

INCENTIVOS AO USO DE BIOMASSA PARA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE NA AMAZÔNIA

Rubem Cesar Rodrigues Souza

Eyde Cristianne Saraiva dos Santos

A geração de energia elétrica a partir do uso de matérias-primas renováveis, dentre elas a biomassa, vem despertando grande interesse devido não somente às crescentes exigências relacionadas à preservação do meio ambiente, como também pelos seus custos que tendem a se tornar cada vez mais competitivos.

No cenário brasileiro, a produção e utilização de biomassa para fins energéticos pode apresentar resultados mais significativos (do ponto de vista ambiental e estratégico) no contexto dos sistemas elétricos isolados, principalmente aqueles que se encontram na Região Amazônica. Tal fato reside na existência de um número expressivo de pequenas comunidades que se caracterizam por apresentarem pequenas demandas e encontrarem-se bastante distantes dos centros urbanos ou em locais de difícil acesso.

No Estado do Amazonas o percentual da população atendida por energia elétrica atinge atualmente 71,4% da população total. A população não atendida (28,6% do total) corresponde basicamente à parcela que vive em pequenas localidades isoladas no interior do estado e a demanda reprimida nas sedes dos municípios.

O plantio sustentável com vistas a atender demandas energéticas seja para produção de eletricidade ou calor, configura-se em alternativa impactante positivamente, quando analisado sob a ótica das emissões de gases de efeito estufa.

Neste trabalho procura-se, portanto, evidenciar as oportunidades para utilização de biomassa como fonte geradora de eletricidade para atendimento de forma descentralizada.

1. METODOLOGIA

Primeiramente fez-se a caracterização da Região Amazônica Isolada. Em seguida fez-se uma avaliação das oportunidades para o Brasil com os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo tendo como base relatórios técnico-científicos e artigos. Para a discussão do item "Instrumentos regulatórios para incentivo as fontes renováveis e mais especificamente a Biomassa" utilizou-se a legislação vigente no país. O estudo para a produção de biomassa lenhosa para fins energéticos foi feito mediante dados de produção e densidade de espécies selecionadas publicados nos relatórios técnicos do Projeto de P&D "Alternativas para o suprimento de energia elétrica de comunidades isoladas na Amazônia –

Fase I: Biomassa¹”, do qual os autores desse artigo fizeram parte da equipe de pesquisadores. Por fim alguns dados utilizados no item “Estudos sobre o aproveitamento de biomassa para geração de energia elétrica” foram obtidos no âmbito da primeira etapa do projeto “Comunidades Ribeirinhas²”.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Panorama da Região Amazônica Isolada

A Amazônia é formada por diversos ecossistemas naturais com uma alta diversidade florística e faunística, detendo a maior rede hidrográfica do mundo, com potencial para produção de energia hídrica. O deslocamento de uma cidade para outra quase sempre é feito via fluvial, devido a não existência de estradas. Os cursos d’água e a vegetação exuberante ostentada nos ecossistemas, também se constituem em barreiras físicas para as linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica.

A Região Amazônica Isolada compreende 213 municípios, totalizando 3.059.508,0 km², o que equivale a 59,9% da área da Amazônia Legal e 35,8% do território brasileiro. O aspecto mais importante relacionado a esta região é o fato dos municípios estarem desconectados do Sistema Elétrico Interligado (SILVA e CAVALIERO, 2001).

Nos sistemas isolados a principal forma de fornecimento de energia elétrica para populações das sedes municipais tem sido a geração térmica usando óleo Diesel. Nas comunidades dispersas predominam os sistemas motor-gerador a Diesel, doados as comunidades pelas prefeituras municipais.

MACHADO e SOUZA (2003) comentam que “as condições para utilização do potencial hídrico regional passaram a ser criadas a partir de 1934 quando o poder público passou a deter a propriedade sobre as quedas d’águas e a regular seu uso, através do Código das Águas”, mas a construção de barragens, foi realizada principalmente nas décadas de 70 e 80.

