

BANCADA EDUCATIVA DE UMA TURBINA HIDROCINÉTICA EM ESCALA REDUZIDA

REDUCED SCALE HYDROKINETIC TURBINE FOR EDUCATION PURPOSES

SILVA, R. N. da¹

Universidade Estadual do
Maranhão (UEMA)

OLIVEIRA, F. L. de²

Universidade Estadual do
Maranhão (UEMA)

ÁVILA, E. J. M.³

Universidade Estadual do
Maranhão (UEMA)

ALVES, J. P. V.⁴

Universidade Estadual do
Maranhão (UEMA)

RESUMO

A sociedade moderna precisa de uma demanda cada vez maior de energia para continuar desenvolvendo e mantendo suas atividades diárias. Nesta perspectiva, este trabalho apresenta o desenvolvimento e a elaboração de um banco didático que demonstra e simula os fenômenos da geração de energia elétrica por meio de um sistema hidrocínético, sendo apresentado a alunos do ensino médio da rede pública de São Luís, com o objetivo de disseminar e despertar o interesse desses estudantes em relação à geração e consumo de energias renováveis. O trabalho foi realizado em etapas que incluíram a construção, testes e apresentação da bancada, aplicação de um questionário aos alunos e avaliação das respostas do questionário. Com isso, verificou-se que há um déficit no conhecimento dos estudantes em relação às tecnologias de fontes renováveis e ao potencial energético do litoral do estado do Maranhão, Pará e Amapá para a construção de usinas de geração de energia oceânica.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Oceânica. Bancada de Ensino. Turbina Hidrocínética.

ABSTRACT

Modern society needs an ever-increasing demand for energy to continue developing and maintaining its daily activities. In this perspective, this work presents the development and preparation of a didactic bench that demonstrates and simulates the phenomena of electric energy generation through a hydrokinetic system, being presented to students of public High School units of the City of São Luís, to disseminate and arouse the interest of these students about the generation and consumption of renewable energies. The work was carried out in stages that included the construction, tests and presentation of the bench, application of a questionnaire to the students and evaluation of the answers of the questionnaire. With this, it was verified that there is a deficit in the students' knowledge regarding technologies of renewable sources and the potential of the coast of the States of Maranhão, Pará and Amapá for construction of ocean energy plants.

KEYWORDS: Oceanic Energy. Teaching Bench. Turbine Hydrokinetic.

1. Introdução

O contínuo crescimento da população mundial e o desenvolvimento tecnológico da sociedade moderna exige um aumento na demanda por energia, necessitando de uma reconfiguração da matriz energética para um modelo mais ecológico baseado em energias renováveis.

Atualmente, a energia utilizada para suprir as necessidades humanas é proveniente de fontes de recursos não renováveis, como as fontes térmicas. Essas formas de captação de energia elétrica põem em risco a integridade do meio ambiente, uma vez que sua utilização gera gases tóxicos, inundação de grandes áreas e conseqüentemente a geração de metano proveniente da decomposição de resíduos florestais, gerando assim uma necessidade de utilização de fontes de energia limpa (BRANCO, 2004; ZANONI, 2015).

Essa necessidade vem motivando o desenvolvimento de novas tecnologias para a extração de energia por meio das ondas e correntes marítimas, as quais representam um potencial enorme para atender às necessidades mundiais (CRUZ, 2004; TOLMASQUIM, 2016). E por apresentar regiões que possuem características que viabilizam a produção de energia do fluxo de água o Brasil passa a ser um forte candidato ao desenvolvimento de tecnologias para produção e distribuição de energia elétrica, no entanto são necessários investimentos em pesquisas.

As vantagens das correntes marítimas estão no fato das mesmas serem extraídas de várias formas sem a necessidade de construção de barragens, operando apenas com a rotação de turbinas, pois barragens geram grandes impactos ambientais devido às áreas inundadas (TOLMASQUIM, 2016).

O funcionamento de uma turbina hidrocínética se dá pelo aproveitamento da energia cinética da água, que é convertida em energia elétrica por meio dos geradores. Além disso, pode funcionar em uma grande variedade de rios, desde os pequenos aos grandes sem interromper o fluxo natural das águas e também com o movimento das

marés (SILVA et al., 2011).

Nesse contexto, é interessante que haja investimento no desenvolvimento de tecnologias para conversão de energia, bem como a disseminação dos conhecimentos para a sociedade do uso responsável da energia, da preservação das fontes de energia renováveis como rios, córregos, mares e oceanos (SALE, JONKMAN e MUSIAL, 2009).

