

# ESTIMATIVA DO PREÇO DE COMERCIALIZAÇÃO DA ENERGIA ELÉTRICA – ESTUDO DE CASO: COOPERATIVA DE AGROENERGIA – PROJETO NERAM

ADRIANA COLI PEDREIRA  
RUBEM CESAR RODRIGUES SOUZA  
DIOGO JACKSON CAJUEIRO XAVIER  
KATRIANA TAVARES DE FREITAS

Pesquisadores vinculados ao Centro de Desenvolvimento Energético Amazônico – CDEAM, Universidade Federal do Amazonas – UFAM  
Cep: 69.077-000 – Manaus – AM  
Fone/Fax:(092) 3647-4416/4417  
e-mail: cdeam@ufam.edu.br

## Resumo

O objetivo deste artigo é estimar o custo de comercialização da energia elétrica gerada a partir do caroço de açaí, considerando diferentes arranjos de sociedades comerciais: Cooperativa agrícola, Cooperativa de Eletrificação Rural e Produtor Independente de Energia. No caso da cooperativa agrícola, os produtos principais seriam, entre outros, a polpa de açaí, enquanto a energia elétrica seria um subproduto, resultado da utilização dos resíduos do processo produtivo. Para as duas outras sociedades, a eletricidade seria o produto principal, com os distintos encargos, tributos e estrutura orçamentária para cada. Os encargos e tributos inerentes à cada sociedade são considerados para o cálculo de custo de energia. Os resultados são apresentados como a variação do custo de energia elétrica Reais/MWh com a variação do custo de eletricidade com o fator de carga e são comparados os preços praticados no mercado de comercialização de energia elétrica por produtor independente do Amazonas. Todos os resultados são apresentados com ou sem o subsídio da sub-rogação da CCC. Este estudo faz parte do escopo do projeto “Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia – NERAM”, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, que contempla a universalização do acesso ao serviço público de energia e a idéia de Planejamento Integrado de Recursos (PIR) para sistemas isolados. Os resultados apontam para a necessidade de subsídios e apresentam custos menores para os cenários que utilizam as cooperativas, especialmente a cooperativa de eletrificação rural.

## Abstract

The objective of this article is to estimate the cost of commercialization of the electricity generated from the açai seeds, under different commercial societies, namely Cooperative agriculture, Cooperative for Rural Electrification or Independent Producer of Electricity. In the case of cooperative agriculture, the main products would be the açai pulp, among others, while the electricity would be a sub product resulting from the utilization of the residues from the process. For the other two arrangements, the electricity would be the main product, with differences in fees, taxes and financial structure between them. The taxes and fees associated with each one of the societies are considered for the estimates of energy costs. The results are presented as a variation of the electricity costs (Reais/MWh) over the Load Factor variation and are compared to the prices practiced for the bulk energy market for the independent producer in the Amazon region. All the results are presented with and without the subsidy for electricity. This study is part of the mark of the project “*Model for Electric Power Enterprise in Isolated Communities in the Amazon - NERAM*”, financed by the National Council for Scientific and Technological Development - CNPq, that contemplates the universal access to electric-power services and the idea of Integrated Planning of Resources (PIR) for isolated systems. The results appear for the need of subsidies and they

present smaller costs for the sceneries that use the cooperatives, especially the cooperative of rural electrification.

## 1. Introdução

A idéia da universalização do acesso a energia elétrica se fortaleceu no Brasil com a publicação da Lei 10.438 de 2002, delegando a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, a determinação de metas de universalização do acesso a energia elétrica, para concessionárias e permissionárias de serviço público de distribuição de energia, ou seja garantindo o acesso a energia a todos os indivíduos. Seguindo uma linha similar, foi criado em 2004, pelo Governo Federal, o Programa Luz para Todos, com o objetivo de acabar com a exclusão elétrica no país, e utilizar a energia como vetor de desenvolvimento social e econômico destas comunidades, contribuindo para a redução da pobreza e aumento da renda familiar (MME, 2005).

A necessidade energética em comunidades isoladas e em condições precárias de vida, exige um processo de planejamento que considere a qualidade de vida como parte necessária das soluções. Isso implica na introdução das dimensões econômica, social, ambiental e política (Udaeta, *et al*, 2004)a. Enquanto o planejamento tradicional para o setor energético se concentra principalmente na oferta de interesses financeiros, o Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – PIR enfoca a disponibilidade de energia a partir da integração de recursos e com mínimo custo completo (econômico, ambiental, social e político). Uma das formas de suprir racionalmente a demanda, levando em conta a sustentabilidade, é aproveitando o potencial existente devido, principalmente, a desperdícios e perdas (Udaeta, *et al*, 2004)b.