Algumas capitais e municípios também contam com uma contribuição da geração hidroelétrica. No estado do Amazonas a Hidrelétrica de Balbina (250 MW) atende a demanda de Manaus, capital do estado, e do município de Presidente Figueiredo no interior do estado. Em Rondônia a Hidrelétrica Samuel (216 MW) atende Porto Velho e no Amapá a Hidrelétrica Coaracy Nunes (40 MW) atende Macapá.

¹ Esse projeto foi financiado pela empresa Manaus Energia S/A.

² A etapa de cadastramento (localização e levantamento do perfil sócio-econômico e energético) foi desenvolvida pelo Núcleo de Eficiência Energética (NEFEN) da Universidade Federal do Amazonas, contratado pelo Centro de Pesquisa da Eletrobrás – CEPEL.

O óleo Diesel, além de ser uma fonte poluidora, precisa ser subsidiado em 70% em média, gerando um déficit relacionado com a geração de eletricidade coberto por todos os consumidores de energia elétrica do país por intermédio da Conta de Consumo de Combustível - CCC. Vale salientar, entretanto, que a Lei 10.438 de 26 de abril de 2002, estabelece o fim da CCC no ano de 2022. Fica evidente que a extinção da CCC provocará um impacto muito grande nas tarifas comprometendo sobremaneira o desenvolvimento sócio-econômico regional, caso não se busque alternativas para transformar de maneira significativa o parque gerador existente.

2.2 Oportunidades para o Brasil com os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo

Os Mecanismos de Desenvolvimento Limpo - MDL, se apresentam como instrumento importante para garantir a captação de recursos financeiros adicionais, através da certificação de projetos de redução de emissões de CO₂ e a posterior venda de certificados para serem utilizados pelos países desenvolvidos como modo suplementar para cumprirem suas metas de redução de gases de efeito estufa.

MOTA *et al.* (2000) reportam que os setores, florestal e de energia brasileiro, oferecem oportunidades para projetos de MDL no Brasil. MIGUEZ (2000) afirma que na implementação dos projetos, há possibilidade de transferência de tecnologia e de recursos externos de empresas de países do Anexo I (União Européia e os 38 países que o compõem), interessados nos certificados de redução.

O “Estudo de viabilidade da substituição do óleo Diesel por óleo vegetal nos sistemas elétricos isolados da Amazônia” desenvolvido por SOUZA e SANTOS (2003), teve como objetivo simular um projeto de MDL, reduzindo as emissões de CO₂ provenientes do óleo Diesel utilizado para produção de eletricidade na região Amazônica através da substituição do Diesel por óleo do dendzeiro (*Elaeisis guineensis* Jack) e reduzir o tempo para domínio da tecnologia limpa, através do aporte de recurso financeiro adicional, advindo dos créditos de carbono.

As estratégias adotadas para esse estudo foram: nos dois primeiros anos seria misturado o óleo de dendê ao Diesel, na proporção de 1 para 10. No terceiro e quarto ano essa proporção seria de 2 para 10. A partir do quinto ano até o décimo segundo a proporção seria de 3 para 10. Dessa forma, garantia-se o crescimento gradativo da oferta de óleo vegetal necessário para atender a demanda. Além disso, no horizonte dos 12 primeiros anos, o óleo vegetal seria utilizado sem provocar danos nos equipamentos já usados pela concessionária. Assumiu-se ainda, que ao final do décimo segundo ano, a concessionária já teria domínio da tecnologia de óleo vegetal podendo modificar todo o parque térmico. Deve-se

ressaltar que foram previstos investimentos em P&D com o intuito de obter o domínio tecnológico desejado.

O cenário após o projeto seria: a substituição do óleo Diesel por óleo vegetal; geração de emprego direto (725.131) e/ou aumento da renda familiar; domínio da tecnologia limpa; mitigação de 15.896.081 t CO₂ no período de 21 anos.