Para o Brasil em particular, essa tecnologia apresenta uma grande oportunidade já que possui cerca de 8500 km de costa, sendo cerca de 640 km contidos apenas no estado Maranhão e apresenta características adequadas a aplicação de tecnologias para exploração de energia hidrocínética (SILVA, PEREIRA e OLIVEIRA, 2016).

Os estados do Maranhão, Pará e Amapá possuem uma enorme vantagem, pois contam com a maior variação de maré do Brasil, e uma das maiores do mundo sendo da ordem de 8 metros e com velocidade de correnteza que chega a 3 m/s e comporta grandes parques industriais demandando uma enorme quantidade de energia (SILVA, PEREIRA e OLIVEIRA, 2016).

Embora, haja os incentivos legais para o desenvolvimento de tecnologias renováveis, o investimento nessa área ainda tem sido potencializado ao longo dos últimos anos. Sendo assim, é preciso levar à sociedade e às escolas os aspectos relevantes e duradouros dos conhecimentos científicos em relação ao tema (POZO e CRESPO, 2009; SILVA et al., 2011). Esses conhecimentos não chegam até as escolas devido à introdução de forma vaga, desconsiderando as dificuldades dos alunos sem conhecer os princípios básicos por trás da física das conversões de energia (ASSIS e TEIXEIRA, 2003).

Diante do exposto, este trabalho propõe a construção de uma maquete/bancada de uma turbina hidrocínética em escala reduzida, a fim de apresentar em escolas da rede pública do ensino médio e a aplicação de um questionário a fim de quantificar o entendimento desses alunos sobre o tema. Desta forma, estimulando o interesse dos alunos pela energia sustentável.

A maquete desenvolvida é uma bancada didática capaz de reproduzir e simular os fenômenos de geração de energia elétrica através da energia cinética contida nas correntezas d'água, a fim de demonstrar aos alunos o princípio de funcionamento dessa tecnologia.

Nesta perspectiva a veiculação desse conhecimento permitirá aos alunos compreenderem o funcionamento de um sistema de geração de energia a partir do fluxo de água, ou seja, da correnteza, como também despertar o interesse dos jovens sobre o tema, pois a utilização de meios didático-pedagógicos otimiza o processo de conscientização e educacional (MEDEIROS et al., 2018; PANDINI et al., 2017).

O desenvolvido deste trabalho foi baseado nas Diretrizes Curriculares do Maranhão (DCM) (MARANHÃO, 2014), uma vez que os centros de ensino são direcionados a expandir os conhecimentos, talentos e a capacidade dos alunos para o contexto voltado às necessidades atuais da sociedade. Por fim, apresentou-se o funcionamento da bancada hidrocínética e esclarecimento de dúvidas que surgiram em relação ao sistema de geração de energia elétrica.

2. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento consistente do projeto, foi elaborado um passo a passo das etapas a serem cumpridas com o intuito de alcançar os objetivos traçados neste trabalho. As etapas consistiram em:

- Desenvolvimento do projeto e construção da bancada;
- Ir às escolas testar os conhecimentos dos alunos em relação à questão das energias renováveis por meio de um questionário de múltipla escolha, realizar apresentação, mostrar o funcionamento da bancada e esclarecer dúvidas dos alunos sobre o tema;
- Análise estatística do questionário desenvolvido por meio de gráficos.

As etapas de elaboração desta pesquisa são descritas a seguir, apresentando-as em ordem cronológica e os passos do

desenvolvimento do projeto.

Desenvolvimento da Bancada

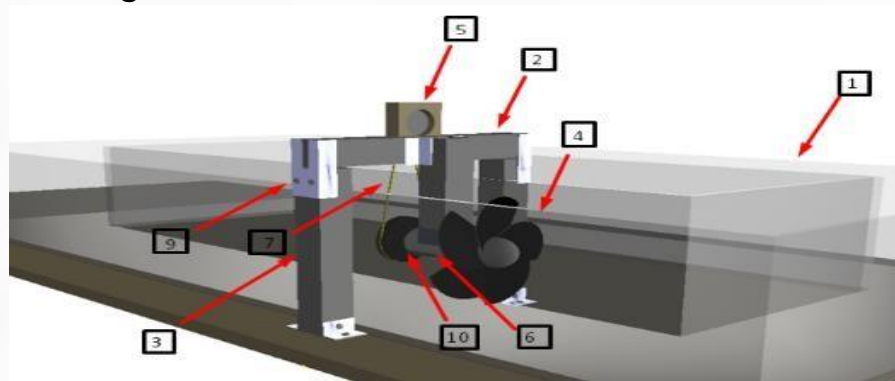
Inicialmente, para o desenvolvimento do projeto de maneira organizada, realizou-se uma revisão bibliográfica a fim de obter dados sobre o tema, bem como um conhecimento mais aprofundado do assunto para posteriormente ser discutido nas palestras apresentadas na escola.

