

SUBSTITUIÇÃO DO USO DA LENHA E CARVÃO VEGETAL POR BIOCOMBUSTÍVEIS SÓLIDOS NO BAIXO –AÇU POTIGUAR

Marília Amaral de Moura Estevão Tavares ¹ & Sílvio Roberto de Lucena Tavares ²

¹MSc. em Economia, marilia.estevao@ifrn.edu.br & ² DSc. em Geotecnia Ambiental, silvio.tavares@embrapa.br

IFRN, Rua Dr. Nilo Bezerra Ramalho, 1.692 – Tirol (CEP 59015-300) – Natal, RN, www.ifrn.edu.br, (84) 4005-0757
EMBRAPA, Rua Jardim Botânico, 1.024 – J. Botânico (CEP 22460-000) – Rio de Janeiro, RJ, www.embrapa.br/solos, (21) 2179-4547

RESUMO

No Brasil, a falta de padronização nos métodos de coletas de dados e no uso de diferentes parâmetros de mensuração visando a estimativa do consumo de energéticos madeireiros, dificulta o diagnóstico mais preciso dessa demanda energética regional e/ou específica por setor demandante e conseqüentemente a comparação de dados com outros levantamentos no tempo e no espaço geográfico. Neste estudo procurou-se conciliar os dados oficiais do Balanço Energético Nacional à pesquisa de campo empreendida no Baixo-Açu para tornar possível uma estimativa bastante realista da dependência da lenha e carvão vegetal dos consumidores desses combustíveis, em especial as fábricas de cerâmica vermelha da região. A conclusão é que, mesmo com a retirada insustentável da mata nativa, a oferta de lenha começa a dar sinais de esgotamento, deixando as empresas vulneráveis a preços cada vez mais elevados e ao risco de desabastecimento do combustível – sem falar no agravamento da desertificação na região. Uma das alternativas para mitigar este quadro, seria a instalação de um cluster energético na região que possui condições de oferta de várias matérias primas, como a palha de carnaúba, que sozinha pode ser ofertada para a produção de briquetes em aproximadamente 30.310 toneladas/ano.

Palavras Chave: lenha, carvão vegetal, briquete.

ABSTRACT

REPLACEMENT USE OF WOOD AND CHARCOAL IN BIOFUELS SOLID IN BAIXO - AÇU POTIGUAR

In Brazil, the lack of standardization of data collection methods and the use of different measurement parameters to estimate the wood energy use hinders the accurate diagnosis of the regional energy demand and the demand of each of the industry sectors and therefore, the comparison of data obtained over the years and in many different geographic areas. In this study, we attempted to official data from the National Energy Balance of field research conducted in Low-Açu to make possible a realistic estimate of dependence on firewood and charcoal for consumers of these fuels, especially red ceramic factories in the region. The conclusion is that even with the removal of unsustainable supply of wood from native forest begins to show signs of exhaustion, leaving companies vulnerable to increasingly high prices and the risk of fuel shortages - not to mention the worsening desertification in the region. One approach to mitigate this would be the installation of an energy in the cluster region that has multiple conditions of supply of raw materials such as carnauba straw that can be offered for the production of briquettes at approximately 30,310 tons / year.

Keywords: wood, charcoal, briquettes.

INTRODUÇÃO

A dificuldade para se contabilizar o consumo de energéticos de madeira não é um problema exclusivamente brasileiro. Os dados de combustíveis de madeira geralmente são fornecidos por fontes secundárias; são inconsistentes e de qualidade duvidosa, dificultando a comparação entre os países (IEA, 2006).

A variedade de fontes de informações, a falta de parâmetros e metodologias uniformes, além da adoção das mais diferentes unidades e fatores de conversão tornam difícil a comparação do consumo de combustíveis de madeira entre os países e até mesmo entre as regiões de um mesmo país. Isso acaba prejudicando a avaliação das tendências e a formulação de políticas, programas e projetos públicos para mitigar ou resolver problemas históricos relacionados à sustentabilidade das atividades econômicas em diversos biomas – sobretudo nas regiões semiáridas.

