

ENERGIAS RENOVÁVEIS

UTILIZAÇÃO DE SIG PARA CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA ENERGÉTICA NA ILHA DO MARAJÓ-PA PARA FINS DE ATENDIMENTO DE COMUNIDADES ISOLADAS

Pedro Renan Negrão Miranda – pedrorenanm@gmail.com
Universidade do Estado do Pará

Hallan Max Silva Souza – hallanmx@ufpa.br
Universidade Federal do Pará

João Tavares Pinho – jtpinho@ufpa.br
Universidade Federal do Pará

Resumo: As comunidades geograficamente isoladas das sedes municipais da Ilha do Marajó enfrentam grandes problemas no que concerne à disponibilidade de energia elétrica. O governo enfrenta grandes problemas para disponibilizar eletricidade para essas comunidades devido às barreiras naturais impostas pelo bioma amazônico, que encarecem o fornecimento tradicional de energia. Este problema ocasionou a utilização de tecnologias que utilizam combustíveis fósseis, que são pouco eficientes e com custos elevados quando se consideram as rendas familiares da região. A biomassa é uma fonte energética renovável que pode gerar grandes benefícios socioambientais para o Arquipélago do Marajó, por ser encontrada em abundância na ilha. Este trabalho apresenta três mapas elaborados a partir de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Dois são referentes à biomassa, e mostram os tipos de resíduos vegetais gerados na ilha e as plantas oleaginosas presentes na mesma, que podem ser aproveitados como fontes de geração de energia menos poluente e mais barata. O terceiro mapa apresenta os tipos de indústrias existentes na região, que possivelmente sejam as responsáveis por boa parte da geração dos resíduos de origem vegetal no Marajó. Este artigo é um dos produtos do projeto: “Levantamento e Caracterização das Potencialidades e Necessidades Energéticas da Ilha do Marajó, Estado do Pará”, elaborado pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Energias Renováveis e Eficiência Energética da Amazônia.

Palavras-chave: Biomassa, Sistemas de informações geográficas, Energias renováveis, Ilha do Marajó, Sistemas Isolados.

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é composto por uma rede de usinas geradoras e linhas de transmissão de energia elétrica que abastece o Brasil, sendo caracterizado por um sistema hidrotérmico de grande porte, e qualquer sistema de energia não

conectado ao mesmo é caracterizado como um sistema isolado (PINTO, 2014). Os sistemas isolados destinam-se à eletrificação de zonas ainda não eletrificadas em que existam cargas domésticas ou profissionais (MONTEIRO, 1997).

O modelo de fornecimento energético do Brasil é feito basicamente através de hidrelétricas que respondem por aproximadamente 63 % da matriz energética nacional de eletricidade, sendo boa parte desta geração direcionada ao SIN, que não atende toda a Região Amazônica, tornando parte de seu meio rural dependente de sistemas isolados (VIEIRA & PEDROZO, 2015).

Apenas 3,4 % da capacidade produtiva de energia do país não estão atrelados ao SIN, afirma Pinto (2014), sendo que, deste percentual, 99 % encontram-se na Amazônia, afirmam Vieira & Pedrozo (2015).

As fontes de energia majoritárias do sistema energético nacional e sua infraestrutura encarecem o processo de interligação na Região Amazônica, diz Nagaishi (2007), obrigando, assim, as comunidades isoladas do SIN a utilizarem, em geral, sistemas com geradores a diesel, que são tecnologias ineficientes e com custos elevados, graças à logística de obtenção do combustível e à manutenção do equipamento dentro do contexto amazônico, explicam Coelho *et al* (2004).

Souza *et al* (2013) explicam que a Ilha do Marajó, localizada no bioma amazônico, é formada por dezesseis municípios, dos quais três – Breves, Portel e Bagre – estão conectados ao SIN e são alimentados pela hidrelétrica de Tucuruí, sendo o restante atendido por termelétricas. Entretanto, apesar das sedes municipais na ilha obterem eletricidade a partir da concessionária, o meio rural das mesmas encontra-se excluído desse fornecimento devido aos obstáculos que o bioma amazônico apresenta.

