

# Geração de energia elétrica por meio do uso do motor Bedini

## Generation of electric energy through the use of the Bedini engine

Ricardo de Freitas Cabral<sup>†‡</sup>, Filipi Souza Gonçalves<sup>†</sup>, Rafael Moreira de Castro<sup>†</sup>, Fernando Cezar Lee Tavares<sup>†</sup>

### Resumo

**Como citar esse artigo.** Cabral, RF; Gonçalves, FS; de Castro, RM; Tavares, FCL. Geração de energia elétrica por meio do uso do motor Bedini : Estudo de caso BR 393 Revista Teccen. 2018 Jul./Dez.; 11 (2): 51-57.

Devido às poluições, ao aumento do consumo, dos custos, e da escassez de energia elétrica, o desenvolvimento sustentável vem servindo de estímulo para a criação de novas fontes de energias. Essa pesquisa foi realizada com a finalidade de aprofundar no estudo de um motor/gerador magnético, denominado motor Bedini, para desenvolver uma nova fonte de energia elétrica ecologicamente correta. O objetivo principal foi o de utilizar o diagrama do carregador de bateria criado por John Bedini, para desenvolver um motor/gerador de energia elétrica, onde poderá ser utilizado principalmente em residências, tratando-se de um motor que converte a energia mecânica em elétrica, e após a adaptação de alguns ímãs permanentes à estrutura do motor, ele transformou-se em um dos meios mais práticos de gerar energia limpa. Para o desenvolvimento técnico da pesquisa foram realizadas as seguintes medidas: cálculo de frequência, capacidade de carga e descarga de baterias e potência. A pesquisa classifica-se como qualitativa, pois houve o levantamento bibliográfico realizado através de livros, artigos e agências nacionais, e estes auxiliaram no entendimento e na realização do projeto experimental, assim foi possível realizar estudos das diversas formas de montagem dos tipos de motores existentes e suas capacidades. O projeto foi desenvolvido no laboratório de usinagem no campus Barra do Pirai do Centro Universitário Geraldo Di Biase, e testes foram realizados no SENAI e no Colégio Batista Americano, onde foram utilizadas as ferramentas e os materiais necessários para montagem e medições do experimento.

**Palavras-Chave:** Baixo custo; Energia ecologicamente correta; Gerador

### Abstract

Due to pollution, increased consumption, costs and shortages of electricity, sustainable development has been a stimulus for the creation of new sources of energy. This research was carried out with the purpose of deepening the study of a magnetic motor / generator, called the Bedini motor, to develop a new source of ecologically correct electric energy. The main objective was to use the diagram of the battery charger created by John Bedini to develop an electric motor / generator, where it can be used mainly in homes, being an engine that converts the mechanical energy into electric, and after adapting some permanent magnets to the motor structure, it has become one of the most practical means of generating clean energy. For the technical development of the research the following measures were carried out: frequency calculation, battery charging and discharging capacity and power. The research is classified as qualitative, since there was a bibliographical survey carried out through books, articles and national agencies, and these helped in the understanding and the realization of the experimental project, so it was possible to carry out studies of the different forms of assembly of the types of existing engines and their capabilities. The project was developed in the machining laboratory at the Barra do Pirai campus of the Geraldo Di Biase University Center, and the tests were carried out at SENAI and at the American Baptist College, where the tools and materials needed to assemble and measure the experiment were used. In the mentioned Municipalities, avoiding environmental impacts from accidents and corrective actions if they happen.

**Keywords:** Low cost; environmentally friendly energy; Generator

### Introdução

Em busca do cumprimento das metas da redução na emissão dos gases poluentes e no constante aumento do preço e do uso da energia elétrica, as indústrias e a população estão à procura de outros meios de geração de energia elétrica. Apesar de no mercado já possuir diversas fontes de energias, sendo elas, hidráulica (hidrelétrica), eólica, carvão, gás natural, solar, petróleo, nuclear, biomassa, geotérmica, marítima e biogás.

Segundo a ANEEL (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA), o sistema elétrico permite

a transição da energia produzida em quase todas as regiões do Brasil, menos em algumas localidades da região Norte, conhecidas como sistemas isolados. Essas localidades do sistema isolado estão sendo gradativamente interligadas com o decorrer dos anos, e, atualmente, somente cerca de 2% do cenário nacional permanece no sistema isolado, mas para ocorrer a interligação é necessária a agressividade ao meio ambiente através de desmatamentos, poluições, e entre outros fatores que prejudicam o bem-estar natural.