Apesar dessas ressalvas, optou-se nesse estudo por utilizar as bases dos dados oficiais para a estimação da oferta e consumo de lenha e carvão na região do Baixo-Açu, por entendermos que, mesmo com as

**10º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA
SÃO PAULO – SP – 15 A 16 DE JULHO DE 2015**

simplificações dos modelos metodológicos adotados, eles espelham a evolução da matriz energética brasileira e é neles que se baseiam a maior parte das análises sobre o assunto.

Assim sendo, foram utilizados os percentuais de consumo residencial e comercial de lenha e carvão que constam no último BEN, do ano de 2011, ano base 2010, uma vez que os dados do balanço desse ano com base nas informações recolhidas no ano passado ainda estão sendo processados. Esses percentuais foram aplicados sobre a base de dados demográficos do Censo 2010 do IBGE.

O consumo de espécies lenhosas no setor agropecuário foi desconsiderado, por ter sido considerado inexistente no último Balanço Energético do Rio Grande do Norte, editado em 2006. Já os dados sobre o consumo dos principais consumidores de lenha e carvão vegetal da região foram coletados diretamente, através de pesquisa de campo, e comparados com os dados oficiais de produção.

No Baixo-Açu, a participação da lenha na matriz energética do setor comercial é de 1,3% e a do carvão vegetal é inferior a 1%. Assim, nesse estudo, procurou-se apenas estimar o consumo desses dois combustíveis nos setores industrial e residencial, que são os que mais queimam lenha e carvão nos seus fornos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados os percentuais de consumo residencial e comercial de lenha e carvão que constam no último BEN, do ano de 2011, ano base 2010, uma vez que os dados do balanço desse ano com base nas informações recolhidas no ano passado ainda estão sendo processados. Esses percentuais foram aplicados sobre a base de dados demográficos do Censo 2010 do IBGE.

O consumo de espécies lenhosas no setor agropecuário foi desconsiderado, por ter sido considerado inexistente no último Balanço Energético do Rio Grande do Norte, editado em 2006. Já os dados sobre o consumo dos principais consumidores de lenha e carvão vegetal da região foram coletados diretamente, através de pesquisa de campo, e comparados com os dados oficiais de produção.

No Baixo-Açu, a participação da lenha na matriz energética do setor comercial é de 1,3% e a do carvão vegetal é inferior a 1%. Assim, nesse estudo, procurou-se apenas estimar o consumo desses dois combustíveis nos setores industrial e residencial, que são os que mais queimam lenha e carvão nos seus fornos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo Residencial

Apesar de toda a importância da lenha na matriz energética no Brasil e no Rio Grande do Norte, a partir dos anos 70, a sua participação na matriz energética nacional passou a cair, até que no final da década de 90 e mais intensamente em 2001 verificou-se um recrudescimento generalizado de seu uso, vindo a estabilizar-se, mas ainda com leve tendência de alta nos últimos cinco anos. De acordo com estudo publicado pelo Sindicato das Empresas Distribuidoras de Gás Liquefeito do Petróleo (SINDGÁS, 2007), a explicação para o aumento do consumo a partir de 2001 foi o fim de todos os subsídios governamentais à produção e distribuição do Gás Liquefeito de Petróleo (GLP, conhecido como gás de cozinha), aliado ao aumento da tributação federal (PIS/COFINS) e à elevação da taxa de câmbio. Os custos, repassados ao consumidor, elevaram em 63% o preço do tradicional botijão de 13 kg, usados nas residências. Dos R\$ 19,00 que custava em 2000 passou a mais de R\$ 30,00 em 2006 (SINDIGÁS, 2007).

Os aumentos sucessivos fizeram com que nos municípios mais pobres do País a população voltasse a consumir combustíveis alternativos ao GLP. Fogões ineficientes à base de lenha voltaram a ser usados, depois de anos desativados por conta da utilização do gás de cozinha. Assim, o uso de lenha para preparação de alimentos aumentou 25%, enquanto que o consumo domiciliar de GLP teve queda de 10% (MME, 2006).