O contexto heterogêneo das regiões brasileiras comprova a importância de se utilizarem tecnologias alternativas para geração de energia a partir de fontes renováveis. Esta afirmação diz respeito principalmente à Região Amazônica, pois além de ser uma das regiões mais carentes do país, apresenta condições naturais e topográficas que muitas vezes dificultam e encarecem a distribuição convencional de energia (VIEIRA & PEDROZO, 2015).

Uma das tecnologias alternativas consiste no aproveitamento da Energia da Biomassa, que é aquela derivada da matéria viva, como os grãos, as árvores e as plantas aquáticas; esta matéria viva também é encontrada nos resíduos agrícolas e florestais (HINRICHS *et al*, 2013). A Agência Nacional de Energia Elétrica-ANEEL (2005), conceitua energia de biomassa como uma fonte renovável que provém da matéria orgânica, além de ser considerada uma forma indireta da energia solar ou energia solar armazenada.

A energia de biomassa é obtida sempre a partir da transformação da matéria prima utilizada em um produto intermediário que será processado em uma máquina motriz, explicam Vieira & Pedrozo (2015). A biomassa pode ser utilizada como fonte de energia em três formas, cada qual tendo seu processo de conversão, tais como: fontes no estado sólido – aproveitadas pela combustão direta, no estado líquido – originadas a partir de processos de pirólise, e no gasoso – geradas tanto a partir de processos bioquímicos quanto da pirólise, aponta Hinrichs *et al* (2013).

Hoje, existem programas de análise geográfica que permitem efetuar um dimensionamento preliminar do aproveitamento dos recursos energéticos, sendo esta análise utilizada para o aperfeiçoamento de estudos de viabilidade técnica e econômica dos empreendimentos, e podem ser feitas a partir do uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), que são um conjunto integrado de recursos humanos e computacionais utilizados para a geração de mapas temáticos que facilitam a visualização de dados georreferenciados e a tomada de decisões (MONTEIRO, 1997). O presente artigo apresenta o

mapeamento da biomassa na Ilha do Marajó, que possivelmente poderá ser utilizada como fonte energética para o atendimento de comunidades isoladas sem acesso à eletrificação, ou que utilizem tecnologias caras e ambientalmente inadequadas.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado em três etapas: a primeira foi a obtenção do banco de dados na Ilha do Marajó; em seguida o banco de dados foi armazenado digitalmente no Microsoft Access e exportado para o Microsoft Excel, que foi responsável pelo tratamento dos dados; a terceira etapa foi a importação dos dados tratados em uma ferramenta de SIG (Quantum GIS), que gerou os mapas temáticos do artigo.

2.1. Etapa 1: obtenção do banco de dados

O banco de dados utilizado neste artigo é produto de um levantamento feito na Ilha do Marajó, que foi realizado através de formulários nomeados de “Levantamento e Caracterização da Ilha do Marajó”, e foram aplicados por equipes do Grupo de Energia, Biomassa & Meio Ambiente da Universidade Federal do Pará (EBMA-UFPA).

Os formulários objetivaram coletar dados referentes às variáveis socioeconômicas e características ambientais da ilha, que fossem capazes de subsidiar a implantação de futuros estudos em energias renováveis. Eles foram respondidos pelos moradores da Ilha do Marajó e cada formulário possuía uma coordenada geográfica do ponto onde eram respondidas, o que acabou permitindo o mapeamento das informações a partir dos SIG.

2.2. Etapa 2: armazenamento e tratamento dos dados

Após a coleta dos dados, os mesmos foram armazenados manualmente no Microsoft Access e exportados para o Microsoft Excel, onde foram tratados. O tratamento ocorreu primeiramente a partir da conversão das coordenadas geográficas de grau, minuto e segundo para números decimais, pois assim o programa de SIG utilizado conseguiria reproduzir os dados. A conversão foi feita a partir da Equação (1) e da ferramenta “texto para colunas” do Excel. Após a conversão, os dados que seriam mapeados foram filtrados para que fossem mostrados apenas as informações válidas. Ao fim desse processo, o arquivo foi salvo no formato “CSV Separado por Vírgulas” no Excel, pois somente desta forma o programa SIG conseguiria importar o arquivo de dados.