A pesquisa desenvolvida teve a finalidade de aprofundar no estudo do motor/gerador magnético,

Afiliação dos autores: <sup>†</sup> Departamento de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Geraldo Di Biase

<sup>‡</sup> Mestrado Profissional em Materiais do Centro Universitário de Volta Redonda

\* Email para correspondência: ricardo.cabral@foa.org.br

que utiliza ímãs permanentes, cujo funcionamento é baseado na interação dos ímãs com a bobina (Barbi, 1985). Devido ao motor/gerador possuir um baixo consumo, parte da energia gerada é utilizada para o motor se auto alimentar e outra parte é enviada para uma bateria secundária, sendo esta armazenada, para que posteriormente venha a ser consumida (Chaves, 2013).

O objetivo geral deste estudo foi utilizar o diagrama do carregador de bateria criado por Bedini (2002), com a sugestão de desenvolver um motor/gerador de energia elétrica que poderá ser utilizado principalmente em residências, com a eficácia de alimentar pequenos eletrodomésticos e ser utilizado para iluminação com o auxílio de lâmpadas de LED (máximo 9W). À vista disso, mostrar sua eficiência, capacidade e proposta de gerar energia de uma forma limpa com um custo acessível, e assim, possibilitar que moradores com o mesmo problema dos sistemas isolados, possam ter acesso à utilização de energia elétrica de uma forma ecologicamente correta.

## Materiais e métodos

O projeto foi desenvolvido no laboratório de usinagem no campus Barra do Piraí do Centro Universitário Geraldo Di Biase (UGB), onde foram utilizadas as seguintes ferramentas: furadeira para fazer os furos no acrílico, pistola de cola quente para colar os componentes elétricos e eletrônicos, chave de fenda para realizar apertos nos parafusos, fita isolante para isolamento, ferro de solda para soldar os fios elétricos e componentes eletrônicos, trena para medições, alicate para cortes necessários. Selecionou-se o material acrílico, com espessura de 0,5 cm, largura de 18 cm e comprimento de 33 cm, para utilizar como base, pois é um material leve, resistente e de fácil manuseio. Também foram fixadas duas bobinas, que são compostas por um carretel enrolado com dois fios de cobre com diferentes espessuras, sendo um de 22 AWG e o outro de 28 AWG. A parte elétrica que é composta por diodos, lâmpada de neon, resistor, transistor e fios, e o rotor que é feito com disco rígido contendo ímãs de neodímio foram fixados em sua superfície. Para o armazenamento da energia gerada e para a alimentação do gerador foi utilizado baterias de 12 V.

Após realizar alguns testes iniciais com o primeiro protótipo foi observado que a bobina (primária) não realizou o trabalho correto, uma vez que foi ligada no sistema elétrico ela não repulsou os ímãs da forma que era esperado, e assim, resultou no travamento do sistema, conforme Dos Reis (2015). Após observar essa dificuldade, foi decidido fazer uma melhoria no núcleo da bobina, diminuindo o tamanho das varetas de solda e retirando seu revestimento, de forma que possibilitou a introdução de mais varetas, tornando o núcleo mais

concentrado.

Ao realizar novos experimentos com a bobina modificada foi observado que o sistema se tornou mais eficiente em comparação ao anterior. Entretanto, o protótipo não realizou o resultado esperado, mas foi possível constatar que a bobina apresentou uma maior força de repulsão.

Através de novos estudos realizados, foi observado neste estudo que uma parte do campo eletromagnético que se concentra no núcleo da bobina, possivelmente foi dissipado pela parte traseira da mesma. Segundo Carro (2011), se o núcleo da bobina estiver bem concentrado e for parcialmente sólido, melhora a eficiência do seu funcionamento. Seguindo esse conceito, foi pesquisado qual seria o material mais adequado para ser utilizado, tendo em vista o desempenho e custo do mesmo, assim o material escolhido foi a massa adesiva plástica branca, da marca Iberê, de forma preencher totalmente o núcleo, para apresentar uma boa eficiência.

Com tais melhorias feitas, foi realizado um novo teste, e foi observado que a bobina passou a repelir os ímãs com mais facilidade. Mas, quando colocada na base do protótipo a bobina repelia o ímã que estava a sua frente e quando o próximo ímã se aproximou ela o repeliu para o lado contrário da rotação, causando novamente o travamento do sistema. Desta forma, gerou-se uma sobrecarga no sistema, causando a queima do transistor.