Dessa forma, realizou-se em paralelo pesquisas por modelos de bancadas de geração de energia hidrocínética já utilizado que poderia ser aplicado como modelo para o trabalho em questão. As pesquisas partiram de um conceito inicial de bancada já idealizado. Procurou-se através de sites, livros e publicações, observações que fossem não só interessantes para o projeto, mas que viessem a despertar nos alunos os seus pensamentos críticos e a sua autonomia como cidadão (SILVA et al., 2011; MEDEIROS et al., 2018; PANDINI et al., 2017). Para o desenvolvimento da bancada levantou-se os seguintes critérios que deveriam ser atendidos:

- Desenvolvimento do projeto e construção da bancada;
- Ser leve e dimensões razoáveis para o transporte em carro particular;
- Conter uma corrente de água ilustrando o movimento dos rios/oceanos;
- Possuir um dispositivo conversor da energia cinética em energia elétrica;
- Ser transparente para a máxima observação de todos os componentes;
- Demonstrar por meio de instrumentos a efetividade da geração de energia na bancada.

Após o levantamento dos critérios construtivos do projeto, uma modelagem em CAD 3D do protótipo foi desenvolvida no software Autodesk Inventor versão acadêmica a qual passou por vários processos de adaptação e mudanças, tendo como objetivo a melhoria nos resultados. Na Fig. 1 é apresentado o protótipo desenvolvido com seus principais componentes.

Figura 1 - Bancada hidrocínética em CAD 3D



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

No quadro 1 são apresentados todos os materiais utilizados na construção da bancada hidrocínética, sendo indicados pelos números de cada item na Fig. 1.

Quadro 1 - Lista de materiais utilizados na construção

Nº	ITENS	Material
1	Canal	Redoma de acrílico 4mm
2	Suporte horizontal	Perfil de madeira 19mm x 19mm
3	Suporte vertical	Perfil de madeira 19mm x 19mm
4	Turbina	Hélice de plástico (ABS)
5	Gerador Elétrico	Motor de DVD RF 300CA-169
6	Eixo	Barra rosca de 6mm
7	Correia	O'ring 1.5mm x 14mm
8	Fixação do suporte	Chapas de alumínio
9	Presilhas do suporte	Chapas de alumínio
10	Mancal de rolamento e transmissão mecânica	Rolamento SKF 624zz 6 mm x 10 mm e Polias (ABS)

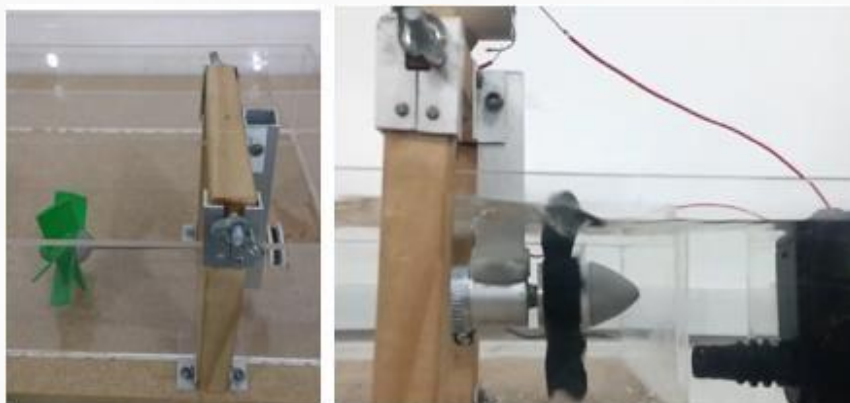
Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Construção da Bancada

A seleção dos materiais para a bancada deu-se de acordo com a necessidade do projeto e conforme o mesmo ia sendo desenvolvido, substituindo componentes menos confiáveis por aqueles que atendessem melhor os objetivos

como o caso do mancal de deslizamento que teve de ser substituído por um mancal de rolamento vedado, uma vez que este possibilita uma rotação mais uniforme do eixo. Essa alteração implicou na modificação de boa parte do projeto, ver Fig. 2.