$$\text{Coordenada Decimal} = -1 \cdot [(\text{Grau}) + (\text{Minuto} \cdot 60^{-1}) \cdot (\text{Segundo} \cdot 3600^{-1})] \quad (1)$$

(SOUZA *et al*, 2013)

2.3. Etapa 3: mapeamento das informações

O mapeamento dos dados foi feito através do programa Quantum GIS, que possui licença gratuita e as ferramentas necessárias para reprodução dos dados deste artigo. Inicialmente foram

descarregadas as camadas vetoriais georeferenciadas disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e, posteriormente, os dados contidos no arquivo “CSV Separados por Vírgulas” foram sobrepostos a tais camadas, onde a latitude representava o eixo “y”, a longitude o eixo “x” e o delimitador dos dados era o ponto-e-vírgula (;), sendo finalmente elaborado o *layout* dos mapas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação da metodologia, foram obtidos três mapas, dois deles mapeando a biomassa local (resíduos vegetais e plantas oleaginosas), que poderá ser utilizada como fonte de energia mais barata e sustentável pela comunidade, e o outro que mostra um diagnóstico de onde podem ser encontradas indústrias geradoras de resíduos vegetais, sendo este último um mapa complementar, que visa melhorar a observação da dinâmica de aproveitamento dos resíduos vegetais da ilha, onde eles possam ser aproveitados para geração de energia, tanto para a indústria, quanto para as comunidades próximas. Todos os mapeamentos são apresentados no item 3.3.

3.1. Geração de energia a partir dos resíduos vegetais

Os resíduos vegetais podem ser aproveitados de diversas formas, sendo uma delas a utilização como combustível para geração de eletricidade. Esse aproveitamento ocorre através da combustão direta da biomassa (RENDEIRO *et al*, 2008).

As análises dos dados obtidos através dos questionários mostram que 89 % dos resíduos vegetais da ilha possuem origem na madeira. Padilha *et al* (2005) citam os benefícios da utilização deste tipo de resíduo como fonte de energia para geração elétrica, alegando que a mesma possui baixas emissões de enxofre e balanço nulo na emissão de carbono, além de ser uma fonte renovável. Ademais, ela apresenta bastante versatilidade quanto a sua forma de uso, podendo ser aproveitada como combustível nos estados sólido, líquido ou gasoso. Do ponto de vista econômico, a madeira não necessita de armazenamento especial, reduzindo os gastos de sua utilização, e encontrando-se em geral nas proximidades do uso, diminuindo os custos logísticos de sua obtenção.

Velázquez *et al* (2010) mostram que a utilização da madeira como fonte de energia já vem sendo empregada na Vila do Porto Alegre, nas proximidades de Breves. Essa comunidade é isolada da sede e obtém eletricidade a partir de uma usina termelétrica com potência de 200 kW, que aproveita os resíduos de uma pequena indústria de desdobro de madeira. Antes da utilização desse combustível a usina utilizava 22.000 litros de óleo-diesel por mês.

3.2. Geração de energia a partir das plantas oleaginosas

Outra forma de se aproveitar a biomassa como fonte de energia é utilizando os óleos vegetais *in natura*, obtidos a partir das plantas oleaginosas. Coelho *et al* (2004) classificam esses óleos como alternativas naturais de substituição aos altos custos advindos do óleo diesel utilizado pelas comunidades isoladas, o que pode ser aplicado ao contexto vivido na Ilha do Marajó.

Os dados do projeto mostram que a planta oleaginosa mais relatada na Ilha do Marajó foi a andiroba, representando 38 % do espaço amostral. O óleo dessa planta é muito utilizado para fins medicinais na região, mas também pode ser aproveitado como combustível renovável. A ANEEL (2005) exemplifica a aplicabilidade energética do óleo de andiroba através de um estudo piloto feito na Comunidade de São Roque – AM, onde se utilizou o óleo de andiroba em substituição ao diesel em um gerador adaptado de 144 kVA. Isso foi possível graças a uma nova tecnologia de extração de óleo, que é 50 % mais produtiva que as tradicionais. Além disso, a adaptação feita no motor foi apenas em seu sistema de aquecimento, considerada pelos técnicos como uma adaptação simples. Por fim, mesmo que este combustível alternativo seja mais caro que o diesel, ele ainda se torna competitivo para comunidades bastante isoladas e que são dependentes de longas viagens de barco, conclui o estudo.