As áreas não atendidas pelos serviços de energia elétrica, situam-se, predominantemente nas Regiões Norte e Nordeste. Ainda que em todos os Estados brasileiros existam nichos de mercado onde seguramente o atendimento através de sistemas isolados (com ou sem mini-redes de distribuição) é a alternativa de menor custo de ou até mesmo a única alternativa, para as áreas com restrições ambientais legais (reservas florestais, APAS, reservas indígenas, quilombolas etc.) o sistema isolado seria imperativo. Estes nichos são significativos para algumas regiões, principalmente o Norte e Nordeste, onde se encontra, o maior número de domicílios não eletrificados (Pereira et al, 2004).

Nesse sentido o Projeto Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia - NERAM, se baseia numa proposta de geração descentralizada, que será capaz de cumprir com as metas de universalização dos serviços de energia e possibilitar a inclusão social em sistemas isolados, utilizando insumos energéticos renováveis (biomassa) locais e vinculando a este arranjo, a possibilidade de geração de renda às populações contempladas com a energia, caracterizando um PIR, onde aborda questões sócias - econômicas – ambientais. É proposta uma ação de eletrificação rural associada à implantação de processos para geração de renda, como estratégia para garantir a viabilidade econômica financeira e o desenvolvimento de experiência de eletrificação rural utilizando matéria prima proveniente de atividade extrativista em comunidades ribeirinhas (Souza, 2003).

Este trabalho busca identificar os parâmetros que influenciam na determinação do custo da energia gerada pela Cooperativa de Agroenergia, produzida através do processo de gaseificação utilizando biomassa (caroço do açaí) em Comunidades ribeirinhas, estabelecendo qual o preço mínimo de suprimento de energia à Concessionária local, de forma a manter o equilíbrio econômico financeiro da Cooperativa. Para tal, foram simulados custos para vários fatores de carga e com ou sem subsídios.

## 2. Material e Métodos

### 2.1. Área de Estudo

A Costa do Marrecão é característica de várzea, localizada no rio Solimões, no município de Manacapuru – AM. Esta área foi selecionada para a pesquisa pela presença de alguns projetos

nas comunidades tradicionais da região, como o Projeto Pyrá e outros que desenvolvem trabalhos relacionados a ordenação das atividades pesqueiras.

As comunidades contempladas para o beneficiamento da energia elétrica a ser gerada, estão expostas na Figura 1, são elas: São Francisco do Paroá, Nossa Senhora da Conceição, Pentecostal Unida do Brasil e Cristo Rei.

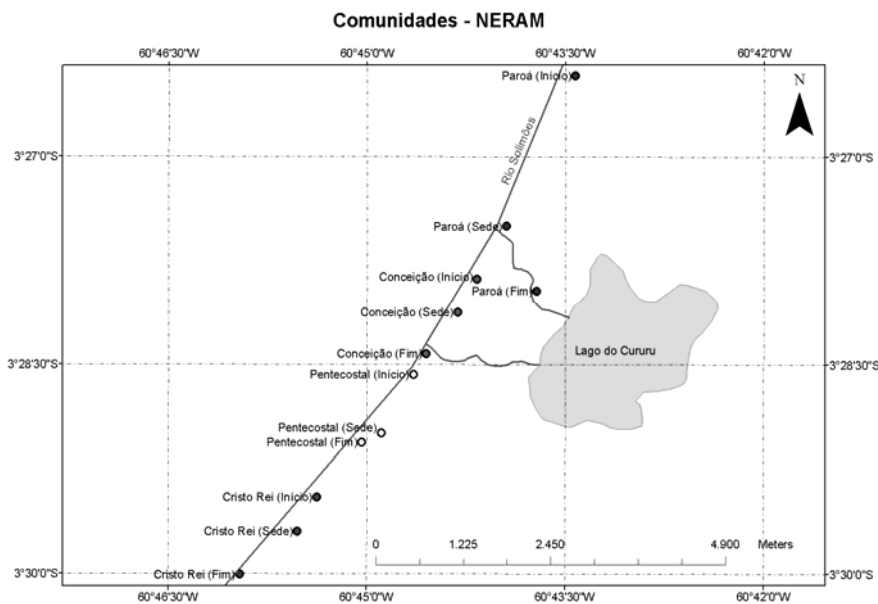


Figura 1 – Comunidades contempladas pelo Projeto Neram.

