

Identificação de áreas potenciais para implantação de turbina hidrocínética através da utilização de técnicas de geoprocessamento

Eduardo Ribeiro Felizola
SQN 106 Bloco J apt. 104
CEP 70742-100
Brasília - DF
edu@greentecbsb.com.br

Julianna Fernandes Marocco
SHIN QI 08 conjunto 11 casa 02
CEP 71520-310
Brasília - DF
jumarocco@hotmail.com

Maria Rita Souza Fonseca
SHIN CA 05 Bloco I - Ed. St. Régis apt. 603
CEP 71520-000
Brasília - DF
mariacaliandra@hotmail.com

Abstract: This main focus of this work was to identify areas with great hydrokinetic potential located in the Western-most part of Bahia, a State with over 2,5 million inhabitants without access to electricity. The hydrokinetics turbine technology utilizes current from the rivers to generate electricity. This model is primarily used in isolated communities that are not supplied by the conventional power lines. This project involved the collection of data from a number of different sources including fieldwork, government agencies, utility companies and engineers. The data gathered was than used to create a data base using GIS software to create the maps that would reveal the hydrokinetic potential of each community under study. Based on the methodology used in this project, 31 communities, from over 100 that were considered, were identified of having potential for the implementation of the hydrokinetic technology.

Palavras-chave: hydrokinetic turbine, generate electricity, geoprocessing, turbina hidrocínética, geração de eletricidade, geoprocessamento.

1. Introdução

O Brasil é dotado de uma vasta e densa rede hidrográfica, sendo que muitos de seus rios destacam-se pela extensão, largura e profundidade. Em decorrência da natureza do relevo, predominam os rios de planalto que apresentam em seu leito rupturas de declive, vales encaixados, entre outras características, que lhes conferem um alto potencial para geração de energia elétrica. Dentre os grandes rios nacionais, o São Francisco e o Paraná são os principais rios de planalto.

A tecnologia da Turbina Hidrocinética, que é composta por máquina hidráulica, gerador elétrico e sistema de controle, foi desenvolvida pelo Departamento de Mecânica da Universidade de Brasília como forma alternativa de geração de energia através da energia cinética produzida pela correnteza de um rio, sem necessidade de intervenção no seu curso e podendo, assim, ser instalada em sua margem. Ao contrário, as turbinas convencionais utilizam energia cinética e potencial de um rio que, para tanto, se faz necessária a construção de barragens e grandes obras, causando grandes impactos ambientais, como a perda da fauna e flora, inundação de terras, perda de patrimônio histórico e cultural e relocação de famílias. Além do alto custo de geração e do grande impacto ambiental, as usinas hidroelétricas atendem às necessidades energéticas em grande escala, deixando desprovidas de energia as comunidades, geralmente rurais e extrativistas, mais carentes e mais isoladas dos grandes centros urbanos.

A primeira turbina hidrocinética foi construída em 1995 a pedido do médico Dr. Edgard van den Beusch que buscava alguma alternativa de geração de energia para instalação de um posto médico na cidade onde vivia, Arrojelândia, município de Correntina – Bahia. O funcionamento da turbina possibilitou geração e fornecimento contínuo de 0,8 kw de energia elétrica com 220V para o posto médico, beneficiando, aproximadamente, 8.000 pessoas, que antes não possuíam rede elétrica própria ou qualquer assistência médica próxima.

A mecânica simplificada é uma grande vantagem desse equipamento. Seus componentes são de fácil reposição e baixo custo, podendo ser substituídos por técnicos com conhecimentos básicos em mecânica automotiva, o que causa impacto positivo na economia local, pois gera emprego e renda para a própria comunidade. Além disso, possui baixo custo de manutenção, uma vez que a aplicação dessa energia e a manutenção desses equipamentos são de responsabilidade do usuário final, podendo ser executadas por um operador treinado.

A capacidade da turbina comercial é de gerar 1,8 kw de energia em rios com velocidades de 2m/s, podendo atender, dentro da concepção de uso racional de energia, comunidades ribeirinhas, postos de saúde, escolas, estações de saneamento, sedes de fazendas. Seu custo é de R\$ 15.000,00, posto em Brasília, o que não inclui os custos totais do projeto executivo e de instalação e montagem, que dependem da facilidade de acesso ao local.