Rendeiro *et al* (2008) mostram que o Poder Calorífico Superior (PCS) do óleo de andiroba equivale a $4.705 \text{ kcal.kg}^{-1}$. Já o PCS do diesel é igual a $10.700 \text{ kcal.kg}^{-1}$. O PCS é uma das principais características responsáveis pelo potencial energético armazenado nessas plantas. A comparação destes dois combustíveis evidencia a superioridade energética contida no óleo diesel. No entanto, a exploração consciente desta biomassa como fonte de energia tende a proporcionar o desenvolvimento das regiões menos favorecidas que a utilizam, já que a mesma é capaz de gerar receita, empregos, e consegue diminuir a dependência de fontes externas de energia.

As outras oleaginosas que aparecem em quantidades significativas nos resultados da pesquisa são: buriti (9 %), jupati (13 %), murumuru (35 %) e pracaxi.(5 %).

3.3. Mapeamento da Biomassa

A seguir são apresentados os três mapas elaborados: o primeiro (figura 1) é referente aos resíduos vegetais, seguido do mapeamento das indústrias (figura 2) e, por fim, o mapa das plantas oleaginosas.

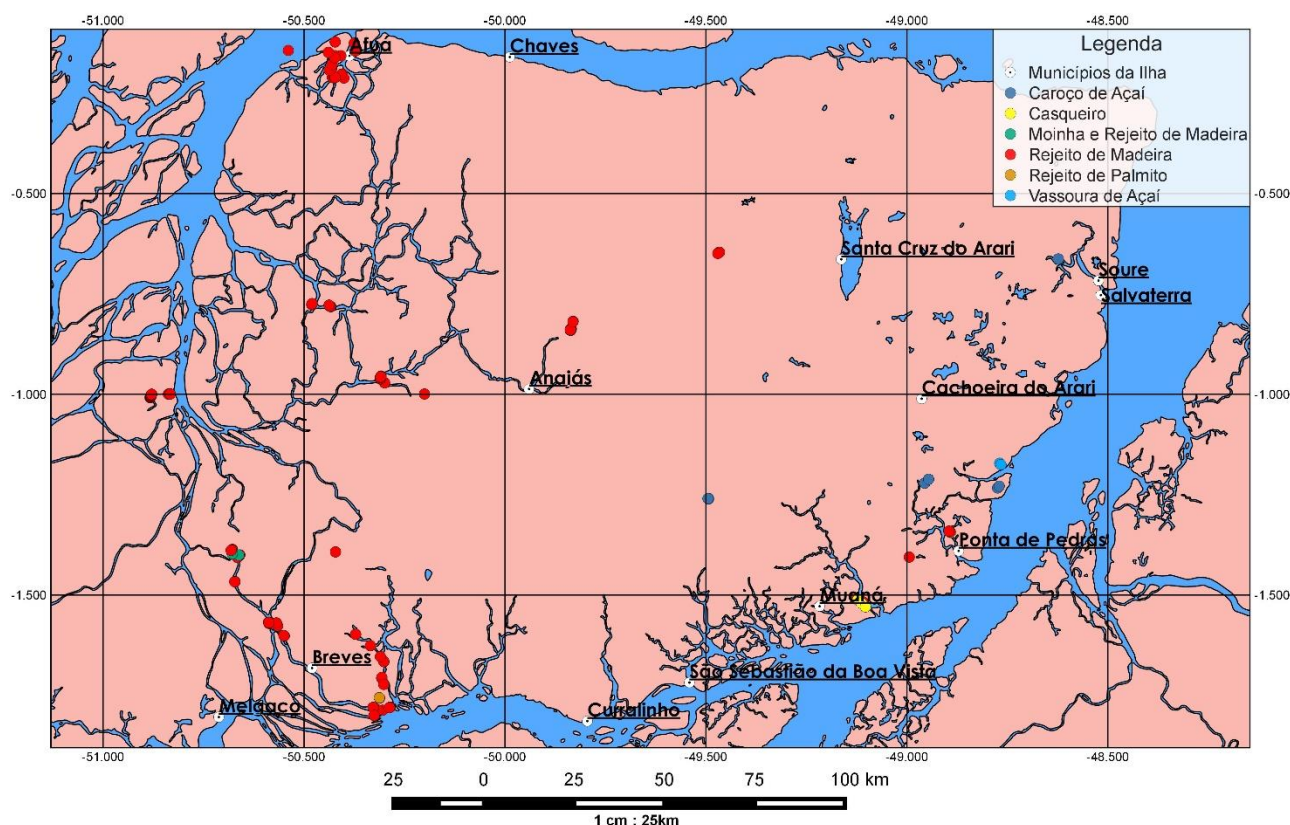


Figura 1 – Mapeamento de resíduos vegetais na Ilha do Marajó. Fonte: Elaborado pelo Autor.

