

# Turbina hidrocínética para comunidades isoladas na Amazônia: aperfeiçoamento e adequação do uso do produto

**Título Original:** Turbina hidrocínética para comunidades isoladas na Amazônia, aperfeiçoamento e adequação do uso do produto.

**Prêmio Benchimol:** 2010, Primeiro Colocado, Categoria Econômico-Tecnológica

## **Cândido Justino de Melo Neto**

Mestre em Física pela Universidade Federal do Ceará (UFC) - CE - Brasil.

Professor da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) - MA - Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/2214235527923548>

E-mail: mcandidomelo@hotmail.com

## **RESUMO**

A Amazônia tem necessidade de expandir seu parque energético, porém os impactos ambientais causados pela construção de grandes usinas hidrelétricas são uma preocupação, sendo os mais conhecidos a inundação de florestas e o deslocamento de populações. Além disso, muitas comunidades não são beneficiadas com a energia vinda das usinas hidrelétricas localizadas na região devido à inexistência de subestações. É comum observar redes de transmissão cortarem cidades que são totalmente dependentes de geradores movidos a diesel. Sabendo-se que a Amazônia é rica em fontes naturais de energia é imprescindível reconhecer o valor desses recursos naturais para a criação de mecanismos de produção de energia. Ela é denominada pelos cientistas “oceano verde”, devido ao processo de formação de nuvens ser similar àquele que acontece sobre os oceanos. Na Amazônia existe um número abundante de cursos de água, que possuem correntezas ou corredeiras que podem ser aproveitadas para a geração de energia utilizando a energia cinética das correntezas dos rios. A partir desse fator, a Universidade Federal do Maranhão resolveu criar um projeto de aprimoramento dos produtos já existentes relacionados com a geração de energia através das correntes dos rios. Esse projeto visa sanar algumas deficiências apresentadas pelos modelos atuais (como por exemplo, os obstáculos impostos pela natureza dos rios, detritos, peixes e outros animais que fazem parte da vida marinha) e também possibilitar a criação de um modelo de fácil instalação em comunidades isoladas de difícil acesso da Amazônia e em todo Brasil, no sentido de melhorar a qualidade de vida das pessoas que ali se encontram.

**Palavras-chave:** Amazônia. Hidrocínética. Turbina. Geração de energia.

## **Hydrokinetic turbine for isolated communities in the Amazon: improvement and suitability of the product's use**

### **ABSTRACT**

*The Amazon needs to expand its energy park, but the environmental impacts caused by the construction of large hydroelectric plants are a concern, the best known being the flooding of forests and the displacement of populations. In addition, many communities are not benefiting from energy from hydroelectric plants located in the region due to the lack of substations. It is common to observe transmission networks cutting cities that are totally dependent on diesel powered generators. Knowing that the Amazon is rich in natural energy sources, it is essential to recognize the value of these natural resources for the creation of energy production mechanisms. It is called "green ocean" scientists because the process of cloud formation is similar to what happens over the oceans. In the Amazon there are a very large number of watercourses, which have rapids or rapids that can be used to generate energy using the kinetic energy of river currents. From this factor, the Federal University of Maranhão decided to create a project to improve the existing products related to the generation of energy through the river currents. This project aims to remedy some of the shortcomings presented by current models (such as the obstacles imposed by the nature of rivers, debris, fish and other animals that are part of marine life) and also to create a model of easy installation in isolated communities of difficult access to the Amazon and throughout Brazil, in order to improve the quality of life of the people who are there.*