O custo de instalação da extensão da rede convencional de energia elétrica pode variar entre R\$ 5.000,00 a R\$ 10.000,00 por quilômetro de área rural. Como a implantação dessa rede em regiões de baixa densidade demográfica mostra-se bastante dispendiosa e a renda da população localizada fora das áreas urbanas, em geral, não é suficiente para o pagamento mensal desse tipo de serviço, torna-se mais prático e economicamente viável o uso de tipos alternativos de geração de energia para essas comunidades isoladas.

No Estado da Bahia existem cerca de 500 mil domicílios rurais que não dispõem de energia elétrica. Trata-se do Estado que concentra o maior número de “sem-luz”. As estimativas são de que 2,5 milhões de pessoas vivem sem acesso à “luz elétrica”, às margens dos benefícios econômicos e sociais disponibilizados por essa tecnologia. A ausência de políticas públicas e, ainda, as barreiras econômicas e tecnológicas interpostas pelas concessionárias de energia elétrica levam à ~~essa~~ situação.

Historicamente, a energização das áreas rurais do Estado vem sendo realizada por programas governamentais, o que não poderia ser de outra forma, uma vez que as grandes dimensões do Estado, a dispersão e o pequeno tamanho das comunidades existentes nas áreas remotas e a extrema pobreza que atinge a grande maioria das populações que vivem na zona rural são fatores desestimulantes para que a universalização dos serviços de energia elétrica seja feita apenas por iniciativa da concessionária. A própria configuração do sistema elétrico do Estado, baseado quase que exclusivamente em rede de distribuição alimentada por energia hidráulica, e sua lógica de expansão contribuem para dificultar o processo de universalização do atendimento.

A bacia do rio São Francisco é grande promissora de geração de energia. O rio São Francisco possui uma área de drenagem superior a 630.000 km² e uma extensão de 3.160 km. No Chapadão Ocidental baiano, a rede de drenagem superficial apresenta padrão paralelo e subparalelo, de orientação regular na direção SO-NE. Seus rios estão relacionados com afloramentos do lençol freático, uma vez que os arenitos do Grupo Urucua funcionam como excelente aquífero, alimentador dos rios perenes que descem o Chapadão. Estas características determinam uma vazão hídrica favorável para a instalação da turbina nos rios da região.

A região objeto do estudo compreende os municípios de Correntina, Barreiras e São Desidério, localizados no extremo oeste da Bahia e na parte centro-oeste da bacia de São Francisco. A sazonalidade nesta área é bem definida, com chuvas no verão e na primavera, o índice pluviométrico anual está acima de 1.000mm e as altimetrias variam de 500 a 900m.

Alguns requisitos são essenciais para definir áreas potenciais à implantação da turbina hidrocinética. A topografia e o tipo de relevo de uma área informam a declividade do terreno que, assim como as características de um rio (sua largura e profundidade, por exemplo), são dados significativos no cálculo da velocidade e vazão do mesmo. A localização das comunidades em relação aos cursos dos rios e a caracterização das mesmas pela identificação de alguns indicadores sociais, como quantidade de escolas, postos de saúde e outros serviços sociais que o município ofereça à comunidade, determinam a prioridade dessas comunidades em serem atendidas pelo sistema alternativo de energia.

2. Materiais e Métodos

1ª Etapa – Coleta de dados secundários

Esta etapa visou realizar o levantamento e a sistematização de dados secundários obtidos em diferentes instituições ligadas ao tema em questão.

Nesta fase, foi estruturado um check list objetivando identificar os aspectos a serem levantados junto às instituições pesquisadas, em especial: identificação dos programas governamentais correlatos, avaliação de outras possíveis fontes de energia alternativa, caracterização ambiental da região em estudo, levantamento de dados sócio-econômicos dos municípios envolvidos, entre outras informações de relevância.

As informações disponibilizadas pelas instituições possibilitaram obter o conhecimento de diferentes aspectos relacionados à questão da implementação da tecnologia das turbinas hidrocinéticas dentro do contexto da região de estudo.