Figura 2 - Modificação do sistema principal motriz.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

A escolha dos principais componentes deu-se em função dos critérios construtivos como, dimensões máximas de 1.2m x 0.7m para a redoma e formando um circuito para a água, a corrente de água gerada por meio da bomba submersa para fonte (1000 L/h), Motor de DVD RF 300CA-169 como gerador elétrico, redoma em acrílico diminuindo os riscos de corte em caso de quebra, multímetro Digital HiKari HM-1000 para medir a corrente e tesão gerado no experimento.

Apresentação e levantamento dos Dados

A apresentação deu início com a aplicação do questionário, mostrado na Fig. 3, com perguntas que instigassem os alunos a se questionarem sobre o tema, como é o caso da pergunta 4, que questiona seu conhecimento a respeito da posição do Brasil na implantação de energias renováveis. Foram distribuídos 30 questionários, e a análise é mostrada na seção III.

Figura 3 - Questionário aplicado aos alunos

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
Centro de Ciências Tecnológicas – CCT
Curso de Engenharia Mecânica - DEM

Questionário – Energias Renováveis

1 – Você já ouviu falar em energias renováveis? Se sim, onde

<input type="checkbox"/> Sim. Redes sociais.	<input type="checkbox"/> Sim. Na escola.
<input type="checkbox"/> Sim. TV e rádios.	<input type="checkbox"/> Não.
<input type="checkbox"/> Sim. Campanhas publicitárias.	<input type="checkbox"/> Outras. _____

2 – Quais tipos de energias renováveis você conhece?

<input type="checkbox"/> Energia Eólica.	<input type="checkbox"/> Energias Oceânicas.
<input type="checkbox"/> Energia Solar.	<input type="checkbox"/> Nenhuma.
<input type="checkbox"/> Energia de Biomassa.	<input type="checkbox"/> Outras. _____

3 – Quais vantagens da utilização das energias renováveis?

<input type="checkbox"/> Redução da poluição atmosférica.	<input type="checkbox"/> Melhorar a qualidade de vida.
<input type="checkbox"/> Preservação do meio ambiente.	<input type="checkbox"/> Nenhuma.
<input type="checkbox"/> Destruição do meio ambiente.	<input type="checkbox"/> Outras. _____

4 – Quais são os principais tipos de fontes de energia renováveis utilizados no Brasil atualmente, para geração de energia elétrica:

<input type="checkbox"/> Eólica;	<input type="checkbox"/> Biomassa;
<input type="checkbox"/> Solar;	<input type="checkbox"/> Oceânica;
<input type="checkbox"/> Nuclear;	<input type="checkbox"/> Termelétrica;
<input type="checkbox"/> Hidrelétrica;	

5 – Você acha que no Maranhão é possível obter energia elétrica a partir de quais fontes de energias renováveis?

<input type="checkbox"/> Eólica;	<input type="checkbox"/> Biomassa;
<input type="checkbox"/> Solar;	<input type="checkbox"/> Oceânica;
<input type="checkbox"/> Nuclear;	<input type="checkbox"/> Termelétrica
<input type="checkbox"/> Hidrelétrica;	

Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Foi realizada ainda uma apresentação em PowerPoint sobre geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, destacando a energia das correntes d'água, bem como orientações para o consumo consciente de energia elétrica e dando

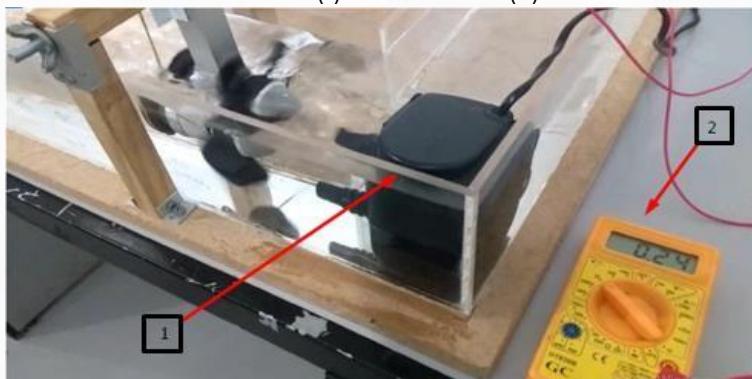
destaque ao potencial energético do litoral do Maranhão. Por fim, apresentou-se o funcionamento da bancada hidrocínética e esclarecimento de dúvidas que surgiram em relação ao sistema de geração de energia elétrica.

3. Resultados e Discussões

A bancada de geração de energia foi desenhada em softwares CAD e construída na própria universidade utilizando materiais acessíveis. Esta bancada possui dimensões

que permitem a locomoção às escolas para demonstração aos alunos. A Fig. 4 apresenta os aparatos utilizados para os testes.