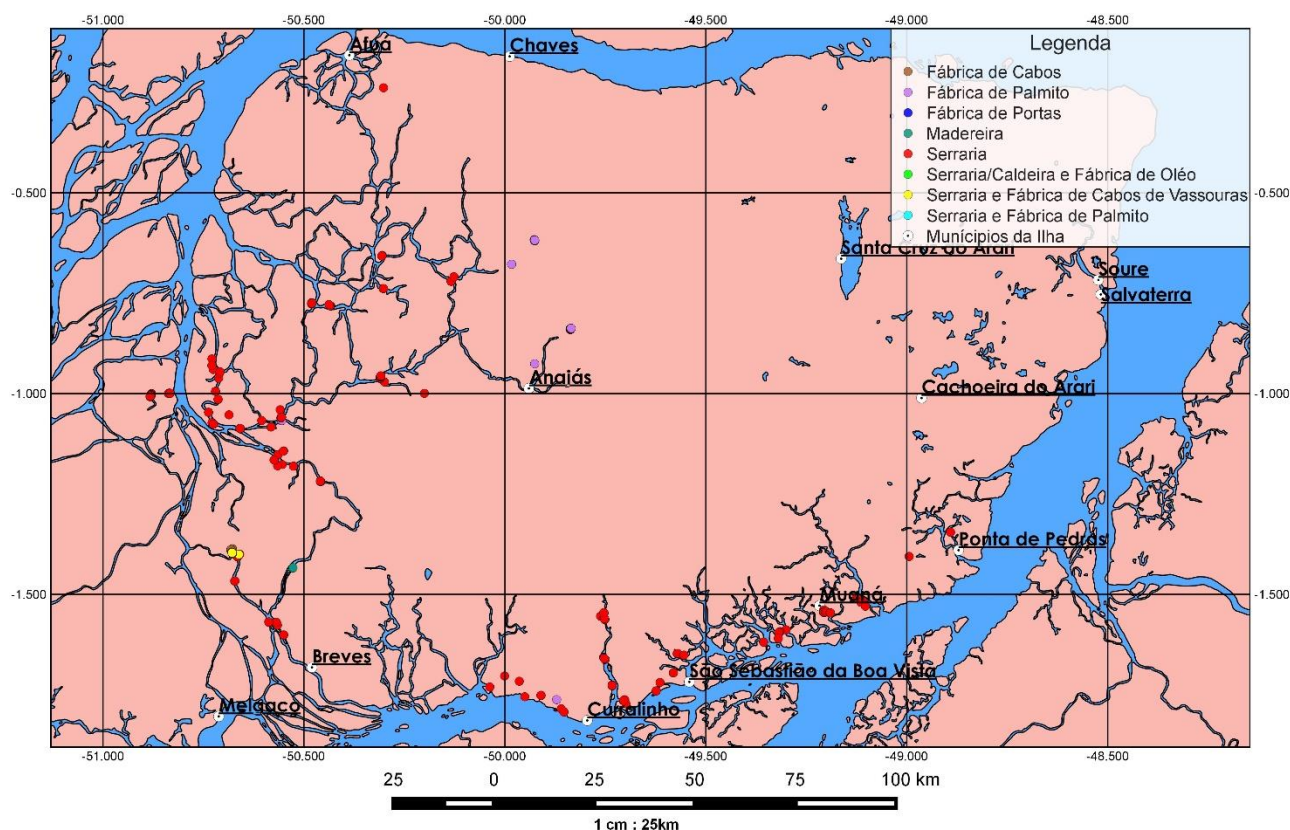


Figura 2 – Mapeamento das indústrias na Ilha do Marajó. Fonte: Elaborado pelo Autor.