## 2.2. Geração de Energia

A Tecnologia adotada para gerar a energia foi a gaseificação de biomassa, neste caso o caroço do açaí, que no fruto a polpa corresponde a aproximadamente 30% de sua massa, sendo o restante, 70% (caroço, fibras e restos da casca), que após processados e separados, destina por volta de 46% da massa do fruto para a geração de energia elétrica (Xavier, et al, 2006).

O sistema de geração terá capacidade instalada de 80 kW. A quantidade necessária do insumo energético corresponde a 72 kg da biomassa seca responsável pela geração de 75 kWh de eletricidade (BEF, 2005).

## 2.3. Atividades de Geração de Renda

Como forma de organizar as atividades produtivas e gerar renda aos comunitários surgiu a necessidade de constituição de uma pessoa jurídica capaz de gerir tais funções. Para tanto, foram pesquisados e analisados os diversos tipos de sociedades comerciais, na busca da que mais atendessem os objetivos do Projeto.

No Brasil, atualmente o cooperativismo vem ganhando força, pois tem como objetivo a solução de problemas sociais por meio de criação de comunidades de cooperação (Cooperativa, 2005). Dentro desta linha, para organizar as atividades produtivas das comunidades e conseqüentemente gerar renda, optamos pela constituição de uma Cooperativa Agrícola, que terá como objetivos iniciais a organização da produção agrícola local e o beneficiamento e comercialização da polpa de açaí, onde a geração de energia será um subproduto deste beneficiamento, utilizando ao máximo os resíduos do processo produtivo.

Foram analisadas também outros tipos de sociedades, as quais se caracterizam pela atividade de geração de energia, como a Cooperativa de Eletrificação Rural, regulamentada pela Resolução

ANEEL nº. 12/2002, e a modalidade de Produtor Independente de Energia, regulamentada pelo Decreto 2003/1996.

Como este trabalho busca identificar os parâmetros que influenciam na determinação do custo da energia gerada pela Cooperativa de Agroenergia, de forma a manter o equilíbrio econômico financeiro da mesma, são propostos cenários correspondentes às 3 (três) pessoas jurídicas<sup>1</sup> (Cooperativa Agrícola, Cooperativa de Eletrificação Rural e Produtor Independente de Energia), as quais podem ser constituídas para a finalidade de geração e comercialização da energia com a Concessionária Distribuidora Local, neste caso a Companhia Energética do Amazonas – CEAM.

## 2.4. Identificação dos Custos Totais

Para identificação dos custos totais, foram pesquisados o custo de geração composto por: custo da fase pré-investimento, custo do gaseificador, custo do secador, infra-estrutura e Operação e manutenção – O&M (Freitas, 2006) acrescido de encargos e tributos.

Foram considerados os encargos e tributos, expostos na Tabela 1 para a cooperativa agrícola, cooperativa de eletrificação rural e produtor independente de energia - PIE (geradora). Especificamente ao PIE, foram feitos além do cálculo com a incidência dos encargos/tributos atuais, o cálculo para mais 2 (duas) incidências diferentes. A primeira se refere a Conta Consumo de Combustível – CCC onde o subsídio foi considerado no cálculo do custo final em 60% e na segunda, foi considerado um subsídio no custo de capital no valor de R\$ 81.530,38 (Adaptado de Freitas, 2006).

Tabela 1 – Entidades e Encargos

Entidades	Encargos
<b>Cooperativa Agrícola</b>	PIS – 0,65 % COFINS – 3% IRPJ- 1,5% Fundo de Reserva – 10% FATES – 5% Taxa Administrativa – 10% <b>TOTAL = 30,15%</b>
<b>Cooperativa de Eletrificação Rural</b>	IRPJ – 1,5% (OCB, 2005) Fundo de Reserva – 10% FATES – 5% Taxa Administrativa – 10% <b>TOTAL = 26,50%</b>
<b>Produtor Independente de energia (geradora)</b>	PIS – 0,65 % COFINS – 3% IRPJ- 15% RGR – 10% ICMS – 17% P&D – 1% TFSEE – 0,5% <b>TOTAL = 47,15%</b>

Fonte: Adaptado de Organização das Cooperativas do Brasil e Abrace, 2005.