2ª Etapa – Coleta de dados de campo

Esta etapa de trabalho foi iniciada no município de Correntina, onde havia uma maior inserção da equipe técnica junto à comunidade local e à prefeitura, pois já existia ali uma unidade piloto da turbina em funcionamento. Depois foram realizados os levantamentos nos municípios de Barreiras e São Desidério.

Os trabalhos em campo objetivaram realizar um levantamento mais pontual quanto à identificação e caracterização das possíveis demandas locais, permitindo ter conhecimento das reais necessidades das comunidades visitadas, assim como dos possíveis entraves quanto à implementação da tecnologia.

Nas comunidades visitadas, foi observada a existência de instalações residenciais, de produção (irrigação, eletrificação de cercas e beneficiamento da produção) e comunitárias, tais como escolas, centros comunitários, postos de saúde e bombas d'água.

Além da identificação das possíveis demandas, ao coletar informações pontuais relacionadas à velocidade e profundidade dos cursos d'água, utilizando, para tanto, um molinete digital operado por técnicos ligados ao projeto, foram levantados dados primários relacionados à disponibilidade hídrica nas proximidades das localidades visitadas.

Realizou-se também um questionário que foi utilizado para avaliação das comunidades.

3ª Etapa – Espacialização de dados hidrológicos e das comunidades

Em função das particularidades da tecnologia, foram levantados dados de vazão obtidos nas estações fluviométricas existentes, o que possibilitou conhecer as características hidrológicas da rede de drenagem existente na área de estudo. Neste sentido, realizou-se uma pesquisa no sistema Hidroweb, elaborado pela Agência Nacional de Energia Elétrica, e uma consulta à Agência Nacional de Águas, que possibilitou espacializar a localização das estações, sua identificação, séries históricas e os dados de vazão média, mínima e máxima.

Do mesmo modo, foram espacializadas dentro do ambiente de SIG, todas as comunidades e propriedades rurais existentes na área de estudo, utilizando-se como referência informações obtidas no Censo 2000 realizado pelo IBGE, levando em consideração as localidades existentes dentro de cada setor censitário por município, o que possibilitou ter um conhecimento das comunidades situadas nas proximidades dos principais cursos d'água. Foram espacializadas as comunidades que se localizam a 1km da margem do rio, distância considerada ideal para abastecimento pela energia gerada pela turbina hidrocínética.

Estas informações foram inseridas dentro de um banco de dados geográficos do projeto, de forma a integrar o conjunto de informações que auxiliaram na identificação das possíveis comunidades a serem atendidas pelo sistema de turbinas hidrocínéticas.

4ª Etapa – Espacialização do Potencial Hidrocínético

Esta etapa utilizou técnicas de análise espacial a fim de se obter o conhecimento das regiões de maior e menor potencial para a instalação das turbinas hidrocínéticas, utilizando como referência as características geográficas existentes na área do estudo.

As áreas de cabeceira dos principais cursos d'água foram consideradas regiões com menor potencial hidrocínético, tendo em vista as baixas vazões existentes nestas localidades. As regiões situadas no médio e alto curso dos principais corpos d'água, em locais com declividades mais acentuadas, foram consideradas regiões de maior potencial. Desta forma, conseguiu-se avaliar cada comunidade em classes distintas de potencial, variando de maior a menor potencial para a instalação dessas turbinas, de modo a criar áreas de exclusão.

5ª Etapa – Elaboração do banco de dados em ambiente de SIG

Nesta etapa, foi sistematizado em ambiente SIG, o banco de dados alfanuméricos, que foram compilados nas etapas anteriores, de forma a sistematizar todas as informações pertinentes a este estudo. Assim, as informações coletadas na pesquisa de mercado poderão ser facilmente consultadas de forma interativa e georeferenciada.

Na elaboração do SIG foram digitalizadas informações referentes ao meio físico em escala regional, utilizando-se como referência os dados existentes do projeto RADAM, cartas topográficas do DSG/MEx na escala 1:100.000 e outros levantamentos mais atualizados. As informações sobre uso do solo e cobertura vegetal foram obtidas por processamento e interpretação de imagens Landsat ETM com resolução espacial de 30 metros.