Através das medições experimentais realizadas foi observado que o motor pode gerar altos picos de tensão que podem variar de 150V à 300V. Seguindo novos conceitos, outro circuito foi montado, onde foram utilizados resistores e diodos mais fortes para tentar suportar estes picos e a carga gerada pela bobina.

Com os testes realizados foi notado que o circuito não foi eficaz para realizar o funcionamento do protótipo, porque não suportou as cargas da bobina, uma vez que ela possui mais de 900 espiras também foi enrolada com cinco filamentos de cobre de 18AWG.

Com todas as dificuldades apresentadas até esta etapa para desenvolver o protótipo, para o novo modelo de bobina multifilar foi decidido montar um novo circuito com uma nova bobina, seguindo o modelo descrito em Lindemann & Murakami (2012, 2013, 2014), mantendo a bobina bifilar e alguns componentes do circuito original.

Foi confeccionada uma bobina bifilar de 800 espiras, com fios de espessuras de 22 AWG (0,64 mm) e de 28 AWG (0,321 mm). Onde um dos fios teve a função de gerar o movimento, produzindo impulsos elétricos que fazem repelir os ímãs, e o outro fio coletou a energia produzida pelo passo dos ímãs e foi assim, destinada à carga, para uma bateria. O núcleo foi montado com varetas de solda elétrica sem revestimento, e posteriormente foi preenchido com a mesma massa adesiva plástica branca utilizada no teste anterior.

O circuito elétrico utilizado foi montado em uma placa eletrônica para facilitar a montagem e para melhorar o seu funcionamento. O rotor foi confeccionado a partir de um disco rígido de HD, onde foram anexados em sua superfície 10 ímãs permanentes de neodímio ao redor do mesmo. Sendo esses ímãs uma das principais modificações realizadas no projeto.

O protótipo da presente pesquisa é apresentado na Figura 1, onde finalmente foi atingido o modelo ideal para as medidas a serem realizadas.

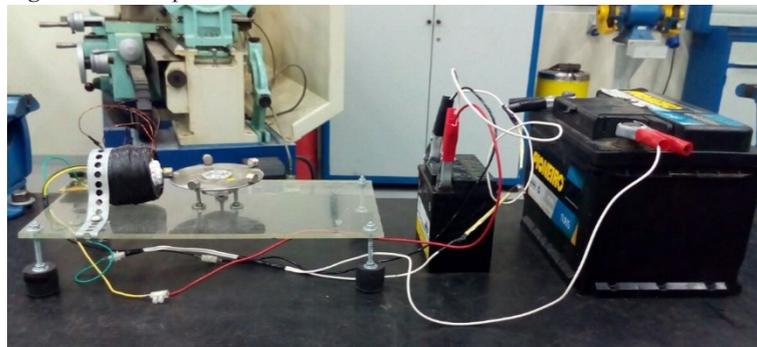
Os testes para verificar o desempenho do motor/gerador foram realizados utilizando as medições de corrente (A) e tensão (V). Elas foram medidas através do equipamento multímetro, sendo um da marca Worker, modelo 100706, e outro da marca Minipa, do SENAI de Valença - RJ.

Para realizar as medições do (RPM) rotação por minuto, foi utilizado o equipamento Tacômetro, marca Minipa, modelo MDT-2244B do SENAI de Valença - RJ.

Já o equipamento osciloscópio da marca Minipa 20MHz, modelo MO-1221G do Colégio Batista Americano, foi utilizado para verificar o comportamento do motor diante de seu funcionamento, ele confirmou os dados obtidos anteriormente através dos cálculos e medições, o que possibilitou medir outras grandezas incapazes de serem medidas através do multímetro e do tacômetro.

Foi utilizada a forma de pesquisa qualitativa, onde foram realizados levantamentos de dados através de livros, artigos e agências nacionais, para assim desenvolver o procedimento experimental. Foram

**Figura 1.** Protótipo Desenvolvido.



Fonte: Os autores, 2017.

observadas características peculiares destes tipos de motores, e algumas dessas foram a capacidade do sistema apresentar um baixo consumo, o seu poder de se auto alimentare e a opção de se anexar mais de uma bobina aoredor do rotor, uma vez que essas bobinas são bifilares, para que o mesmo possa aproveitar melhor o campo magnético dos ímãs que se encontra rodando junto ao rotor.