Adotando a metodologia do IPCC (descrita por MANNING e NOBRE, 2001), obteve-se US\$ 63.584.326,90 em créditos de carbono, quando se assumiu a cotação de US\$ 4/t CO₂ e 21 anos de projeto.

A análise de viabilidade econômica conforme SOUZA e SANTOS (2003) mostrou os seguintes resultados:

- Sem os créditos de carbono: taxa interna de retorno – TIR anual de 15%, assumindo uma taxa mínima de atratividade anual - TMA de 14%, o valor presente líquido foi de US\$ 93.259.639,85 e o investimento inicial adicional em P&D da ordem de US\$ 1.174.106,52 ao longo de 12 anos;
- Com os créditos de carbono: taxa interna de retorno – TIR anual de 15,1%, assumindo uma taxa mínima de atratividade anual – TMA de 14%, o valor presente líquido foi de US\$ 104.926.399,58. Caso os recursos provenientes dos créditos de carbono fossem investidos na pesquisa, isso significariam um aporte adicional de US\$ 10.627.944,46 ao longo de 12 anos. O que significaria aumentar em dez vezes o investimento próprio da concessionária em P&D.

No artigo “Emissões de poluentes e seqüestro de carbono na geração termelétrica no interior do Estado do Amazonas”, SANTOS *et al.* (2002) consideram a entrada do gás natural na matriz energética do estado, realizando um estudo comparativo entre a geração a Diesel e a gás natural, sob a ótica das emissões de poluentes, assim como a demanda de cobertura vegetal necessária para seqüestrar o carbono emitido pelas fontes não renováveis citadas. Para o consumo³ de 136.485.082 kg/ano óleo Diesel foi teoricamente emitidas 164.829 tC/TJ. Para seqüestrar essas emissões seriam necessárias 492 ha de floresta primária, ou 646 ha de floresta secundária, ou 931 ha de pastagem, ou ainda 1.319 ha de cobertura tipo agricultura típica. Notadamente as áreas demandadas pela floresta primária são menores que as demais comunidades vegetais, pois esse tipo de vegetação tem uma maior capacidade de armazenar o carbono – C, uma vez que não é manejada enquanto as outras estão em processo de recomposição ou são freqüentemente alteradas pelo manejo.

Esses estudos evidenciam as oportunidades para seqüestrar o carbono e, portanto, captar recursos financeiros adicionais através de MDL.

³ Ano base 2000 (Fonte: Boletim Estatístico de Mercado da CEAM, 2000).

Existe uma grande preocupação quanto aos custos com o processo de aprovação dos projetos em discussão, o que representa barreira significativa para projetos de pequena escala. É exatamente nesse contexto que os chamados procedimentos simplificados (*Fast-track*) do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, incluído no Acordo de Bonn, se inserem.

Segundo Oliveira *et al* (2002) “O Conselho Executivo do MDL desenvolverá e recomendará, até a COP 8⁴, modalidades e procedimentos simplificados para:

- a) *Projetos de energia renovável com uma capacidade máxima da ordem de até 15 MW (ou equivalente apropriado);*
- b) *Projetos de eficiência energética, que reduzam o consumo na oferta e/ou na demanda, até o equivalente a 15 GWh/ano;*
- c) *Outras atividades de projeto que, concomitantemente, reduzam as emissões antropogênicas e emitam diretamente, por ano, menos que 15 kt de CO₂ equivalente”.*

Dessa forma, abre-se a perspectiva de pequenos negócios com fontes renováveis de energia valendo-se do MDL.

2.3 Instrumentos Regulatórios para Incentivo as Fontes Renováveis e mais especificamente à Biomassa

Na Amazônia, o índice de eletrificação rural é muito baixo, com percentuais de não-atendimento superiores a 80% das propriedades rurais. A necessidade de eletrificação dessas comunidades isoladas induz a necessidade de investimentos em estudos de alternativas energéticas ambientalmente corretas.