Porém, é importante ressaltar que mesmo com o consumo mais alto, não se pode responsabilizar o uso da lenha para cocção pelo desmatamento da caatinga, mas sim a limpeza dos terrenos para expansão das fronteiras agropecuárias e a exploração de madeira para fins comerciais (UHILG, 2008; MMA, 2004; PAREYNE e RIEGELHAUPT, 2010). O combustível usado para consumo familiar geralmente é catado às margens das rodovias e em remanescentes florestais (capoeiras) na medida da necessidade, ou seja, sem nenhuma formalidade ou planejamento prévio.

No estudo realizado com 864 famílias de 10 assentamentos rurais do Rio Grande do Norte, Francelino *et al* (2003) estimaram em 1m³ st o consumo mensal domiciliar na zona rural do Estado, o que corresponde a 0,21 t de matéria seca da caatinga (RIEGELHAUPT, 2004) ou 210 kg/mês/domicílio. Este valor definido para o consumo de lenha potiguar é compatível com os valores estimados por Oliveira *et al* (1988) para as zonas urbanas (225 kg/domicílio/mês) e rurais (297 kg/domicílio/mês) dos municípios paraibanos e também com a estimativa de Silva *et al* (1993) para os domicílios pernambucanos de uma forma geral (219 kg).

De acordo com o último Balanço Energético Nacional (MME, 2012), a lenha participa diretamente com 27,8% do consumo de todas as fontes energéticas da matriz residencial brasileira, só perdendo para a eletricidade (41,7%). Logo, para se estimar o consumo residencial deste combustível nos domicílios dos nove municípios estudados, calculou-se a quanto corresponderia 27,8% de todos os 43.599 domicílios da região (IBGE, 2010). O

10º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA
SÃO PAULO – SP – 15 A 16 DE JULHO DE 2015

valor encontrado foi 12.112 domicílios. Para estimar o consumo de lenha, multiplicou-se este valor pelo consumo médio mensal de um domicílio (1m³ st). O valor encontrado foi 12.121 m³st de lenha /mês. O consumo anual seria de 145.452 m³st (Tabela1).

Tabela 1. Consumo residencial de lenha:

Table 1. Residential wood consumption:

Consumo de lenha/domicílio/mês*	1m ³ st
Participação da lenha no consumo energético residencial**	27,8%
Nº de domicílios no Baixo-Açu***	43.599
Nº de domicílios que consomem lenha	12.121
Consumo de lenha total/mês (12.112 x 1m ³ st)	12.121 m ³ st
Consumo de lenha total/ano	145.452 m³st

Fontes: *Francelino et al (2003); **Balanço Energético (MME, 2012); ***IBGE (2010)

Já a participação do carvão vegetal na matriz energética residencial do Baixo-Açu é de 2,1% (MME, 2012), o que representa 916 domicílios. Como o carvão é derivado da lenha, seu consumo deve ser contabilizado. Uhlig (2008) atribui grande parte do consumo à cultura do churrasco – o combustível é vendido ensacado em supermercados de todo o País e, de acordo com o autor, com madeira legal, oriunda de silvicultura, o que, aliado ao baixo uso por domicílio, garantiria a sua sustentabilidade.

A estimativa de uso por domicílio do combustível é de 3,96 kg/dia - valor encontrado por SILVA *et al* (1993) para o consumo em Pernambuco; o que daria um total de 0,119 t/mês por domicílio ou 109 t/mês para os 916 domicílios consumidores do combustível. O total consumido por ano seria de 1.308 t ou 16.780,38 m³st (Tabela 2).

Tabela 2. Consumo residencial de carvão vegetal:

Table 2. Residential charcoal consumption:

Consumo de cv/domicílio/dia*	3,96 kg
Consumo de cv/domicílio/mês	0,119 t
Participação do cv no consumo energético residencial**	2,1%
Nº de domicílios no Baixo-Açu***	43.599
Nº de domicílios que consomem cv	916
Consumo de cv total/mês (916 x 0,119 t)	109 t
Consumo de cv total/ano	1308 t ou 16.780,38 m ³ st de lenha

Fonte: * Silva *et al* (1993 a); ** BEN (MME, 2011); *** IBGE, 2010 .