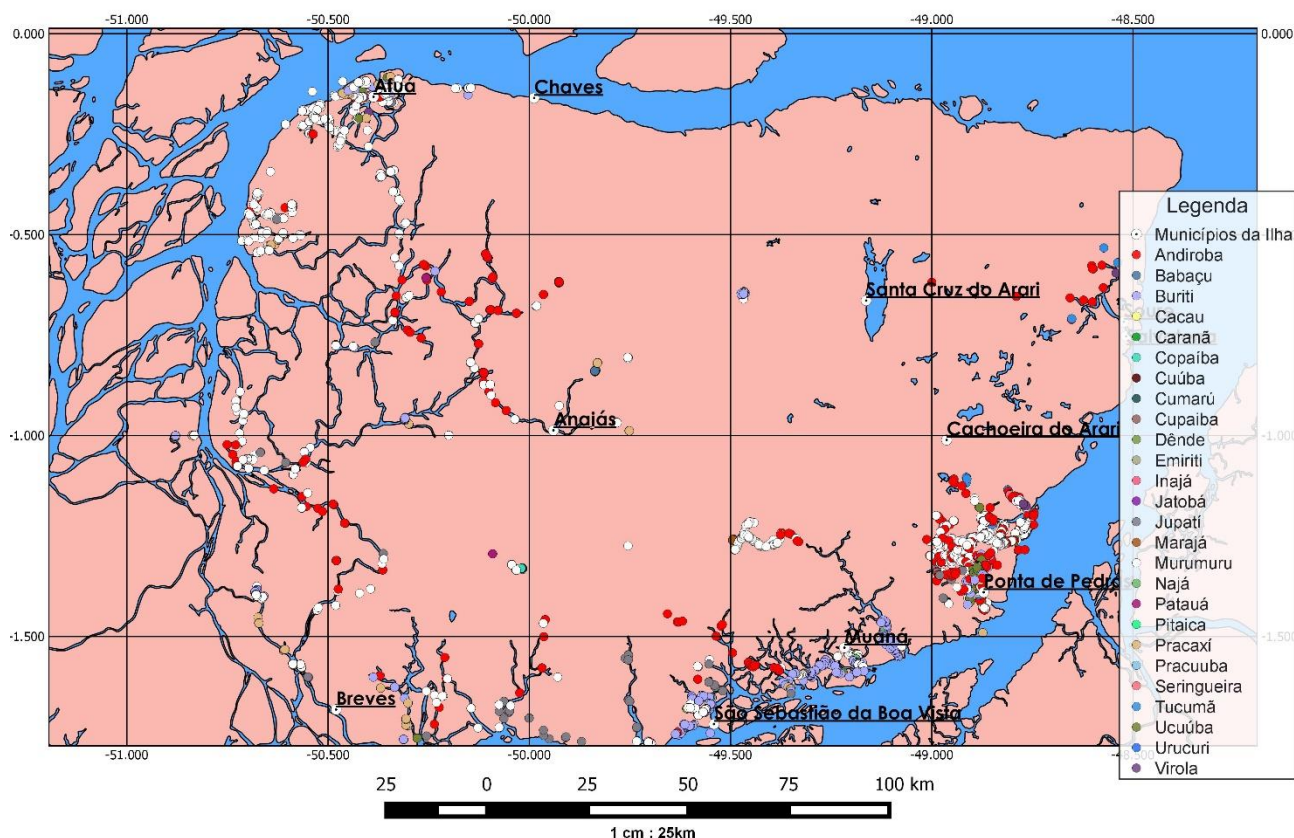


Figura 3 – Mapeamento de alternativas bioenergéticas na Ilha do Marajó. Fonte: Elaborado pelo Autor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de se aplicar tecnologias energéticas que utilizem fontes renováveis para o atendimento de populações excluídas da eletrificação existe. Entretanto, a transição do modelo atual de eletrificação dos sistemas isolados para outros mais sustentáveis depende também de incentivos políticos.

O presente trabalho apresenta dados relevantes para um levantamento inicial do uso da biomassa como fonte de energia; contudo, é necessário um estudo econômico-ambiental mais aprofundado, para comprovar a viabilidade da utilização desta fonte para o atendimento das populações necessitadas encontradas na ilha. Através dos dados utilizados, mostrou-se que os resíduos madeiros e a grande quantidade de plantas oleaginosas observadas no levantamento são possíveis candidatos para produção de energia elétrica.

Já que pouco se conhece sobre a Ilha do Marajó, estes mapas tornam-se importantes no auxílio de planejamentos energéticos-ambientais estratégicos e na elaboração de futuros trabalhos técnicos-científicos que aspirem à implantação de projetos sustentáveis com custos reduzidos. No mais, espera-se que este trabalho contribua para a implantação de sistemas renováveis na região, já que a mesma, além de carente na distribuição de energia, também carece de estudos energéticos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao GEDAE-UFPA, ao INCT-EREEA e ao CNPq pelo apoio.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

Agência Nacional De Energia Elétrica. Atlas de energia elétrica no Brasil. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/atlas2005.zip>. Acesso em: 28 abr. 2016.

