até 2. A figura 7 ilustra a distribuição da participação (%) do número de refrigeradores por idade e por faixa de renda em relação ao total. A figura 8 ilustra a análise de regressão da média ponderada da idade dos refrigeradores por faixa de renda e evidencia o comportamento decrescente da idade média em relação à renda. Cabe notar que existe neste caso uma forte queda até a faixa 7, passando de ~ 8 anos na faixa 1 para ~ 4,5 anos na faixa 7.

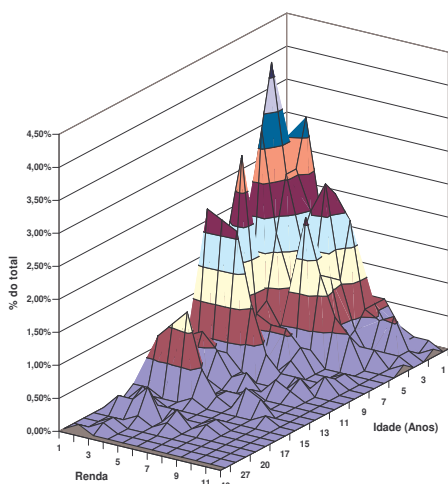


Figura 7: Região Centro Oeste: Participação de refrigeradores por idade e por faixa de renda.

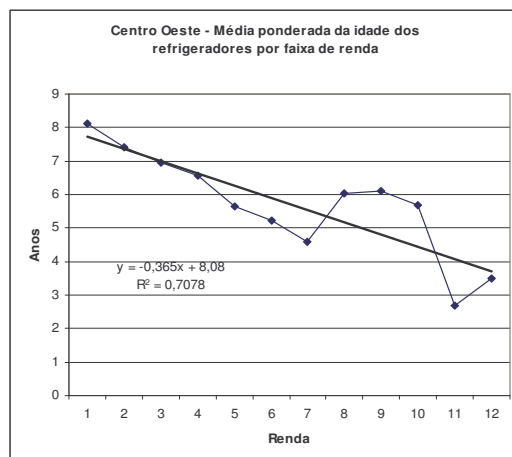


Figura 8: Região Centro Oeste: Média da idade dos refrigeradores por faixa de renda.

5.4 Região Sul

A análise da idade dos refrigeradores da região Sul em relação às várias faixas de renda evidenciou dois fatores importantes: 1) existe uma maior participação de refrigeradores com idade de oito anos que estão localizados nas faixas 4, 5, 6 e 7 e; 2) praticamente todos os refrigeradores com idade superior a dez anos estão localizados nas faixas 1, 2 e 3 conforme ilustra a figura 9. Cabe ressaltar que esta região apresentou a maior média de idade dos refrigeradores para as faixas 1 e 2, o que pode ser explicado pela maior expectativa de vida útil devido à temperatura média anual ser inferior à das outras regiões. A figura 10 ilustra a correlação entre as variáveis analisadas indicando que aproximadamente 76% da variabilidade da idade é determinada pela renda.

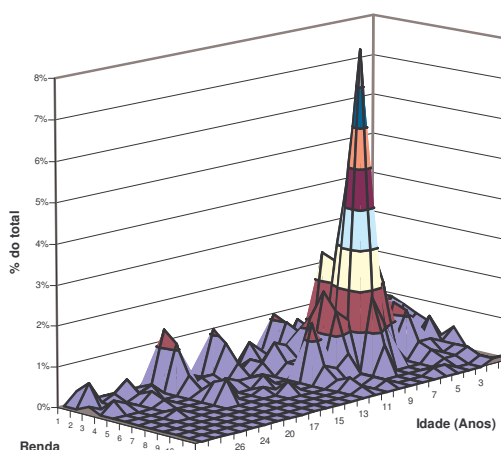


Figura 9: Região Sul: Participação de refrigeradores por idade e por faixa de renda.

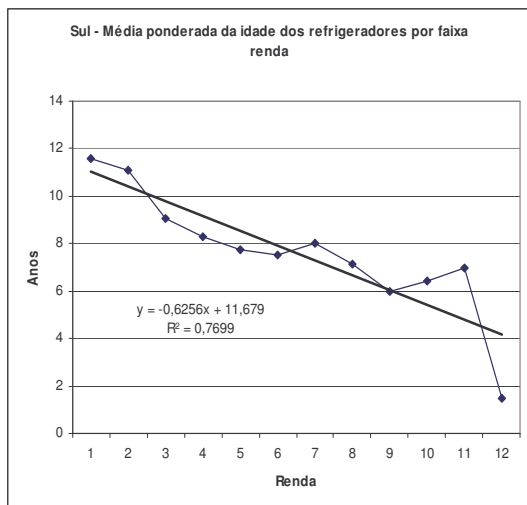


Figura 10: Região Sul: Média de idade dos refrigeradores por faixa de renda

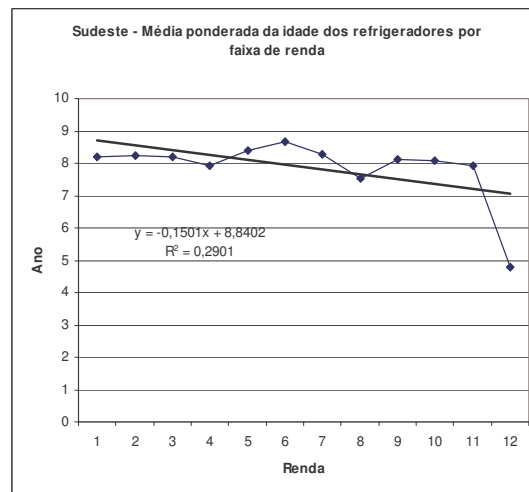


Figura 12: Região Sudeste: Média de idade dos refrigeradores por faixa de renda.