Se o Custo total final - CTF corresponde a 100%, subtraímos desde, o somatório das porcentagens dos encargos de cada entidade, resultando na porcentagem referente ao custo de geração - CG.

De acordo com o CG calculado por Freitas, (2006), para determinar-se o valor (R\$) de cada encargo foi aplicada a seguinte fórmula:

<sup>1</sup> Ressalta-se que para exercer as atividades de comércio e beneficiamento do açaí, somente poderão fazê-la a Cooperativa Agrícola. Mesmo assim, serão analisadas as outras duas sociedades, pois como trata-se de um projeto em desenvolvimento, há possibilidade da existência de duas entidades com objetivos diferentes. Uma no beneficiamento e comercialização de produtos agrícolas a outra na geração e venda de energia.

$$\text{Encargo / imposto} = \frac{\text{CG} \times \% \text{ do encargo específico}}{\% \text{ CG}}$$

Posteriormente à identificação dos valores (R\$) de cada encargo/imposto específico para as entidades, para determinarmos o CTF, são somados ao CG (Freitas, 2006) os referidos valores encontrados.

#### 2.4.1. Identificação do Custo da Energia (R\$/kWh)

Os preços da Energia Fornecida serão estabelecidos em R\$/kWh, sendo a compensação integral por todos os custos variáveis de operação, manutenção e administração da usina (MESA, 2004), acrescidos de encargos e impostos.

Para determinação o custo final da energia gerada – CFE, apenas divide-se o CTF pela potência gerada anual, para fatores de carga diferentes, possibilitando uma análise da variação dos preços.

$$\text{CFE} = \frac{\text{CTF}}{\text{Potência gerada anual}}$$

De acordo com os valores encontrados dos custos da energia para fatores de carga diferentes, foi possível a comparação com os preços da energia comercializada no mercado de Manaus, que conforme informações fornecidas por funcionários da Manaus energia, encontra-se na faixa entre R\$ 0,40 e R\$ 0,60 por kWh.

### 3. Resultados e Discussão

Os custos da energia encontrados (R\$/kWh) foram calculados em função do fator de carga. Abaixo estão as curvas que demonstram a variação do custo da energia, em função do fator de carga específico.

Enquanto a Cooperativa Agrícola operando com fator de carga entre 0,65 e 0,95, proporciona o fornecimento dentro da faixa de preço do mercado (Figura 2) e a Cooperativa de Eletrificação pode vender a energia gerada a preço de mercado numa faixa similar de fator de carga (entre 0,6 e 0,9, ver figura 3), o Produtor Independente deve operar com fator de carga a partir de 0,85 para viabilizar a comercialização a preços de mercado.

A situação muda de forma substancial ao se considerar o subsídio da CCC, no valor de 60% do CFT. Neste caso, o preço de mercado poderia ser alcançado no caso de produção independente para valores de fator de carga na ordem de 0,35 (Figura 5).