Figura 4 - Bomba submersa (1) Multímetro (2) utilizado na bancada.



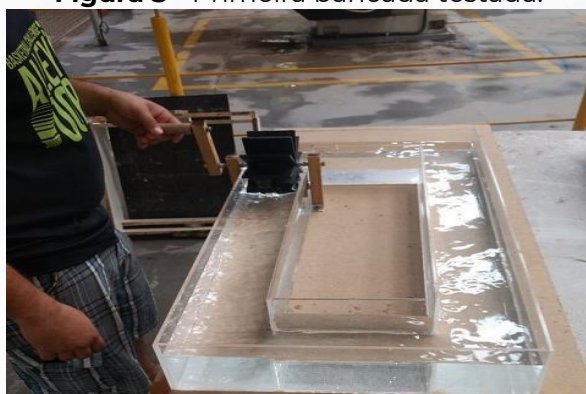
Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Testes da bancada hidrocínética

Primeiramente utilizou-se uma roda d'água acionado por manivela para produzir

a corrente d'água necessária para a rotação da turbina e geração da energia elétrica, ilustrada na Fig. 5.

Figura 5 - Primeira bancada testada.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

No entanto, este sistema apresentou-se ineficiente para produção de energia, uma vez que, o fluxo não foi contínuo e a velocidade da correnteza produzida foi insuficiente para rotação da turbina. A devida substituição da roda d'água não só gerou um fluxo de água contínuo como também suficiente para rotação da turbina.

Na Fig. 6 pode-se observar a geração de

energia por meio do fluxo de água. Embora a tensão produzida seja baixa, cerca de 0,25 a 0,30 V, é o suficiente para demonstrar o mecanismo de obtenção de energia elétrica a partir dessa fonte renovável. A tensão foi produzida devido ao tipo de gerador utilizado na bancada. Para uma produção de tensões maiores, a escala do projeto deve ser ampliada.

Figura 6 - Bancada gerando energia por meio da corrente d'água.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Após realização dos testes e modificações, realizou-se a apresentação e demonstração da bancada hidrocínética na escola.

Apresentação na escola

Antes de iniciar às apresentações, realizou-se um questionário (ver Fig. 3) para

avaliação dos conhecimentos dos alunos sobre as energias renováveis, suas aplicações e benefícios. As apresentações seguiram duas etapas, uma apresentada para turma do 1º ano do ensino médio, a outra com a turma do 2º e 3º ano do ensino médio. As Figs. 7 e 8 ilustram, respectivamente, as duas etapas.

Figura 7 - Apresentação para a turma de 1º ano do ensino médio, (a) apresentação em mídia, (b) apresentação do experimento.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

No primeiro momento por meio de mídias foi exposto aos alunos formas conscientes de consumir energia, as vantagens para os consumidores e os conceitos das energias renováveis, bem como

seus benefícios para a comunidade local e global. Foi apresentado também aos alunos o conceito da energia hidrocínética, o qual é o foco do trabalho em questão.

Figura 8 - Apresentação para alunos do 2º e 3º ano do ensino médio, (a) apresentação em mídia, (b) apresentação do experimento.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Em um segundo momento, os alunos foram conduzidos até uma área externa onde a bancada já se apresentava devidamente instalada e funcional, ilustrada nas Figs. 7(b) e 8(b), com o objetivo de demonstrar na prática o conceito da energia hidrocínética, bem como sanar dúvidas surgidas durante o primeiro momento. Discutir essa temática nas escolas desperta nos alunos um olhar diferenciado para as questões sociais, e ambientais, contribuindo para uma formação crítica e reflexiva sobre as questões pertinentes a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

Avaliação dos resultados da bancada e do questionário

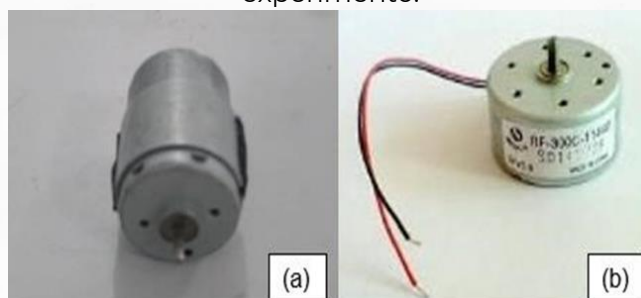
A bancada alcançou o objetivo de gerar energia por meio da corrente d'água, embora foi apresentado dificuldades que exigiu uma reconfiguração de projeto, já que os mancais

trabalham submersos, o que necessitou de uma atenção redobrada para evitar oxidação.