Para o desenvolvimento técnico da pesquisa foram realizadas as seguintes medidas de cálculo de frequência, capacidade de carga e descarga de baterias e potência. A frequência foi calculada por meio da Equação 1:

$$f = \frac{n \cdot p}{60}$$

Onde:

F = frequência em Hz

N = velocidade em r.p.m

P = número de pólos

Para obter os valores da potência foi utilizado a Equação 2:

$$P = \frac{V^2}{R} \quad (2)$$

Onde:

P = Potência

V = Voltagem

R = Resistência

A Equação 3 permitiu obter o tempo de carregamento da bateria e por quanto tempo permaneceu carregada.

$$A \cdot H = a \cdot h \quad (3)$$

Onde:

A = Amperagem da bateria

H = Tempo de fornecimento de Amperagem

a = Amperagem fornecida.

h = Tempo que permanecerá carregada.

A partir do momento em que a bobina é alimentada através da bateria primária com a carga de 12 V, faz com que se crie um campo eletromagnético, onde o mesmo induziu a rotação do rotor, fazendo com que os ímãs passem em frente a bobina e formem pulsos elétricos, permitindo que ela gere uma energia extra, com um valor maior do que a energia consumida pelo motor.

A energia auxiliar produzida pela bobina é injetada no motor com o auxílio do circuito eletrônico, fazendo com que a bateria primária também seja alimentada, tornando o sistema auto-alimentado. Como o motor possui um consumo baixo, o excesso de energia produzida pelas bobinas é enviado por meio do circuito para uma bateria secundária, onde é armazenada e utilizada para alimentar um inversor. No entanto, poderá posteriormente ser consumida pelo usuário, em equipamentos elétricos de baixa tensão, tais como, notebook, celular e lâmpadas de LED.

Inicialmente, foi elaborada a primeira fase, onde o motor/gerador foi desenvolvido e depois de alimentado por uma bateria primária que forneceu a energia exigida para dar início ao seu funcionamento. Uma

vez inicializado o movimento, o estudo se concentrou em uma segunda fase, a qual corresponde à análise da rotação e a adaptação de uma bateria secundária, e a terceira fase consistia na introdução de um inversor.

## Resultados

A investigação experimental realizada para o motor/gerador de ímãs permanentes tem como objetivo principal determinar as curvas de características do motor para análise. Ao realizá-la foram adotados alguns aspectos, tais como, segurança durante as operações e inspeção dos componentes constituintes do motor. Suas características de funcionamento foram estabelecidas a partir dos vários ensaios realizados, operando o motor/gerador em funcionamento e em modo ligado e desligado à fonte de energia. A ideia principal e inicial foi de se realizar cinco simulações e de relatar e registrar os valores obtidos através das medições de modo a avaliar o comportamento do motor/gerador antes e após o funcionamento (Quadro 1).

Nos Quadros 2 e 3 podem-se observar os valores gerados durante a simulação que funcionou como previsto, onde foram coletados cinco amostragens diferentes das médias, fazendo o desvio padrão, a média da média e o ponto máximo e mínimo dos resultados de tensão e de rotação obtidos.

A Figura 2 apresenta os resultados oriundos das

**Quadro 1.** Tensão em função do RPM.

Amostragens	Simulações									
	1°		2°		3°		4°		5°	
	RPM	Tensão	RPM	Tensão	RPM	Tensão	RPM	Tensão	RPM	Tensão
	607	3,6	627	3,74	641	3,8	621	3,68	628	3,72
611	3,62	630	3,75	641	3,81	623	3,7	629	3,73	
614	3,65	633	3,76	644	3,81	625	3,71	630	3,73	
<b>Médias</b>	610,67	3,62	630	3,75	642	3,81	623	3,7	629	3,73
<b>Média da Média da RPM</b>			626,93			<b>Média da Tensão</b>			3,72	

Fonte: Os autores, 2017.