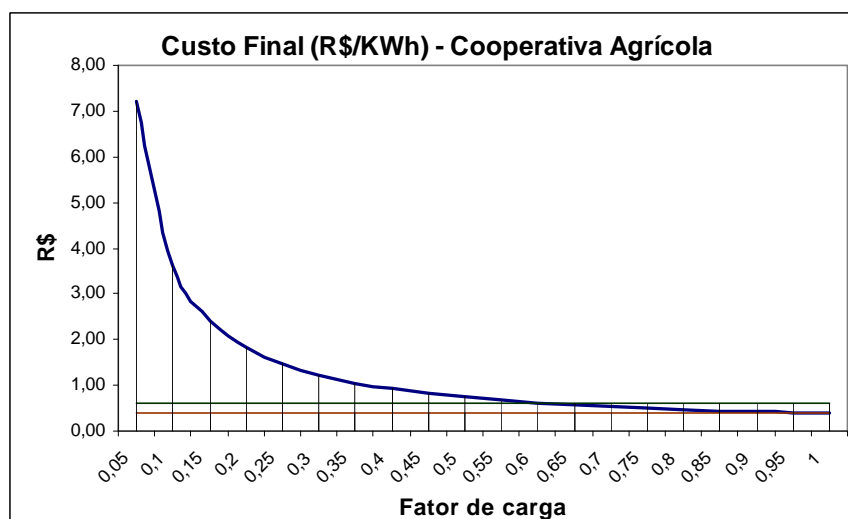


Figura 2 – Curva da Cooperativa Agrícola

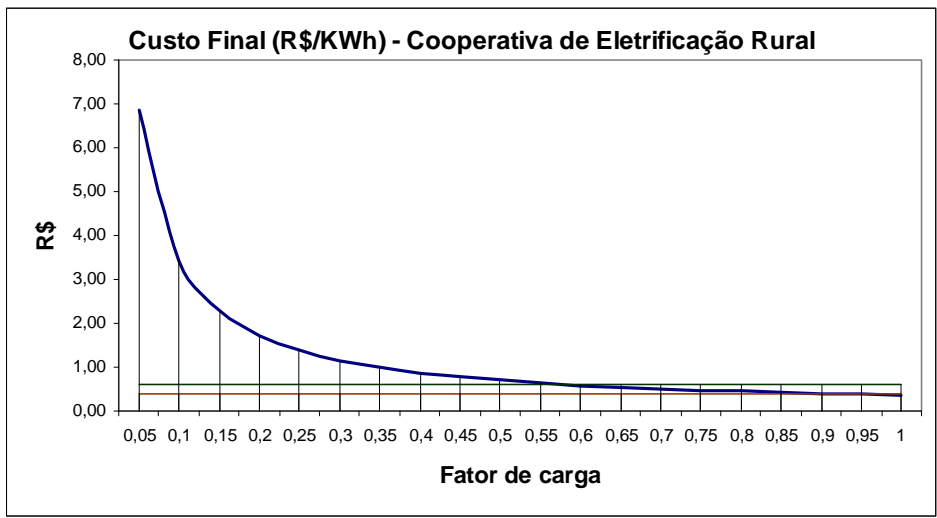


Figura 3 – Curva Cooperativa de Eletrificação Rural

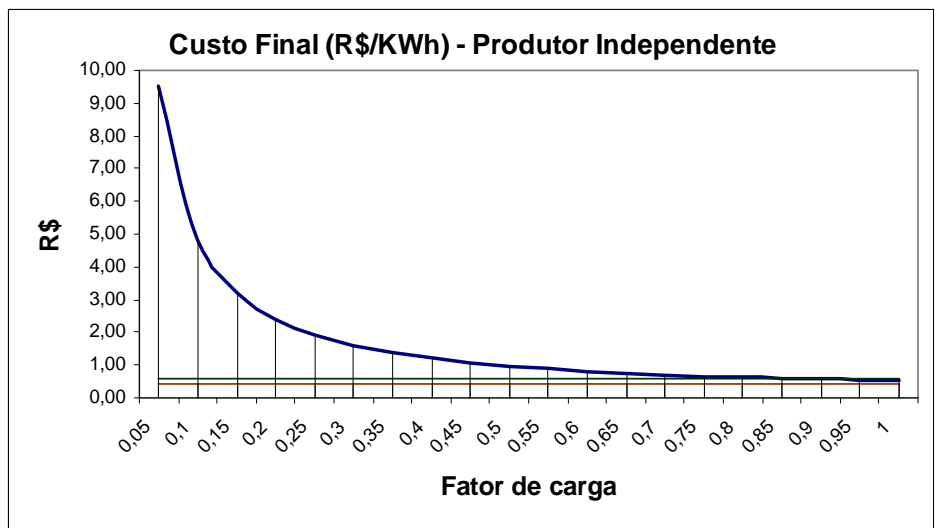


Figura 4 – Curva do Produtor Independente

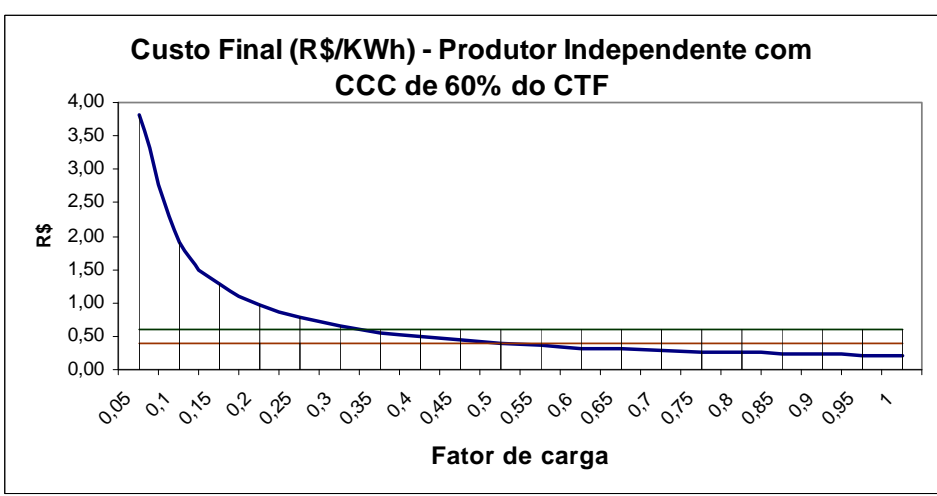


Figura 5 – Curva do Produtor Independente com CCC de 60% do CTF

Para que o Produtor Independente beneficiado com o subsídio do seu