Durante o processo construtivo deparou-se com problemas relacionados à hostilidade de componentes mecânicos no meio subaquático, enriquecendo não só o conhecimento pessoal, mas também agregando valor à apresentação oferecida aos alunos.

A velocidade de correnteza obtida foi em torno de 1m/s, fazendo com que o sistema de transmissão de potência se tornasse um empecilho, já que uma calibragem precisa é necessário ser alcançada para uma rotação contínua do rotor sem que haja forças de atrito significativas nem desalinhamento entre os eixos da turbina e gerador. No processo de geração de energia, é fundamental que a força mecânica aplicada ao gerador seja suficiente para conseguir vencer a força magnética interna do gerador.

Figura 9 - Motores testados, (a) Motor utilizado nos primeiros testes, (b) Motor utilizado no experimento.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

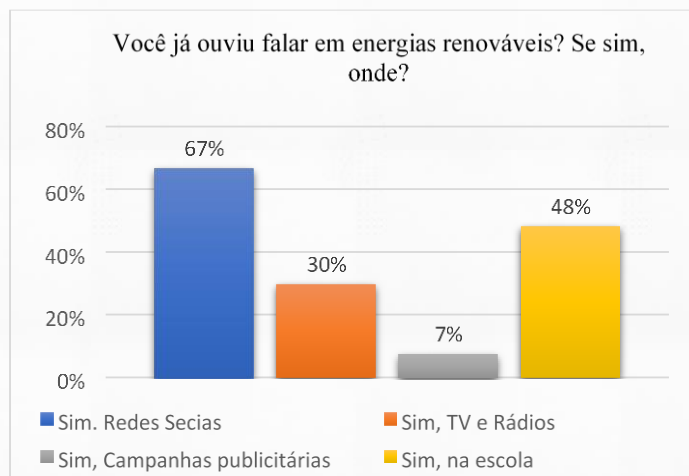
Foi utilizada uma relação de 5:1 para o sistema de transmissão por correia, sendo a geração de energia alcançada apenas quando utilizado um motor de DVD, Fig. 9(b), após testes com motores diferentes, já que esse último oferece pouca força magnética interna, diferente do motor de impressora, Fig. 9(a), o qual, dado a escala da bancada, exigiu forças além do oferecido pelo sistema turbina-transmissão.

O questionário aplicado antes das apresentações gerou dados importantes sobre o conhecimento prévio dos alunos em

relação ao tema das energias renováveis e a forma como é apresentado aos alunos. Todas as perguntas são de múltiplas escolhas, em que os alunos poderiam marcar várias opções de acordo com o conhecimento sobre o tema.

Na Fig. 10 pode-se observar que a escola possui um papel muito importante na divulgação de tais conhecimentos, ficando atrás apenas das redes sociais, as quais têm bastante influência sobre as pessoas na sociedade moderna, ficando com 48% e 67% respectivamente na divulgação do tema.

Figura 10 - Gráfico com percentuais das respostas da 1ª pergunta do questionário.

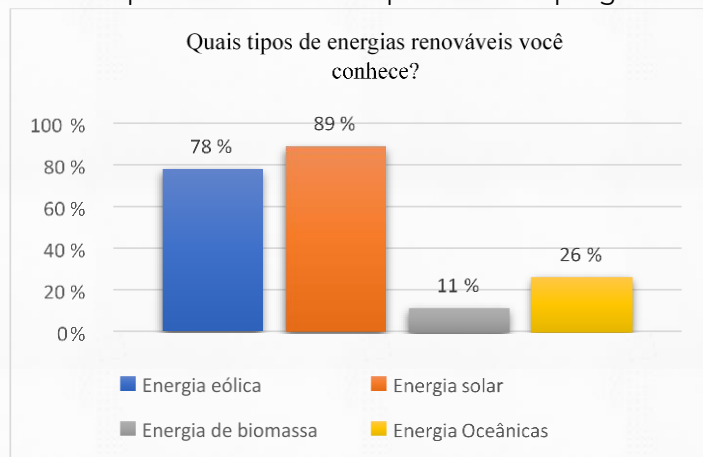


Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Na Fig. 11 observa-se que a tecnologia de aproveitamento dos oceanos para geração de energia ainda é desconhecida por maioria dos alunos, onde 74% não tinham conhecimento destas, perdendo apenas para a energia de biomassa. Nesse ponto é válido

ressaltar a importância do trabalho em questão, a fim de elevar a compreensão dos alunos do ensino médio sobre esse tema, lançando luz sobre a capacidade inerente de São Luís-MA comportar tais tecnologias.