Nesse cenário, o aproveitamento de resíduos de biomassa, óleo vegetal ou biomassa lenhosa na geração de energia elétrica poderá contribuir para a diminuição da demanda de óleo Diesel, e conseqüentemente para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa de origem fóssil, além de aumentar a disponibilidade energética, incrementando também a atividade econômica local.

A crise no setor energético brasileiro nos anos de 2001/2002 criou oportunidades para a proposição de ações que podem contribuir para o desenvolvimento sustentável desse setor. A Lei 10.438, publicada em 26 de abril de 2002 instituiu o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – Proinfa, o qual, entre outros objetivos, visa a expansão da oferta de energia renovável por meio da concessão de um incentivo financeiro satisfeito mensalmente com recursos da Conta de Desenvolvimento Energético – CDE, calculado pela diferença entre o valor econômico correspondente à tecnologia específica de cada fonte, valor este a ser definido pelo Poder Executivo, mas tendo como piso 80% da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final, e o valor recebido da Eletrobrás. As fontes de energia contempladas pelo Proinfa são: eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa.

⁴ Oitava Conferência das Partes.

A primeira etapa do Proinfa prevê a implantação de 3.300 MW de capacidade, em instalações de produção com início de funcionamento previsto para até 30 de dezembro de 2006, assegurando a compra de energia a ser produzida no prazo de 15 anos, a partir da data de entrada em operação definida pelo contrato.

Atingida a meta de 3.300 MW, na segunda etapa, o desenvolvimento do programa será realizado de forma que as fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa atendam a 10% do consumo anual de energia elétrica no país, objetivo a ser alcançado em até 20 anos, incorporando os prazos e resultados da primeira etapa.

A Lei 10.438 estabelece ainda, que os recursos máximos a serem destinados as fontes renováveis não deverão ultrapassar 30% do recolhimento anual da CDE, dessa forma condicionando o enquadramento de projetos e contratos a prévia verificação, junto a Eletrobrás, de disponibilidade de recursos.

Apesar do significativo incentivo que o Proinfa poderá proporcionar ao uso de biomassa, tal programa só se aplica ao sistema interligado nacional, deixando de fora, portanto, boa parte dos consumidores da região amazônica atendidos pelos denominados sistemas elétricos isolados.

Outro instrumento regulatório a ser considerado é a Resolução nº. 784, de 24 de dezembro de 2002. Esta estabelece as condições e prazos para a sub-rogação dos benefícios do rateio da Conta de Consumo de Combustíveis - CCC em favor de titulares de concessão ou autorização de empreendimentos que substituam derivados de petróleo ou que permitam a redução do dispêndio atual ou futuro da CCC nos sistemas elétricos isolados.

Tal Resolução contempla as seguintes fontes de energia: todo e qualquer aproveitamentos hidrelétricos, eólica, solar, biomassa e gás natural. Além disso, os seguintes empreendimentos, também podem ser beneficiados através da Resolução 784: sistemas de transporte de gás natural, projeto de efficientização de central termelétrica ou de troca de combustível.

Vale ressaltar que os benefícios previstos serão pagos mensalmente, sendo que o primeiro pagamento ocorrerá no mês subsequente à entrada em operação comercial do empreendimento ou da autorização do benefício, ou o que ocorrer por último. Tal condição impõe um entrave quanto ao custo de capital necessário para viabilizar o empreendimento, haja vista que não foram criadas linhas específicas de financiamento para investidores que pretendam gerar energia elétrica a partir de fontes renováveis, ficando estes, portanto, dependentes das atuais condições de financiamento, que se mostram pouco atrativas.