**Quadro 2.** Análise do (RPM).

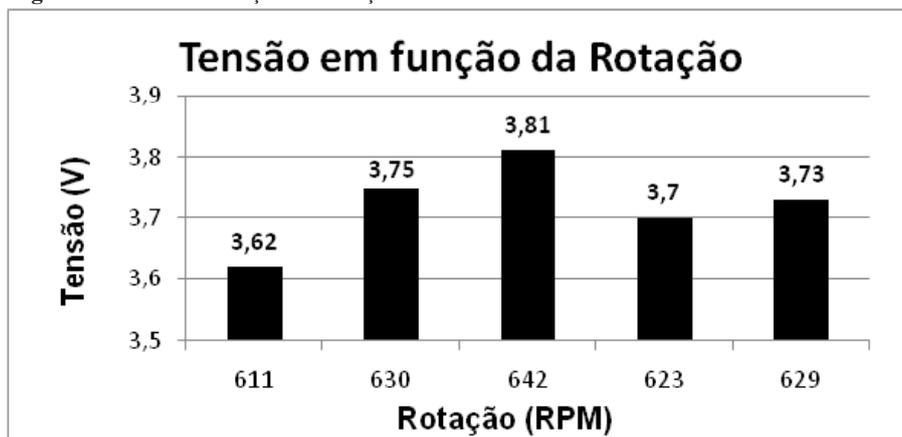
Medidas do RPM				
Quantidade de amostras	5		Desvio padrão	10,1
Medidas RPM	X- $\mu$	(X- $\mu$ ) <sup>2</sup>	Média da média RPM	627
611	-16	256		
630	3	9	MIN	616,9
642	15	225		
623	-4	16	MÁX	637,1
629	2	4		

Fonte: Os autores, 2017.

**Quadro 3.** Análise da Tensão.

Medidas do RPM				
Quantidade de amostras	5		Desvio padrão	0,062
Medidas RPM	X- $\mu$	(X- $\mu$ ) <sup>2</sup>	Média da média RPM	3,722
3,62	-0,102	0,01		
3,75	0,028	0,001	MIN	3,66
3,81	0,088	0,008		
3,7	-0,022	0	MÁX	3,784
3,73	0,008	0		

Fonte: Os autores, 2017.

**Figura 2.** Tensão em função da Rotação.

Fonte: Os autores, 2017.

**Quadro 4.** Comparação dos Resultados.

Modelo de Bedini		Protótipo desta pesquisa	
Voltagem produzida	12,35 V	Média voltagem produzida	3,72 V
Amperagem consumida	0,02 A	Amperagem consumida	0,0038 A
RPM	61,605 RPM	Média do RPM	627 rpm
Potência de consumo	0,015 W	Potência de consumo	0,0076 W
Amperagem produzida	0,0002 A	Amperagem Produzida	0,016 A
Potência de carregamento	0,0028 W	Potência de carregamento	0,060 W
Frequência	200 Hz	Frequência	200 Hz

Fonte: Os autores, 2017.

simulações realizadas com o protótipo, possibilitando assim, a sua análise da tensão em função da sua rotação. Desta forma, é possível observar que quanto maior a rotação, maior é a tensão gerada pelo motor.

Por meio de todos os resultados dos Quadros 1, 2, 3 e da Figura 2 foram realizados os cálculos mencionados anteriormente, obtendo os seguintes valores mostrados no Quadro 4.

Segundo Bedini (2002), para chegar a um funcionamento correto a tensão de saída deve ser inferior a 1 V, e para ser realizada a medição, o motor deve estar em funcionamento. Devido a tensão registrada ser maior que 1 V, isto confirmou que neste estudo foi consumida energia acima da desejada, prejudicando a recuperação da tensão da bateria primária com relação a energia de entrada (Lopes, 2015).

Para que ocorra o equilíbrio entre a recuperação e gasto de energia, é indicado a implementação do potenciômetro no sistema, para realizar o ajuste da carga, assim encontrar o ponto em que o rotor tenha um maior giro com um consumo menor (Júnior & Filho, 2007) é nesse momento que a tensão de saída deve ser inferior que 1 V, o que não é nada simples de regular.

Por se tratar de uma pesquisa inovadora, não foram encontradas muitas literaturas que abordem a metodologia aplicada neste trabalho. Com o desenvolvimento do trabalho, foi observado que a proposta do motor/gerador se mostrou muito complexo, principalmente com as dificuldades encontradas durante a confecção, mas após os testes realizados, chegou-se a resultados satisfatórios que possibilitem a novos mecanismos experimentais para a melhoria do protótipo.

Em relação ao primeiro protótipo com bobinas multifilares, não foi alcançado um funcionamento adequado do mesmo, mas através dos estudos (Gomes, Vieira, & Falcão, 2009), foram constatados que este tipo

de arranjo não apresenta um comportamento diferente com relação ao ganho de energia quando comparado ao modelo mais simples que utiliza bobinas bifilares (Pires, 2001), o qual foi utilizado no segundo protótipo.