Figura 11 - Gráfico com percentuais das respostas da 2ª pergunta do questionário.

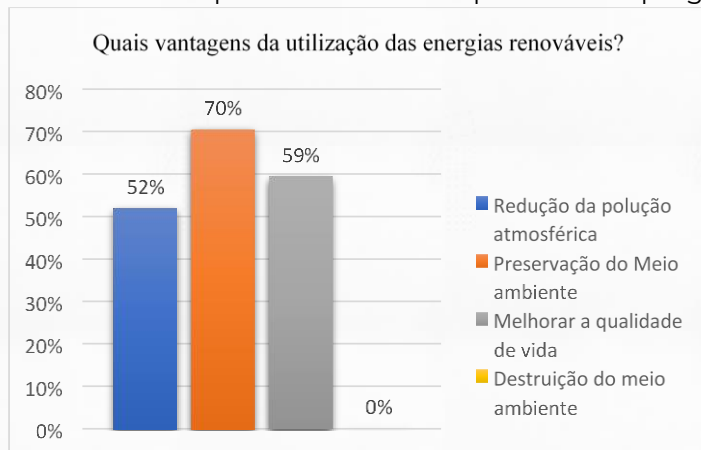


Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Na Fig. 12 é observado que o conhecimento quanto às vantagens das energias renováveis já é bastante conhecido entre os alunos, visto que, cerca de 70%

sabiam que as energias renováveis contribuem para a prevenção do meio ambiente.

Figura 12 - Gráfico com percentuais das respostas da 3ª pergunta do questionário.

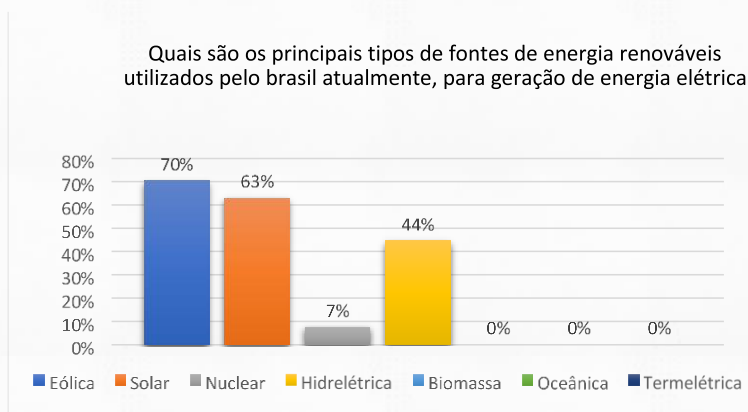


Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Na Fig. 13 apresenta a imagem que é repassada aos alunos pela falta de investimento no setor de energias oceânicas, sendo que no Ceará, no Porto de Pecém-CE, há uma estação de geração das ondas, a primeira do país. Há ainda, esforços para instalação de uma usina na Barragem do Bacanga, em São Luís-MA, devido ao enorme

potencial energético (PIACENTINI, 2016). No entanto, o uso da Barragem do Bacanga é um projeto de aproveitamento hidrocínético da década de 1970 que nunca chegou a ser construído e a entrar em operação, e que foi posteriormente inviabilizado pela ocupação urbana no local.

Figura 13 - Gráfico com percentuais das respostas da 4ª pergunta do questionário.

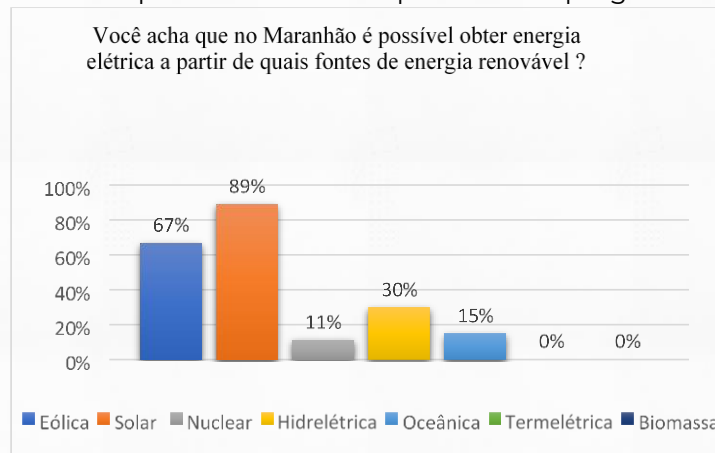


Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

Na Fig. 14 aborda uma questão mais local, o que é curioso ressaltar que cerca de 15% dos alunos entrevistados reconhecem o potencial energético do Maranhão no tocante a geração de energia oceânica, mas esse mesmo percentual não aparece quando é feito aos alunos a pergunta: quais energias renováveis vocês conhecem? (resultado na

Fig. 11), cuja pesquisa aponta para 26%, ou seja, cerca de 80% dos alunos não reconhecem a tecnologia e capacidade do estado do Maranhão em gerar energia elétrica partir do oceano. Ressaltando a necessidade de divulgar esses conhecimentos às escolas.