Muito embora a Resolução 784 tenha sido publicada recentemente em 24 de dezembro de 2002, deve-se lembrar que a mesma consiste em uma reedição de outra Resolução que está em vigor a mais de 2 (dois) anos e que não foi capaz de induzir o surgimento de quantidade significativa de projetos na região Amazônica.

É oportuno lembrar que a Lei 10.438 também estabelece a compulsoriedade da universalização do serviço de energia elétrica, cujos prazos e metas estão sendo regulamentados pela Agência Nacional de Energia Elétrica, devendo a Resolução ser publicada até abril do corrente ano. Sendo assim, e considerando-se as características das populações não atendidas residentes na região Amazônica, é provável que outros programas sejam lançados incentivando o uso de fontes renováveis de energia.

2.4 Aproveitamento de Biomassa para Geração de Energia Elétrica

2.4.1 Produção de Biomassa Lenhosa para Fins Energéticos

Esse estudo procurou contabilizar a produção de lenha e geração de energia a partir de biomassa lenhosa visando encontrar solução factível para o suprimento energético de comunidades isoladas na Região Amazônica.

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos no relatório final do Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento “Alternativas para o suprimento de energia elétrica de comunidades isoladas na Amazônia – Fase I: Biomassa”, do qual os autores fizeram parte da equipe de pesquisa. O projeto foi coordenado pelo Instituto de pesquisas da Amazônia – INPA e contou com a parceria da Universidade Federal do Amazonas – UFAM (através do Núcleo de Eficiência Energética – NEFEN), e da Empresa de Pesquisa Agropecuária – Embrapa.

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Caldeirão - Embrapa, localizada no município de Iranduba-AM. Foram estudadas sete espécies florestais potenciais para produção de lenha (*Acácia mangium*, *Acácia auriculiformis*, *Gmelina arbórea*, *Ingá edulis*, *Tachigali chrysophyllum*, *Ormosia paraensis* e *Piranhea trifoliata*). Notadamente, a *A. mangium* e *A. auriculiformis*, destacaram-se frente às outras espécies por apresentarem alta produção de biomassa.

Na Tabela 1 são apresentados os dados de custo da lenha, produtividade e densidade das espécies *A. mangium* e *A. auriculiformis*. No item produtividade, a *A. mangium* destacou-se por produzir mais biomassa que *A. auriculiformis*, porém esta última apresentou densidade superior a primeira. Com relação ao custo da lenha por unidade de energia, *A. mangium* apresentou custo inferior

(US\$ 0,86/GJ⁵) ao obtido com a produção da *A. auriculiformis* (US\$ 1,31/GJ). Atualmente o custo da lenha por unidade de energia em São Paulo é de US\$ 1,16/GJ (CGEE, 2002). Resultado pouco superior foi relatado por MACEDO (2001) ao analisar estudos desenvolvidos pela CHESF em 1993, o qual indicava o custo médio para produção de madeira da ordem de US\$ 1,36/GJ. Enquanto isso nos Estados Unidos são desenvolvidos programas de biomassa objetivando atingir, nos próximos 20 anos, custos entre 1,5 e 2,0 US\$/GJ para produção de madeira. Dessa forma, fica evidente que os custos de produção da madeira no Brasil são muito baixo. Porém, o custo da lenha de *A. mangium* produzida no Amazonas é extremamente atrativo.

Tabela 1. Custos para produção de lenha.

Espécies	Produtividade da Lenha (kg/há)*	Custo da Lenha (US\$/kg)	Densidade da Lenha (kg/m ³)*	Custo da Lenha (US\$/m ³)	Custo da Lenha por Unidade de Energia (US\$/GJ)
<i>Acacia mangium</i>	104.813	0,02	610	10,35	0,86
<i>Acacia auriculiformis</i>	67.528,42	0,03	660	17,39	1,31

*Fonte: DUZAT *et al.* (2002).