Fatores de conversão: 1t de carvão = 2,694 t de lenha (Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2012); 1m³ st de lenha = 0,21 t (RIEGELHAUPT, 2004).

Consumo Industrial

As maiores consumidoras de lenha do Baixo-Açu são as indústrias alimentícias e cerâmicas. Entre as primeiras destacam-se as panificadoras, queijarias, pizzarias e churrasarias. Estas últimas consomem a lenha indiretamente, uma vez que utilizam o carvão como combustível. A pesquisa para estimar o consumo de lenha nessas empresas foi feita através de visitas de campo ao longo do mês de julho de 2012, nas quais foram entrevistados os proprietários e/ou gerentes dos estabelecimentos em funcionamento nos nove municípios da região. Todas essas empresas, independentemente do porte, têm caráter familiar e juntas empregam cerca de 1.700 trabalhadores e pagam mais de R\$ 22 milhões em salários por ano, sendo imprescindíveis a combalida e pobre economia regional numa das regiões mais pobres do Estado do Rio Grande do Norte.

A pesquisa de campo revelou também a vulnerabilidade das empresas instaladas na região, especialmente as panificadoras e as cerâmicas, em relação à lenha. Os proprietários das panificadoras acreditam

**10º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA
SÃO PAULO – SP – 15 A 16 DE JULHO DE 2015**

que os gastos com o combustível representem entre 10% e 15% dos custos de produção. Entre os ceramistas, esses gastos representam de 20% a 30% do custo total de produção. A expectativa de consumo de lenha para o ano de 2012 era de 406.978 m³ st. Já a expectativa de consumo de carvão para o mesmo período era de 55,8t ou 715,83 m³ st de lenha (Tabela 4).

Tabela 3. Perfil das indústrias consumidoras de lenha na região do Baixo-Açu (2012):

Table 3. Profile of consumers of wood industries in Baixo-Açu region (2012):

Setor	Nº de estabel.	Nº de func.	Gasto c/ salários (R\$/ano)
Panificadoras	39	201	1.885.351,00
Queijarias	4	13	126.740,00
Pizzarias	3	31	295.350,00
churrascarias	7	101	966.203,00
cerâmicas	32	1.340	19.056.000,00
TOTAL	81	1.686	22.327.644,00

Fonte: Proprietários e gerentes dos estabelecimentos pesquisados

Tabela 4. Gastos anuais com lenha e carvão vegetal nas indústrias do Baixo-Açu (2012):

Table 4. Annual expenditure on firewood and charcoal in Low-Açu industries (2012):

Setor	Cons. de lenha (m ³ st)	Cons. de carvão (t)	Gasto com lenha (R\$)	Gasto com carvão (R\$)	Raio de coleta da lenha
Panificadoras	6.274	----	151.029,00	----	Até 50 km
Queijarias	924	----	16.200,00	----	local
Pizzarias	888	----	25.500,00	----	local
churrascarias	-----	55,8	----	37.908,00	local
cerâmicas	398.892	----	9.184.380,00	----	Até 160 km
TOTAL	406.978 m³st	55,8 t ou 715,83 m³st	9.377.109,00	37.908,00	Até 160 km

Tabela 5. Quantidade produzida na extração vegetal (lenha e carvão) na região do Baixo-Açu (2006 a 2010):

Table 5. Amount produced in the plant extraction (firewood and charcoal) in Baixo-Açu region (2006 a 2010):