Figura 14 - Gráfico com percentuais das respostas da 5ª pergunta do questionário.



Fonte: Arquivo pessoal dos autores (2020).

5. Conclusão

O desenvolvimento da bancada foi de suma importância para melhorar a compreensão dos alunos sobre a temática discutida, visto que, durante a apresentação do funcionamento da bancada, surgiram perguntas pertinentes sobre possíveis configurações, vantagens e desvantagens de cada modelo e impactos ambientais gerados na implantação dessas usinas. Durante a apresentação obteve-se o feedback imediato dos alunos com perguntas sobre a melhora da qualidade de vida que a geração de energia renovável traz ao local de implantação, especialmente daqueles que possuem interesse nas áreas de engenharia. O desenvolvimento deste trabalho teve seu objetivo alcançado, pois existe de fato um déficit no conhecimento dos alunos em

relação a tecnologia hidrocínética e o potencial de São Luís para a implantação de usinas de geração de energia elétrica a partir de fontes oceânicas. Os resultados apresentados a partir do questionário evidenciaram esse déficit de conhecimento dos alunos em relação ao tema tratado neste trabalho.

A bancada alcançou o seu propósito de tornar a apresentação mais dinâmica e difundir com maior facilidade os conhecimentos, superando as limitações de cada aluno. Portanto, este trabalho alcançou os objetivos traçados nas Diretrizes Curriculares do Maranhão, em que os conhecimentos acadêmicos devem ser disseminados de forma a desenvolver talentos e a capacidade dos alunos para os problemas e necessidades atuais da sociedade.

Submetido: 07/2020

Publicado: 03/2022

DOI: 10.32356/exta.v22.n2.60068

REFERÊNCIAS

ASSIS, A.; TEIXEIRA, P. B. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciência & Educação**, v. 9, p. 130-145, 2003.

BRANCO, S. M. O. **Meio ambiente em debate**. 3ª. ed. São Paulo: Editora Moderna Ltda, 2004.

CRUZ, J. **Ocean Wave Energy: Current Status and Future Perspectives**. 1ª. ed. Porto: Springer, v. 1, 2004. ISBN 978-3540-74894-6.

MARANHÃO. **DCM – Diretrizes Curriculares. SEDUC - Secretaria de Estado da Educação do Maranhão**. São Luís. 2014.

MEDEIROS, E. C.; MENDONCA, W. R. P.; BARROS, E. E MATHIAS, M. H. Design and evaluation of a research-educational test bench applied to rotor dynamics studies. **IEEE Latin America Transactions**, vol. 16, no. 8, pp. 2161-2167, 2018.

PANDINI, M. M. et al. Design of a Didactic Workbench of Industrial Automation Systems for Engineering Education. **IEEE Latin America Transactions**, v. 15, n. 8, p. 1-8, 2017.

PIACENTINI, P. Faltam estratégias no Brasil para gerar energia das marés. **Ciência e Cultura**, v. vol.68, n. no.3, p. 1-6, 2016.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5ª. ed. Porto Alegre: Armed, 2009.

SALE, D.; JONKMAN, J.; MUSIAL, W. Hydrodynamic Optimization Method and Design Code for Stall-Regulated Hydrokinetic Turbine Rotors. **ASME 28th International Conference on Ocean, Offshore, and Arctic Engineering**, Honolulu. 2009.

SILVA, R. N.; PEREIRA, P. N.; OLIVEIRA, F. L. Estudo experimental de geração de energia elétrica através de ondas e correntes marítimas. **Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica**, 16 agosto 2016.

SILVA, T. R. M.; FIGUEIREDO, S. W. O.; VAZ, J. R. P. e VAZ, D. A. T. D. R. Construção de um protótipo hidrocínético em escala reduzida para geração de energia elétrica aplicado a educação. **COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, 06 outubro 2011.

TOLMASQUIM, M. T. **Energia renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2016.

ZANONI, M. M. V. Emissão de metano por decomposição de resíduo florestal inundado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 173-179, 2015.