3. Resultados e Discussão

A turbina hidrocínética é mais uma opção tecnológica para garantir a universalização do acesso aos serviços de energia elétrica para as comunidades ribeirinhas das regiões Norte e Nordeste do Brasil.

A tecnologia desenvolvida pela Universidade de Brasília mostrou-se bastante robusta para as condições difíceis das localidades afastadas dos centros urbanos. O seu custo relativamente baixo por unidade de potência gerada e seu baixo custo operacional, aliada à facilidade de instalação e operação, são um diferencial se comparados às demais energias renováveis.

Com relação à área de estudo, compreendendo os municípios de Correntina, Barreiras e São Desidério, percebe-se que as características da rede de drenagem e as demais condições geográficas existentes são favoráveis à implantação das turbinas hidrocínéticas. Todavia, em função do reduzido número de estações fluviométricas existentes na região, há ainda a necessidade de se realizar levantamentos pontuais nos corpos d'água objetivando ter o conhecimento das condições de velocidade e de vazão, de modo a se conhecer a viabilidade técnica para a instalação das turbinas nas comunidades e propriedades rurais selecionadas.

A falta de algumas informações geográficas dificultou o desenvolvimento mais detalhado do presente estudo. Entretanto, foi possível identificar alguns aspectos regionais: número de domicílios na área rural e urbana, com as respectivas médias de moradores por município, número de domicílios atendidos por energia elétrica, infra-estrutura existente por município, equipamentos dos domicílios, estações pluviométricas e fluviométricas, e vazão dos rios.

Para atender ao público alvo do projeto, formado pelos grandes proprietários rurais e pelas pequenas comunidades isoladas, foi necessário adotar diferentes estratégias de inserção da tecnologia, uma vez que os primeiros estão capitalizados e já adotam algum tipo de solução para a geração de energia, e os segundos ainda não possuem sistemas de geração e encontram-se, atualmente, descapitalizados.

Por se tratar de uma nova tecnologia ainda em estágio de aperfeiçoamento, as turbinas hidrocínéticas merecem uma campanha de difusão tecnológica, a fim de possibilitar uma melhor condição competitiva em relação a outras fontes de energia alternativa, tais como: solar, biomassa e eólica, que são tecnologias atualmente consolidadas e bastante difundidas, além de apresentarem, em geral, uma melhor relação custo/benefício no que se refere à implantação dos referidos sistemas e à capacidade de geração de energia.

Neste sentido, torna-se importante o contato com as prefeituras e com programas governamentais de apoio à geração de energia alternativa, de modo a subsidiar a implantação de unidades piloto junto às pequenas comunidades isoladas, e o contato pessoal com os grandes proprietários no sentido de divulgar a tecnologia e incentivar a sua adoção.

A estimativa do potencial de mercado para a área de estudo levou em consideração a presença das comunidades e propriedades agrícolas situadas nas proximidades dos principais cursos d'água, o número de localidades situadas em áreas de baixo potencial para a instalação das turbinas (próximas às nascentes) e a taxa de eletrificação de cada município.

Tabela 1: Quadro da estimativa do potencial de mercado

Município	Nº de localidades próximas aos corpos d'água	Nº de localidades em áreas de baixo potencial	Nº de localidades potenciais	Taxa de Eletrificação - %	Mercado Potencial
São Desidério	31	5	26	64	10
Correntina	41	7	34	57	15
Barreiras	81	8	73	92	6
TOTAL	153	20	133	---	31

Desta forma, estima-se que para a região de interesse possa ser instalado um total de 31 unidades da turbina hidrocínética, sendo que as localidades mais promissoras do ponto de vista do potencial de geração de energia hidrocínética estão espacializadas na figura representada no Anexo1.

5. Conclusão

De acordo com os estudos e com o funcionamento das turbinas já implantadas, sabe-se que a tecnologia da turbina hidrocínética para geração de energia elétrica a comunidades isoladas é viável e rentável.

A metodologia georreferenciada otimiza recursos, diminui o tempo para identificação de áreas e possibilita planejamento em longo prazo, podendo-se definir as áreas prioritárias para implantação da turbina hidrocínética, e tomar decisões com base em informações sobre recursos naturais disponíveis e demanda populacional.