**Keywords:** Amazon. Hydrokinetics Turbine. Power generation.

## **Turbina hidrocínética para comunidades aisladas en la Amazonia: mejora y adecuación del uso del producto**

### **RESUMEN**

*El Amazonas necesita expandir su parque energético, pero los impactos ambientales causados por la construcción de grandes centrales hidroeléctricas son una preocupación, la más conocida es la inundación de bosques y el desplazamiento de poblaciones. Además, muchas comunidades no se benefician de la energía de las centrales hidroeléctricas ubicadas en la región debido a la falta de subestaciones. Es común observar redes de transmisión que cortan ciudades que dependen totalmente de generadores diesel. Sabiendo que la Amazonía es rica en fuentes de energía natural, es esencial reconocer el valor de estos recursos naturales para la creación de mecanismos de producción de energía. Se le llama a los científicos "océano verde" porque el proceso de formación de nubes es similar a lo que ocurre en los océanos. En la Amazonía hay una gran cantidad de cursos de agua, que tienen rápidos o rápidos que pueden usarse para generar energía utilizando la energía cinética de las corrientes de los ríos. A partir de este factor, la Universidad Federal de Maranhão decidió crear un proyecto para mejorar los productos existentes relacionados con la generación de energía a través de las corrientes de los ríos. Este proyecto apunta a remediar algunas de las deficiencias presentadas por los modelos actuales (como los obstáculos impuestos por la naturaleza de los ríos, escombros, peces y otros animales que forman parte de la vida marina) y también a crear un modelo de fácil instalación en comunidades aisladas. De difícil acceso a la Amazonía y en todo Brasil, para mejorar la calidad de vida de las personas que están allí.*

**Palabras clave:** Amazonia. Hydrokinetics Turbine. Generación de energía.

## INTRODUÇÃO

A carência de eletricidade é uma das maiores deficiências do interior das regiões Norte e Nordeste. Numa área de dimensão continental, de população rarefeita, é chocante o ainda existente cenário de péssima oferta de energia elétrica nas cidades, a maioria não dispondo desse recurso em pelo menos 50% do dia, e de penúria dos ribeirinhos, às voltas com iluminação a lamparina. A proposta deste projeto é centrada no desenvolvimento sustentável, através da implementação de uma turbina hidrocínética no leito de rios. A autogeração de energia é uma forma viável de solucionar a carência energética nos interiores da região amazônica. O sucesso da difusão das técnicas de construção necessariamente passa pela questão de um projeto de inovação e tecnologia desejável para o êxito de qualquer projeto com inclusão social. Além disto, é necessário financiamento para a construção de máquinas que deverão ser definidas pelas técnicas de inovação e aperfeiçoamento do projeto já desenvolvido no ciclo anterior. Esse protótipo de turbina hidrocínética será o modelo modificado de uma usina hidrelétrica convencional, com inovação e praticidade na montagem e sem agredir o curso natural das águas, mantendo o meio ambiente estável. Além disso, não prejudica o sistema de navegação do rio e os peixes não morrerão, pois a turbina possui sistema rotativo conectado com uma roldana que será conectada com uma correia a uma distância a ser estudada em função do nível do rio em caso de enchente. Ao entrar a água para turbina, será utilizado um T com uma válvula para manutenção do sistema. O sistema de conexão para turbina será todo pré-moldado.

## OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

### OBJETIVO GERAL

- Inovar uma turbina hidrocínética para comunidades isoladas, tomando como base as turbinas existentes e também o aperfeiçoamento de produto e adequação do uso da tecnologia.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um modelo teórico de turbina hidrocínético;
- simular um modelo teórico para testar os melhores parâmetros a serem utilizados na construção de um protótipo de turbina hidrocínética;
- formar e capacitar recursos humanos para pesquisar sistemas hidrocínéticos e áreas afins, envolvendo alunos de graduação;
- construir um protótipo de geração de energia para comunidade isolada da Amazônia e também do Maranhão – Brasil.

### METODOLOGIA

O projeto de aperfeiçoamento do protótipo será desenvolvido em quatro partes, conforme a descrição metodológica resumida a seguir. A primeira parte do desenvolvimento consiste em, antes de fazer qualquer alteração no desenho original, simular primeiro as propostas de alterações em um ambiente virtual, utilizando programas computacionais. A modelagem numérica poderá achar a geometria da turbina. Os programas computacionais utilizados serão o COSMOSfloworks, Ansys e matemática para as simulações de fluidodinâmica e Solidworks/Autocad para desenho. Todos esses programas são comerciais e estão disponíveis para a equipe de pesquisadores.

A segunda parte consiste em conceber um projeto arquitetônico do protótipo. Nessa etapa o projeto de engenharia civil deverá ser aperfeiçoado para levar em conta a acomodação dos equipamentos de transmissão da rotação do eixo para o gerador, o sistema de freios e os painéis de controle.

A terceira parte consiste em aperfeiçoar o sistema de distribuição e acumulação da energia gerada. Os quadros de comandos elétricos serão melhorados e o sistema de distribuição para os locais de consumo projetados em função da potência disponível. Um sistema para acumulação de energia em baterias bem como sua integração ao sistema principal deverá ser concebido para que a potência média gerada seja mantida permanentemente.