Na Tabela 2 são apresentados os dados da quantidade de energia térmica produzida a partir da lenha. A *A. mangium* destacou-se sobre a *A. auriculiformis* na quantidade de energia produzida por hectare, apesar do poder calorífico da *A. auriculiformis* ser superior ao da *A. mangium*. A produtividade foi o fator determinante para esse resultado.

Tabela 2. Quantidade de energia térmica.

Espécies	Poder Calorífico da Lenha (MJ/kg)*	Quantidade da Energia por hectare/ano (MJ)	Quantidade da Energia por hectare/ano (kcal)
<i>Acacia mangium</i>	19,70	2.064.816,10	4,93E+08
<i>Acacia auriculiformis</i>	20,10	1.357.321,24	3,24E+08

*Fonte: SANTOS e SOUZA (2002).

Esses dados demonstram que o preço da lenha produzida em plantações energéticas comerciais pode ser extremamente baixo na Amazônia, já sendo baixo no sul do país. Com o decréscimo dos custos de produção da lenha e a

⁵ A taxa de câmbio do dólar americano considerado nesse trabalho foi de R\$ 3,30.

consolidação de pesquisas tecnológicas em andamento, no curto prazo pode-se pensar na competitividade real entre tecnologias que façam uso de biomassa lenhosa e aquelas tradicionalmente utilizadas no país para produção de eletricidade.

2.4.2 Custo da energia para o consumidor

- Universo da pesquisa, parâmetros assumidos.

Os resultados apresentados e discutidos a seguir são frutos principalmente de dados obtidos através de projetos de pesquisa e extensão realizados, nos últimos três anos, pelo **Núcleo de Eficiência Energética – NEFEN da Universidade Federal do Amazonas**.

Procurou-se inicialmente determinar o perfil de consumo de energéticos de moradores isolados da região Amazônica. Em seguida verificou-se qual o nível máximo e mínimo de consumo de eletricidade, para então, considerando-se o custo de geração, verificar o custo mensal com eletricidade produzida a partir de biomassa lenhosa utilizando o processo de gaseificação. O perfil de consumo foi realizado com base nos dados obtidos junto ao projeto "Comunidades Ribeirinhas". Os resultados estão sistematizados na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição percentual de domicílios por fonte de energia que pode ser substituída pela eletricidade.

Fonte	Percentual (%)
Vela	65,63
Pilha	94,53
Querosene	8,59
Óleo Diesel	70,31
Bateria	42,19

Fonte: Elaboração própria.

O total de grupos domésticos - GD⁶ considerados foi de 594 (quinhentos e noventa e quatro) distribuídos em 9 (nove) municípios do estado do Amazonas, quais sejam: Itapiranga, Autazes, Manaquiri, Itacoatiara, Manacapuru, São Sebastião do Uatumã, Iranduba, Novo Airão e Silves.

Os GD's estão localizados em comunidades que não possuem eletricidade, comunidades que possuem um pequeno grupo gerador doado pela prefeitura e mantido por eles próprios e moradores isolados. Nos resultados apresentados na tabela 3 não é feita diferenciação com relação à localização mencionada dos GD's.

Verifica-se, na Tabela 3, que as fontes de energia que podem ser substituídas pela eletricidade são destinadas em sua grande maioria à iluminação (vela,

⁶ Grupo doméstico: agrupamento de pessoas, que mantenham laços familiares ou não, e que residam em uma mesma moradia.

querosene e óleo diesel) e outras para entretenimento e informação como a pilha (rádio) e a bateria (rádio e televisão).

O custo médio mensal com os energéticos que podem ser substituídos pela eletricidade é de aproximadamente R\$ 12,00. O menor custo mensal obtido foi de R\$ 6,00 e o maior foi de R\$ 22,11.

As fontes de energia utilizadas nas residências que apresentaram o menor custo com energéticos são as seguintes: vela e óleo Diesel para iluminação e pilha para rádio. Por outro lado, as fontes mais utilizadas em residências que apresentaram o maior custo com energéticos são: vela e diesel para iluminação, pilha e bateria para rádio e televisão.