Através do SIG é possível visualizar a distância das comunidades aos rios e à rede elétrica mais próxima, espacializar dados como velocidade e vazão de um rio, assim como a largura de cada curso d'água. Permite que seja indicada, com maior precisão, a localização das comunidades a serem estudadas, bem como a existência de escolas, postos de saúde, equipamentos de uso comunitário, etc. para identificação dos potenciais de consumos de cada comunidade. A partir dessas informações é possível quantificar e espacializar áreas possíveis para instalação desse tipo de fonte de energia, tornando menos onerosa a obtenção de dados, uma vez que diminui a quantidade de saídas de campo necessárias para coletar informações.

De acordo com os resultados do presente estudo, que indicam possíveis áreas de implantação da tecnologia da turbina hidrocínética no Estado da Bahia, assim como o grande número de comunidades que não possuem energia elétrica, uma ação do Governo do Estado, no sentido de incrementar as pesquisas correlatas e atrair fornecedores e fabricantes de sistemas de energia renovável, muito contribuirá para consolidar a posição de vanguarda da Bahia na aplicação dessa tecnologia, criando assim, condições para tirar da escuridão todos os baianos.

O Brasil precisa expandir sua estrutura institucional referente às fontes de energias renováveis, desenvolvendo uma articulação conjunta, que passa pelo envolvimento de administrações municipais, cooperativas agrícolas e de eletrificação, e pequenos comerciantes em localidades remotas, formando uma rede que venha a atingir o usuário final de forma direta. Além disso, devem ser implementados mecanismos de financiamento que permitam atingir os estratos mais baixos da sociedade rural e definir uma política de incentivos fiscais/tributários, fundamental ao desenvolvimento acelerado das fontes de energia renováveis.

6. Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (IEA). *Nuclear Power: Sustainability, Climate Change and Competition*. Paris: IEA/OECD, 1998.
- ARAÚJO, M. S. M. *Relatório de Análise do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL – Estudos de Caso*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000. 122p. 2554

- BAJAY, S. V.; WALTER, A. C. S.; FERREIRA, A. L. *Integração entre as Regulações Técnico-Econômica e Ambiental do Setor Elétrico Brasileiro*. Campinas – SP, maio de 2000. Relatório Técnico – Fase 5: Otimização das práticas de planejamento e dos procedimentos regulatórios envolvidos no dimensionamento, construção e operação de usinas termelétricas.
- BTM. In: MADSEN, B. (editor). *International Wind Energy Development World Market Update 1999*. Dinamarca: BTM Consult, 2000.
- CAMPOS, José Eloi Guimarães & DARDENNE, Marcel Auguste. *Distribuição, Estratigrafia e Sistemas Depositionais do Grupo Urucuia – Cretáceo Superior da Bacia Sanfranciscana*. Revista Geociências, São Paulo, 18(2): 481-499, 1999.
- CAMPOS, J. E. G., MARTINS, E. S. e LOPES ASSAD, M. L. *Comportamento de Solos Desenvolvidos de Arenito Urucuia*.
- CAMPOS, José Eloi Guimarães & DARDENNE, Marcel Auguste. *Estratigrafia e Sedimentação da Bacia Sanfranciscana: Uma Revisão*. Revista Brasileira de Geociências, Brasília, 27(3): 269-282, 1997.
- CORREIA, James; VALENTE, André; PEREIRA, Osvaldo S. (organização). *A universalização do serviço de energia elétrica – aspectos jurídicos, tecnológicos e socioeconômicos*. Salvador, Unifacs, 2002, 140 páginas.
- CORTEZ, L. A. *Uso de Resíduos Agrícolas para Fins Energéticos: O Caso da Palha de Cana de Açúcar*. Revista Brasileira de Energia, Rio de Janeiro, v. VI, n° 1, p. 66-81, 1° semestre, 1999.
- Estado da Bahia – Atlas do Potencial Eólico. Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento COELBA-ANNEL.
- Recursos Naturais e Meio Ambiente: uma visão do Brasil/IBGE*, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1996.
- Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco. Relatório Final. Brasília: PLANVASF, 1989.

Anexo 1 - Mapa de Localidades