A última parte consiste em teste de campo do protótipo. Durante um período de tempo a ser especificado, o protótipo será colocado em local a ser definido pela viabilidade técnica e governo do estado para que os usuários possam utilizar a energia gerada e eventuais problemas relatados. Baseados nos testes de campo, novos aperfeiçoamentos serão concebidos de modo que, ao final do prazo do projeto, um equipamento pronto possa ser utilizado mediante condições mínimas de velocidade da correnteza. As condições mínimas farão parte do manual da turbina hidrocínética e dos equipamentos e constituirão o principal requisito para a sua instalação em determinada localidade.

### **ETAPAS DE EXECUÇÃO DO PROJETO COM RESPECTIVO CRONOGRAMA DE ATIVIDADES**

As etapas de execução do projeto e atividades a serem desenvolvidas em cada etapa, assim como o cronograma a ser seguido, estão listadas a seguir:

Etapa 1: Desenvolvimento de modelo matemático e computacional do sistema.

Etapa 2: Execução de simulações computacionais.

Etapa 3: Elaboração do projeto arquitetônico da interface mecânica.

Etapa 4: Elaboração do projeto de engenharia da interface mecânica (conforme potência especificada).

Etapa 5: Estudo mecânico e projeto técnico do sistema.

Etapa 6: Desenvolvimento de projeto para a interface (acoplamento do eixo) da turbina com o gerador elétrico.

Etapa 7: Desenvolvimento de estudos de adequação dos geradores elétricos.

Etapa 8: Desenvolvimento de projeto eletrônico, conexões, iluminação, carregamento de baterias.

Etapa 9: Desenvolvimento de projeto do quadro de comando do sistema elétrico/eletrônico.

Etapa 10: Execução do projeto de engenharia da interface mecânica.

Etapa 11: Montagem do sistema mecânico da interface (conexões) com o gerador.

Etapa 12: Execução da montagem do quadro elétrico/eletrônico.

Etapa 13: Estudo das condições do local de instalação da turbina hidrocínética.

Etapa 14: Pesquisa social antes de implantação do projeto no local designado.

Etapa 15: Teste computacional do sistema.

Etapa 16: Relatório final.

### **RESULTADOS ESPERADOS**

O principal produto esperado ao fim da execução da proposta é a da construção de uma usina hidrelétrica de pequeno porte, por meio da turbina hidrocínética, após ser montada ao lado de rios de regiões onde as comunidades têm dificuldades de acesso à energia elétrica. Após testes e estudos de viabilidade e com o sucesso da ideia, a equipe estudará propostas de reprodução em escala, apoiados por agências de fomentos, empresas e o próprio governo, a fim de beneficiar as comunidades mais carentes da região amazônica.

### **POTENCIAL DE IMPACTO DOS RESULTADOS DO PONTO DE VISTA TÉCNICO-CIENTÍFICO, DE INOVAÇÃO, DIFUSÃO, SOCIOECONÔMICO E AMBIENTAL**

A Amazônia tem necessidade de expandir seu parque energético, porém os impactos ambientais causados pela construção de grandes usinas hidrelétricas são de intensa preocupação, sendo os mais conhecidos a inundação de florestas e o deslocamento de populações. Além disto, muitas comunidades não são beneficiadas com a energia vinda das usinas hidrelétricas localizada na região devido à inexistência de subestações. É comum observar redes de transmissão cortar cidades que são totalmente dependentes de geradores movidos a diesel.

O modelo desenvolvido de turbina hidrocinética é específico para regiões remotas e comunidades isoladas e visa sanar algumas deficiências apresentadas pelos modelos atuais, como, por exemplo: **Os obstáculos impostos pela natureza dos rios, detritos, peixes e outros animais que fazem parte da vida aquática**, e também possibilitar a criação de um modelo de fácil instalação em comunidades isoladas de difícil acesso da Amazônia e em todo o Brasil. Tem sentido de contribuir para sanar as dificuldades energéticas existentes, em que redes de transmissão não podem ser levadas, impossibilitando que pessoas ali residentes obtenham seus direitos de cidadãos.

A realização desse projeto vai oferecer uma oportunidade de ensino e aprendizado para alunos de graduação que se envolverem na atividade, além de beneficiar comunidades isoladas que não têm acesso à energia elétrica. Trata-se de um projeto multidisciplinar, uma vez que abrange as mais variadas áreas de ensino.