Municípios	Tipo de produto extrativo	Anos					
		2006	2007	2008	2009	2010	Média
Assú	Carvão(t)	29	28	23	25	27	26,4
	Lenha (m ³)	11.641	11.219	8.640	8.763	9.086	9.869,8
Afonso Bezerra	Carvão(t)	21	20	16	16	15	17,6
	Lenha (m ³)	4.271	4.056	3.285	3.196	3.036	3.568,8
Alto do Rodrigues	Carvão(t)	8	8	8	6	6	7,2
	Lenha (m ³)	1.529	1.453	1.368	1.145	1.179	1.334,8
Carnaubais	Carvão(t)	9	8	8	7	6	7,6
	Lenha (m ³)	1.009	962	991	862	827	930,2
Ipanguaçu	Carvão(t)	17	17	15	13	13	15
	Lenha (m ³)	7.112	6.993	5.652	4.862	4.913	5.906,4
Itajá	Carvão(t)	4	4	4	4	3	3,8
	Lenha (m ³)	133	129	119	117	121	123,8
Macau	Carvão(t)	7	7	6	5	3	5,6
	Lenha (m ³)	2.792	2.674	2.426	1.571	1.113	2.115,2
Pendências	Carvão(t)	9	8	8	8	7	8
	Lenha (m ³)	1.536	1.498	1.404	1.290	1.214	1.388,4
Porto do Mangue	Carvão(t)	10	9	8	7	6	8
	Lenha (m ³)	1.081	995	936	789	752	910,6
Produção média total de carvão vegetal							99,2
Produção média total de lenha							26.148

Balanco da oferta e do consumo total de lenha e carvão vegetal

O desequilíbrio entre produção e consumo de lenha na região do Baixo-Açu pode ser observado na comparação entre os dados da extração vegetal da região obtidos nas Pesquisas da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura do IBGE, no período 2006-2010 (Tabela 5) e a demanda anual atual pelo combustível nos segmentos residencial e industrial (Tabela 6).

Conforme evidencia a Tabela 3, a demanda por lenha é oito vezes maior do que a produção florestal nativa nos nove municípios estudados. Para se estimar o quanto essa demanda representa em área, fazemos o seguinte cálculo:

- Incremento médio anual da caatinga = 10 m³st/ha ou 2,1 t/ha/ano (GARIGLIO, 2010);
- Tempo que a caatinga leva a se recompor totalmente = 15 anos;
- Volume de caatinga totalmente recomposta em 1 hectare = 10 x 15 = 150 m³ st
- Número de hectares equivalentes à demanda anual por lenha = 569.926,21 m³ st : 150 = 3.799,5 hectares/ano ou 37,99 km².

Ou seja, toda a lenha utilizada diretamente ou na forma de carvão vegetal nos consumos residencial e industrial somente no ano de 2012 equivale à devastação uma área de 3.799,5 hectares ou 37,99 Km², equivalentes a 3.517,59 campos de futebol oficial (90 m² x 120 m² cada).

Tabela 6. Balanco da oferta e do consumo total de lenha e carvão vegetal - 2012:

Table 6. Balance of supply and the total consumption of firewood and charcoal - 2012:

Projeção do consumo de lenha	residencial	145.452 m ³ st
	industrial	406.978 m ³ st
Projeção do consumo de carvão	residencial	16.780,38 m ³ st
	industrial	55,8t 715,83 m ³ st
Total do consumo	569.926,21 m³st ou 119.684,50 t	
Média da produção de carvão e lenha (2006 a 2010)	lenha	26.148 m ³ (69.292,2 m ³ st)
	carvão	99,2 t (1.272,59 m ³ st)
Total da produção	70.564,79 m³st ou 14.818,61 t	
Balanco oferta – demanda (m³ st)	70.564,79 – 569.926,21 = - 499.361,42	

Fontes: sobre o consumo, pesquisa de campo (autora); sobre a produção, IBGE (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura de 2006 a 2010).