Já o segundo protótipo, ainda que o motor tenha consumido uma baixa energia na entrada, quando ocorre a falha de corrente que passa pela bobina, devido ao espaçamento entre os ímãs, surgem picos de aproximadamente entre 100 à 200 V. Ao colocar o multímetro na saída do motor (no coletor), o qual deve ser ligado à bateria secundária, é registrada uma tensão acima do que foi proposto por Bedini (2002), Silva, Morais, Dornelas, & Dornelas (2016).

## Considerações finais

A utilização de ímãs de neodímio e o novo design de montagem em neste trabalho, fez com que o rotor atingisse uma rotação maior, melhorando sua eficiência e reduzindo o consumo de energia. Possibilitando também economizar com os custos de construção em comparação com o design original. Portanto, pode-se concluir que esse trabalho produziu melhor desempenho em comparação ao primeiro design desenvolvido.

A descoberta de geradores de ímãs permanentes permitiu combinar importantes características como velocidade, eficiência, tamanho reduzido e baixos níveis sonoros em um só equipamento, associado ao seu maior tempo de vida útil comparado às máquinas convencionais, o que leva a menores manutenções e, conseqüentemente, menores gastos.

Esta pesquisa foi bem-sucedida, pois apresentou um rendimento superior ao do modelo desenvolvido por Bedini (2002), principalmente, em relação à rotação que obteve um aumento significativo de 90 %, a tensão que foi reduzida 232 % e a potência de carregamento que

obteve um aumento de 95 %. Ele poderá ser utilizado em residências, como uma fonte de energia elétrica para casos de emergências, preenchendo os requisitos em alimentar aparelhos de baixa potência e acender lâmpadas de LED, com o auxílio do inversor.

Estudos como este podem servir como incentivo a outros pesquisadores a desenvolverem no futuro novos modelos de geradores, ou aplicar as alterações que foram sugeridas como melhorias nesta pesquisa. O Motor Bedini é uma grande invenção que pode ser de extrema importância para a vida cotidiana, pois além de obter potencial para gerar energia elétrica, se espera que possa vir a ser projetado até como um motor elétrico automotivo, beneficiando significativamente as próximas gerações.

## Referencias bibliográficas

Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. (2016): Disponível <em:www.aneel.gov.br/>, acesso em 15 de setembro de 2017.

Barbi, I. (1985). Teoria fundamental do motor de indução. Florianópolis: Editora da UFSC.

Bedini, J. C. (2002). Device and method of a back EMF permanent electromagnetic motor generator. U.S. Patent, n. 6, 392, 370.

Carro, C. P. U. (2011). Desenvolvimento de um aerogerador de até 10 KW utilizando materiais magnéticos obtidos por processo de metalurgia do pó.

Chaves, M. T. C. (2013). Utilização de Geradores de Ímãs Permanentes em Aproveitamentos de Energia Renovável.

Dos Reis, L. B. (2015). Editora Manole. Geração de energia elétrica.

Gomes, P. P., Vieira, J. & Falcão, M. M. (2009). O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. *rap—rio de Janeiro*, 43 (2), 295-321.

Júnior, A. S & Filho, G. L. T. (2007). Série energias renováveis: energias renováveis. Itajubá: Ministério de Minas e Energia, v. 1.

Lindemann, P. & Murakami, A. (2012). Bedini SG - The Complete Beginner's Handbook. Washington: A & P Electronic Media Liberty Lake.

Lindemann, P. & Murakami, A. (2013). Bedini SG - The Complete Intermediate Handbook. Washington: A & P Electronic Media Liberty Lake.

Lindemann, P. (2014). Bedini SG - The Complete Advanced Handbook. Washington: A & P Electronic Media Liberty Lake.

Lopes, S. A. S. (2015). Tecnologias de Armazenamento de Energia para Fornecimento de Serviços de Sistema. Dissertação de Mestrado.

Pires, J. C. L., Gostkorzewicz, J. & Giambiagi, F. (2001). O cenário macroeconômico e as condições de oferta de energia elétrica no Brasil. BNDES, Área de Planejamento, Departamento Econômico-DEPEC.

Silva, L. L., Morais, R. P., Dornelas, G. N. & Dornelas, L. N. (2016). Proposta de geração de energia elétrica através de roda mecânica impulsionada por ímãs permanentes. *Revista Edu. Tec.*, v. 2, n. 1.