custo de capital, neste caso no valor de R\$ 77.229,70, venda a energia gerada na faixa do preço de mercado, operando com fator de carga a partir de 0,65 conforme a Figura 6.

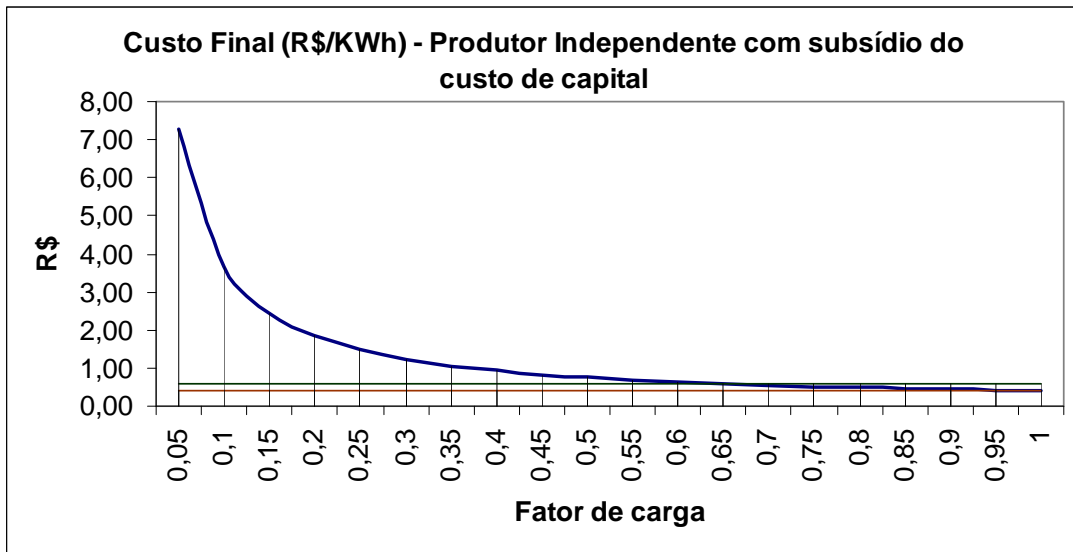


Figura 6 – Curva do Produtor Independente com subsídio do custo de capital.

Abaixo está exposto o gráfico na Figura 7, que compõe as diferentes curvas geradas, possibilitando melhor comparação entre os diversos resultados.