CONCLUSÃO

O Estado do Rio Grande do Norte apresenta um quadro de forte dependência social e econômica em relação ao recurso florestal, principalmente na região do Baixo-Açu que possui parque industrial cerâmico. A biomassa oriunda, na sua maior parte, de matas nativas, fornece energia para 35% do parque industrial do estado e é sua segunda fonte de energia com uma participação de 30% da sua matriz energética. Contudo, a exploração florestal com essa finalidade ainda se utiliza de técnicas extremamente rudimentares que proporcionam uma pressão antrópica sobre o remanescente da caatinga, proporcionando um processo acentuado de desertificação nesta região. Uma alternativa altamente viável para a região seria a alocação de um cluster energético através de implantação de fábricas de briquetes visando otimizar o uso potencial das biomassas não ou subutilizadas na região. Este trabalho mostra que o consumo de lenha para o ano de 2012 foi de 406.978 m³ st e de carvão e de 55,8t ou 715,83 m³ st de lenha equivalente. Trabalhos, como o de TAVARES (2013) mostra que a região pode suprir facilmente toda essa demanda correspondente com a produção de briquetes utilizando 20% de resíduo de palha de carnaúba e o 80% através do plantio de capim elefante para fins energéticos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Petrobras Ambiental pelo financiamento do trabalho através do Projeto Caatinga Viva.

REFERÊNCIAS

CARVALHO O.O. et al. **Perfil Industrial da cerâmica vermelha no Rio Grande do Norte**. Natal: Federação das Indústrias do Rio Grande do Norte, 2001. CD-ROM.

FRANCELINO, Márcio R. et al. Contribuição da caatinga na sustentabilidade de projetos de assentamentos no sertão norte-rio-grandense. **Revista Árvore**, Viçosa, 27 (1): 79-86, 2003. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n1/15925.pdf>. Acesso em 05/09/2012.

GARIGLIO et al. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/população/censo2010/default.shtm>>. Acesso em 10/09/2011

IBGE. **Pesquisa da Produção da Extração e da Vegetal e da Silvicultura, 2006-2010**. Disponível em < <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pevs/default.asp?o=36&i=P>>. Acesso em 11/09/2011.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Panorama da Indústria da Cerâmica Vermelha no Brasil**. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em < http://redladrilleras.net/documentos_galeria/PANORAMA%20DA%20INDUSTRIA%20DE%20CERAMICA.pdf>. Acesso em 13/08/2012.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy balances of non-oecd countries 2003 – 2004**. Paris: OECD, 2006.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional 2012**: Ano base 2011. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2012. Disponível em <https://ben.epe.gov.br/>. Acesso em 15/07/2012.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. Brasília, 2004. Disponível em < www.ibama.gov.br/rn/wp-content/files/2009/05/PAN_BRASIL.pdf> . Acesso em julho de 2011.

OLIVEIRA, L. de et al. **Consumo específico de lenha no setor residencial do semiárido paraibano**. Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 1988, São Paulo. Anais do III Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, São Paulo, 1988.

RIEGELHAUPT, E. **Revisão e atualização da oferta e demanda de energéticos florestais no Nordeste**: Relatório Final do Consultor – Projeto TCP/BRA/2909. Brasília, 2004.

RIEGELHAUPT, E.M & PAREYNE, F.G.C. A questão energética. In: GARIGLIO et al. **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente-Serviço Florestal Brasileiro, 2010, p.65-75.

SINDICATO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS DE GÁS LIQUEFEITO DO PETRÓLEO. **GLP no Brasil**: perguntas frequentes. Volume 2. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em < http://www.aiglp.com/arq/downloads/Miolo_Cartilha_Sindigas_vol2_FINAL.pdf>. Acesso em 03/08/2012.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil Florestal**. São Paulo, SP, 2008. Disponível em <<http://www.sbs.org.br/FatoseNumeros doBrasilFlorestal.pdf>>. Acesso em 28/11/2012.

TAVARES, M.A.M.E. **Estudo da viabilidade da produção de briquetes e seus possíveis impactos sobre o meio ambiente e o mercado de trabalho da região do Baixo-Açu, RN**. 245 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB.

UHLIG, A. **Lenha e carvão vegetal no Brasil**: balanço oferta-demanda e métodos para a estimação do consumo. 156f. Tese de Doutorado do Programa Inter unidades de Pós-Graduação em Energia – EP / FEA / IEE / IF da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008. Disponível em < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-14052008-113901/pt-br.php>>. Acesso em 12/09/2012.