Coelho, S.T. *et al.* Implantação e testes de utilização de óleo vegetal como combustível para diesel geradores em comunidades isoladas da Amazônia. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000200005&lng=en&nrm=abn . Acesso em: 01 mai. 2016.

HINRICHS, R.A; KLEINBACH, M; REIS, L.B. **Energia e meio ambiente**. São Paulo: Ed. Cengage Learning, 2013. 137 p.

MONTEIRO, C. D. M. **Integração de energias renováveis na produção descentralizada de eletricidade utilizando SIG**. Porto, 84 p., 1997. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Porto.

NAGAISHI, T. Y. R. **Açaí (*euterpe oleracea mart*): extrativismo, características, energia, e renda em uma comunidade na ilha do Marajó/PA**. Belém, 108 p., 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural da Amazônia.

Padilha, J.L. *et al.* Potencial de Geração de Energia Elétrica no Estado do Pará, utilizando biomassa do setor madeireiro. Disponível em: <http://cubt.ufpa.br/publicacoes/documento/coordacademica/anais.pdf#page=71> . 01 mai. 2016.

PINTO, M. **Fundamentos de energia eólica**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1998. 368 p.

RENDEIRO, G; NOGUEIRA, M. **Combustão e Gaseificação da Biomassa Sólida**. Brasília: Ed. Ministério de Minas e Energia, 2008. 190 p.

Souza, H. M. S.; Teles, M.B.; Pinho J. T. Elaboração de mapas temáticos de energia solar e eólica para a ilha do Marajó/ Estado do Pará. Disponível em: <http://cubt.ufpa.br/publicacoes/documento/coordacademica/anais.pdf#page=71> . Acesso em: 28 abr. 2016.

Vieira, H. C; Pedrozo, E.A. Eletrificação na Amazônia Brasileira: Contexto e possibilidades rumo ao desenvolvimento local. Disponível em: <http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/382.pdf> . Acesso em 28 abr. 2016.

Velázquez, S. M. S. G. *et al.* A geração de energia elétrica em comunidades isoladas da Amazônia a partir de biomassa sustentável. Disponível em: http://143.107.4.241/download/publicacoes/xiicbe_enermad.pdf . Acesso em: 01 mai. 2016.