A partir desses dados procurou-se estabelecer os níveis máximo e mínimo de consumo de eletricidade.

Para o nível mínimo de consumo considerou-se uma carga de 19 W sendo constituída por 2 (duas) lâmpadas de 9 W e um rádio de 10 W, carga essa compatível com os usos finais verificados. Considerando-se o funcionamento diário da iluminação e do rádio por 6 (seis) horas, levando a um consumo mensal de aproximadamente 5 kWh, fixando-se este, portanto, como o nível mínimo de consumo.

Para o nível máximo de consumo considerou-se uma carga de 64 W constituída por 3 (três) lâmpadas de 9 W, 1 (um) rádio de 10 W e 1 (uma) televisão de 45 W. Considerando-se que tais cargas funcionassem durante 6 (seis) horas por dia o consumo mensal seria de 14,76 kWh, sendo razoável, portanto, que o maior nível de consumo fosse assumido como 15 kWh/mês.

Existem, nos centros eletrificados, os consumidores denominados “baixa renda” que são aqueles que consomem mensalmente até 30 kWh. Resolveu-se, portanto, verificar o custo com energia elétrica também para consumidores que se enquadrassem nesse nível de consumo.

- Custo com energia elétrica mensal para o consumidor

Após estabelecer o nível máximo e mínimo de consumo verificou-se o custo mensal com eletricidade para o consumidor. Para tal considerou-se a produção de eletricidade sendo feita através de um gasogênio a carvão vegetal de 10 kVA, com o carvão produzido a partir da *A. mangium*. A Tabela 4 mostra o custo de geração sem incentivos e com os incentivos dos créditos de carbono e da sub-rogação da CCC, bem como, os valores a serem pagos pelos consumidores para diferentes níveis de consumo.

Verifica-se que o incentivo da sub-rogação da CCC é mais significativo sobre o custo de geração que os créditos de carbono, não sendo, no entanto, desprezível este último. Outro fato importante a ser observado diz respeito ao valor mensal a ser pago pelo consumidor com eletricidade que varia entre R\$ 3,82 e R\$ 0,64 mesmo sem incentivo, sendo sempre inferior ao menor custo mensal verificado atualmente com energéticos que podem ser substituídos pela eletricidade.

Tabela 4. Custo de geração com e sem incentivos para diferentes níveis de consumo.

Tecnologia/ Incentivos	Gaseificação	Gaseificação e Créditos de Carbono	Gaseificação e subsídios da Sub-rogação da CCC	Gaseificação, subsídios da Sub-rogação da CCC e Créditos de Carbono
Custo de geração (R\$/MWh)	127,31	90,92	125,60	89,21
30 kWh	3,82	2,73	3,77	2,68
Maior (15 kWh)	1,91	1,36	1,88	1,34
Menor (5 kWh)	0,64	0,45	0,63	0,45

Fonte: Elaboração própria.

Percebe-se, portanto, que em todos os casos o consumidor teria condições, em tese, de pagar o valor estipulado, já que em todas as situações simuladas, o custo mensal com eletricidade é inferior ao menor custo verificado com energéticos que poderiam ser substituídos por eletricidade (R\$ 6,00).

Vale ressaltar, no entanto, dois aspectos. O primeiro refere-se ao fato do morador isolado não dispor normalmente de dinheiro em espécie, sendo comum à aquisição de bens e serviços através da sistemática de troca. O segundo aspecto a ser observado é quanto o elevado grau de inadimplência dos consumidores classificados como baixa renda que atualmente verifica-se nas áreas já atendidas, onde a princípio, o poder aquisitivo é mais elevado do que o de moradores isolados.

Tais questões exigem uma abordagem diferenciada com relação à sistemática de gestão de tais sistemas.