Grande parte das atividades do projeto serão desenvolvidas no Laboratório do Núcleo de Inovação e Energia. As parcerias serão dadas no decorrer do projeto, mas o próprio laboratório conta com toda a disponibilidade técnica necessária.

## **PERSPECTIVAS DE COLABORAÇÕES INTERINSTITUCIONAIS PARA A EXECUÇÃO DO PROJETO**

Até o momento não temos fechado qualquer acordo com outras instituições, mas em outros projetos coordenados pela equipe do projeto acertou-se colaboração com o Instituto Federal Tecnológico do Maranhão, através do Departamento de Engenharia de Materiais.

## **RECURSOS FINANCEIROS**

Este projeto conta somente com recursos financeiros próprios do laboratório do Núcleo de Inovação e Energia e da Universidade.

## **DISPONIBILIDADE EFETIVA DE INFRAESTRUTURA E DE APOIO TÉCNICO**

O Laboratório do Núcleo de Inovação e Energia tem infraestrutura disponível para cumprir todas as etapas do projeto, como uma oficina mecânica totalmente equipada, disponível no Departamento de Física da UFMA. O laboratório conta também com computadores dedicados à realização das simulações, otimização e desenho da turbina hidrocinética.

**CRONOGRAMA**

ETAPA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
2							x	x	x	x	x	x												
3			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
4						x	x	x	x	x	x	x												
5									x	x	x	x												
6									x	x	x	x												
7									X	x	x	x												
8									x	x	x	x												
9									x	x	x	x												
10													x	x	x	x	x	x						
11													x	x	x	x	x	x						
12																x	x	x	x	x				
13													x	x	x	x	x	x	x	x				
14																x	x	x	x	x				
15																				x	x	x	x	x
16																				x	x	x	x	x

**ORÇAMENTO DETALHADO**

Tabela 1 – Custeio: relação de materiais

Material de Consumo	Unidade	Quantidade	PREÇO ( R\$)
Eixo-d, volante, correias, mancal de rolamento, rolamentos, corrente de rolos, coroa dentada, parafusos	Metro	1	R\$ 4.000,00
Quadro de comando	Peça	1	R\$ 1.000,00
Materiais de alvenaria (cimento, tijolos, areia, pedra brita e ferro)	Metro quadrado	X	R\$ 4.000,00
Componentes eletrônicos (fios elétricos, lâmpadas, LEDs e acessórios)	Peça	X	R\$ 2.000,00
Chapa e tubos (galvanizada alumínio, cobre, inox)	Peça	4	R\$ 6.000,00
Diárias	X	16	R\$ 5.120,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 22.120,00</b>

Tabela 2 – Custeio: serviços de terceiros

<b>Serviços de terceiros- pessoa jurídica</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Justificativa</b>	<b>PREÇO (R\$)</b>
Soldador/lanterneiro	01	Profissional para soldagem	R\$ 4.000,00
Engenheiro civil e técnicos	02	Profissional para projetar montar sistema	R\$ 9.000,00
Torneiro mecânico	01	Profissional para construção de peças	R\$ 9.000,00
Pintor	01	Profissional para pintura da turbina depois de montada	R\$ 2.000,00
Eletricista	01	Profissional para montagem da parte elétrica	R\$ 2.800,00
Técnico em eletrônica/ eletrotécnica	01	Profissional para montagem de circuitos eletrônicos	R\$ 5.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 31.800,00</b>

Tabela 3 – Capital: relação de materiais permanentes

<b>Material</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>PREÇO ( R\$)</b>
Notebook para serviço de campo e para as simulações da otimização da turbina	Peça	01	R\$ 3.000,00
Gerador elétrico	Peça	01	R\$ 3.000,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 6.000,00</b>

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. D. *Computational Fluid Dynamics: The Basis with Applications*. New York: McGraw-Hill, 1995.

COSMOS. *Introducing COSMOSFloWorks*. 2005.

FERZIGER, J. H.; PERIC, M. *Computational Methods for Fluid Dynamics*. 3<sup>rd</sup> ed. [S.l.]: Springer, 2002.

POTTER, M.C.; WIGGERT, D.C.; HONDZO, M. *Mecânica dos Fluidos*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. 688p.

WESSELING, P. *Principles of Computational Fluid Dynamics*. [S.l.]: Springer, 2001.