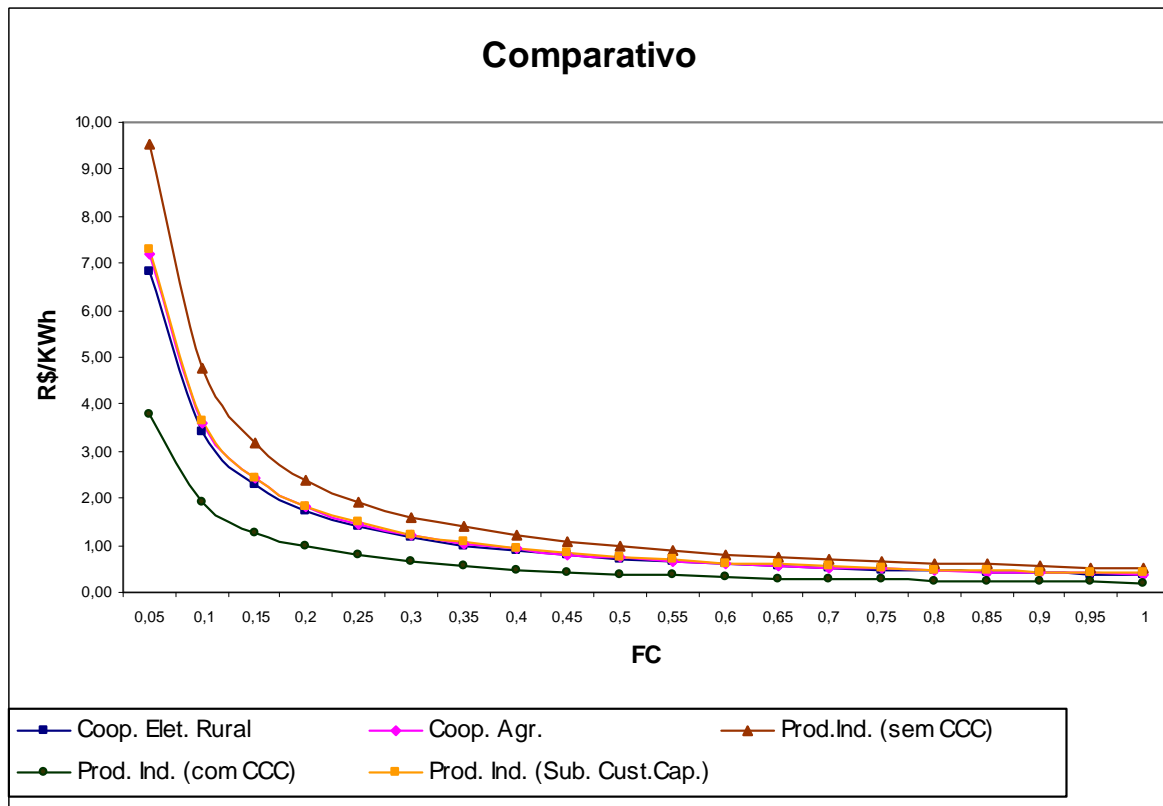


Figura 7 – Gráfico Comparativo entre os custos da energia nas diferentes entidades em função do fator de carga.

Os valores do custo da energia, considerando o fator de carga, para todos os cenários expostos nas figuras acima, podem ser melhores visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Tabela de custo da energia comparativa (em R\$/Mwh)

FC	Coop. Elet. Rural	Coop. Agr.	Prod.Ind. (sem CCC)	Prod. Ind. (com CCC)	Prod. Ind. (Sub. Cust.Cap.)
0,05	6,84	7,20	9,52	3,81	7,28
0,1	3,43	3,61	4,77	1,91	3,65
0,15	2,30	2,42	3,20	1,28	2,45
0,2	1,73	1,82	2,40	0,96	1,84
0,25	1,39	1,46	1,93	0,77	1,48
0,3	1,16	1,22	1,61	0,64	1,24
0,35	0,99	1,05	1,38	0,55	1,06
0,4	0,87	0,92	1,21	0,48	0,93
0,45	0,78	0,82	1,08	0,43	0,83
0,5	0,71	0,74	0,98	0,39	0,76
0,55	0,64	0,67	0,89	0,36	0,69
0,6	0,59	0,62	0,81	0,33	0,63
0,65	0,54	0,57	0,76	0,30	0,58
0,7	0,50	0,53	0,70	0,28	0,54
0,75	0,48	0,50	0,66	0,26	0,51
0,8	0,45	0,47	0,62	0,25	0,48
0,85	0,42	0,44	0,59	0,23	0,46
0,9	0,41	0,43	0,57	0,23	0,44
0,95	0,38	0,40	0,53	0,21	0,41
1	0,37	0,39	0,51	0,20	0,40

Os resultados gerados indicam que o arranjo mais viável economicamente para Cooperativa de Agroenergia, seria a modalidade de Produtor Independente de energia subsidiado com a CCC, pois conforme a Figura 5, a geração pode operar com fatores de carga na ordem de 0,35 para que o custo final da energia esteja compatível ao comercializado no mercado.

Abaixo dessa hipótese esta o Produtor Independente subsidiado no custo de capital, onde a geração deve operar com fator de carga a partir de 0,65 para manter-se dentro do preço de mercado.