5.5 Região Sudeste

Na região Sudeste a amplitude da idade dos refrigeradores é maior, sendo que treze questionários (0,36% do total) apresentaram resposta de idade igual a quarenta anos. Existiu também uma maior distribuição de refrigeradores mais velhos pelas faixas de média renda, como pode ser visto na figura 11. O comportamento da curva que relaciona a média de idade dos refrigeradores por faixa de renda evidenciou essa maior dispersão de refrigeradores mais velhos pelas faixas com maior renda. A análise de correlação (figura 12) indica um baixo coeficiente de determinação, nesse caso, aproximadamente, apenas 30% da variação da idade pode ser determinada pela variação da renda.

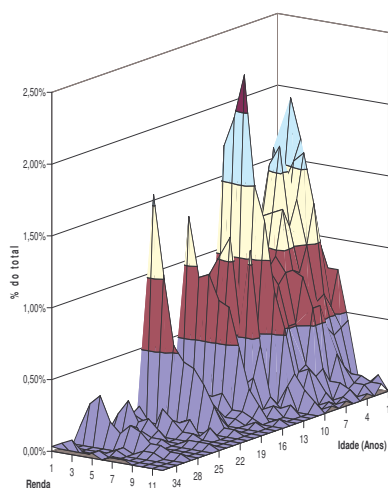


Figura 11: Região Sudeste: Participação de refrigeradores por idade e por faixa de renda.

6 Conclusões

A análise qualitativa do estoque de refrigeradores fornece dados estratégicos para a formulação do planejamento energético. Nesse sentido, o presente trabalho dá sua contribuição ao descrever as correlações existentes entre a idade dos equipamentos e as faixas de renda para cada uma das macro regiões brasileiras.

Não é verificada grande disparidade entre as regiões em relação à idade média por faixa de renda, excetuando-se a região sudeste onde o parque é mais antigo e por isso possui um mercado de “segunda mão” mais desenvolvido. Os fatores de correlação apresentaram-se altos **indicando forte dependência da idade dos equipamentos em função das faixas de renda.**

Nesse contexto, os programas de substituição de refrigeradores para populações de baixa renda podem ser eficazes para capturar significativos potenciais de conservação de energia, **potencializando a manutenção de um parque de equipamentos mais eficientes.**

No entanto, cabe ressaltar **que a falta de continuidade desses programas e a ausência de outros mecanismos de políticas públicas para incentivar um parque de equipamentos eficientes, como analisa Melo [8] pode implicar na continuidade do problema no longo prazo. Cabe citar também** que a implementação desses programas requer a avaliação de outros fatores, como por exemplo: a viabilidade financeira das substituições sob o enfoque da sociedade, como analisa Jannuzzi [9] e a efetividade da conservação de energia com esses programas.

7 Referências

[1] CPFL, 2004. Pesquisa Vox Populi quantitativa posse e hábitos. Comunicação interna com Álvaro Leite.

[2] Silva Jr., H. X.; “Aplicação da Metodologia de Análise do Custo do Ciclo de Vida (ACCV) para estabelecimento de padrões de Eficiência energética: Refrigeradores Brasileiros”, Campinas, Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia Mecânica UNICAMP, 144 p., 2005.

[3] Jannuzzi, G.M. Power sector reforms in Brazil and its impacts on energy efficiency and research and development activities. Energy Policy 33 (2005) 1753–1762.

[4] Pesquisa PNAD/IBGE 2001-2004. Pesquisa Nacional de Domicílios.

[5] Pesquisa Ecoluz/Puc-Rio. 2005 (Convênio EF/BIRD/PNUD/ELETOBRAS/MME) comunicação interna Reinaldo.

[6] Jannuzzi, G.M. Residential energy demand in Brazil by income classes Issues for the energy sector. Energy Policy. Volume 17, Issue 3, June 1989, Pages 254-263.

[7] PROCEL, 2006. Avaliação de resultados do programa selo PROCEL. Apresentação 3. quarta reunião.

[8] Melo, Conrado A. de, Jannuzzi, G. M. Mechanisms to Promote Energy Efficiency: Refrigerator Replacement in Brazil. 9th IAEE European conference, 2007, Florence, Itália.

[9] Jannuzzi, G. M. 2007. Programas de Eficiência Energética para Consumidores Residenciais de Baixa Renda no Brasil: Considerações para um Programa de Substituição de Refrigeradores. Relatório de Pesquisa.
<http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/services.html>