3 CONCLUSÃO

O trabalho apresentado deixa claro que oportunidades existem para o aproveitamento energético da biomassa no contexto nacional e principalmente no contexto amazônico, podendo essa fonte contribuir de maneira significativa para reduzir sobremaneira o déficit no suprimento elétrico regional. Futuramente com a ratificação do Protocolo de Quioto, o Brasil poderá ter um avanço significativo em tecnologia e desenvolvimento financiado por projetos que se enquadrem no MDL. No tocante a Resolução 784 considera-se oportuno que a ANEEL passe a considerar o incentivo para os custos totais de implantação e não somente da compra e instalação do equipamento de geração, aumentando a competitividade de fontes renováveis que apresentam custos significativos para a produção de energético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, Lei Nº 10.438, de 26 de abril de 2002, disponível em: www.aneel.gov.br.
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, Resolução Nº 784, de 24 de dezembro de 2002, disponível em: www.aneel.gov.br.
- CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2002) Prospecção em Energia no Brasil.
- DUZAT, R.M; SOUZA, R.C.R; AZEVEDO, A.C.; AZEVEDO, C.P.; SANTOS, E.C.S.; SOUZA, C.M. (2002) Relatório do Projeto Alternativas para o Suprimento Energético em Comunidades Isoladas na Amazônia, Manaus.
- MACEDO, I.C. (2001) Geração de Energia Elétrica a Partir de Biomassa no Brasil: situação atual, oportunidades e desenvolvimento, Documento Técnico do Ct-energ, Brasília.
- MACHADO, J.A.C; SOUZA, R.C.R. (2003) Fatores Determinantes da Construção de Hidrelétricas na Amazônia: Bases para Exigência de Indenização. In: Seminário Internacional – Problemática do Uso Local e Global da água da Amazônia. UFPA- NAEA, UNESCO, Belém/PA-Brasil.
- MELO JR., A.C.; SOUZA, F.C.R.; SOUZA, R.C.R. (2002) Avaliação Técnico-econômica do Suprimento de Eletricidade com Gasogênio na Comunidade Apóstolo Paulo, Manacapuru-AM. Anais, IX Congresso Brasileiro de Energia – CBE, Volume I, Rio de Janeiro.
- MIGUEZ, J. D. (2000) O Brasil e o Protocolo de Kioto, Cenbio Notícias, Ano 3, nº 8.
- MOTA, R.S; FERRAZ, C; YOUNG, C.E.F.; AUSTIN, D; FAETH, P. (2000) Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e o Financiamento do Desenvolvimento Sustentável no Brasil, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Rio de Janeiro.
- OLIVEIRA, A. S. (2002) Modalidades e Procedimentos Simplificados do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e a Eletrificação Residencial Rural Baseada em Projetos de Geração de Energia Renovável em Pequena Escala. Anais, AGRENER, 4º Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas.
- SANTOS, E.C.S; SOUZA, R.C.R. (2002) Avaliação de Biomassa para uso Energético na Indústria Oleira no Município de Iranduba, Estado do Amazonas, Brasil: um estudo um caso. Anais, AGRENER, 4º Encontro de Energia no Meio Rural, Campinas.
- SANTOS, E.C.S; SOUZA, R.C.R; MACÊDO, H. (2002) Emissões de Poluentes e Seqüestro de Carbono na Geração Termelétrica no Interior do Estado do Amazonas. Anais, IX Congresso Brasileiro de Energia – CBE, Volume I, Rio de Janeiro.
- SILVA, E.P; CAVALIERO, C.K.N. (2001) Regulação Energética e Meio Ambiente: Propostas para Região Amazônica Isolada. NIPE, Campinas.

SOUZA, R.C.R; SANTOS, E.C.S. (2003) Estudo de Viabilidade da Substituição do Óleo Diesel por Óleo Vegetal nos Sistemas Elétricos Isolados da Amazônia, a Luz dos Créditos de Carbono. Prelo.