Notamos que nessas duas hipóteses aparentemente mais favoráveis, há incidência de subsídios os quais correspondem entre 60% do custo total final do empreendimento.

A hipótese menos atrativa foi a do PIE, atualmente regulamentado pelo Decreto 2003/1996, onde assume maior incidência de encargos e impostos.

Por fim, os resultados do custo da energia gerada pelas cooperativas foram semelhantes, porém mais viável economicamente o da Cooperativa de eletrificação rural, pois para esta modalidade há isenção de PIS/COFINS.

É importante ressaltar que para as cooperativas não foram consideradas a incidência de ICMS e IPI, pois no Estado do Amazonas, através do Programa Zona Franca Verde da Superintendência da Zona Franca de Manaus – Suframa, isenta as cooperativas dos mesmos.

#### 4. Palavras-Chave

Sistemas isolados; cooperativa de agroenergia; preço de energia.

#### 5. Conclusão

Dos cenários expostos conclui-se que:

- Há necessidade de se estabelecer um subsídio para tornar atrativo o mercado de gerações descentralizadas de energia em sistemas isolados, principalmente aquelas que contemplem fontes renováveis de energia.

- A opção pela constituição de um Produtor independente – PIE sem a aplicação de subsídios seria menos viável economicamente, tendo em vista que a unidade geradora em questão terá que



operar com fatores de carga iguais ou superiores a 0,85 para que o custo de sua energia seja compatível com o preço de mercado. Se operar com fato de carga inferior, o custo da energia estará elevado e a venda incorrerá em perdas.

- As cooperativas apresentaram cenários semelhantes, porém a cooperativa de eletrificação rural é mais atrativa economicamente que a cooperativa agrícola, pois a lei concede isenção de PIS/COFINS, que correspondem a 3,65% dos encargos/impostos calculados.

- De todos os cenários analisados e considerando que a hipótese da Cooperativa contempla tanto as atividades agrícolas, como a possibilidade de geração de energia, conclui-se que para um modelo de negócio em energia que contemple atividade de geração de renda à eletrificação rural, a constituição dessa sociedade será a alternativa mais adequada.

- Há necessidade de computar aos custos de geração, os valores assumidos com as licenças ambientais, pois podem muitas vezes inviabilizar a implantação do empreendimento.

## 6. Referências

BEF – Biomass Energy Foudation. **Biomass Gasification Partnership for Rural Electrification in Brazil**. Apresentação comercial, Manaus - AM, 2005.

COOPERATIVA. **O Primeiro Portal Brasileiro do Conhecimento Sobre o Cooperativismo**. 2005

Disponível em: <http://www.cooperativa.com.br/V6/default.asp>.

Acesso em: Agosto de 2005.

FREITAS, K. T. et al. **Custo de geração de energia elétrica em comunidade isolada no Amazonas: estudo preliminar do Projeto NERAM**, Manaus – AM, 2006. (no prelo)

MESA – Manaus Energia S.A. **Termo de Referência nº 01/2004 – Contratação de Suprimento de Energia Elétrica da Modalidade de Produtor Independente de Energia – PIE para atendimento ao mercado da Manaus Energia S/A**. Manaus- AM, 2004.

MME – Ministério de Minas e Energia. **LUZ PARA TODOS – O Programa**. 2005.

PEREIRA, O. S. E FIGUEIREDO, M. G. P. **Da Necessidade de um “Proinfra” para Sistemas Isolados**, Universidade Salvador, Salvador – BA, 2004.

SOUZA, R. C. R. **Projeto Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia – NERAM** . Universidade Federal do Amazonas, Manaus – AM, 2003.

Udaeta, M. E. M; Galvão, L. C. R; Gimenes, A. L. V e Baitelo, R. L. **Avaliação Prévia do PIR para uma Reserva de Desenvolvimento Sustentável**. Anais do X Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro: 1303 – 1313, 2004, a.

\_\_\_\_\_; Burani, G. F. et al. **Planejamento Integrado de Recursos Energéticos para Região do Médio Parapanema**. Anais do X Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro: 1314, 2004, b.

XAVIER, D.J.C. et al. **O beneficiamento do açaí no Modelo de Negócio de Energia Elétrica em Comunidades Isoladas na Amazônia – NERAM**. Manaus – Am, 2006. (no prelo)