

CRITÉRIOS DE PROJETO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM BICICLETAS FIXAS

Bruna Ribeiro Santos ¹; Reginaldo Vagner Ferreira ²; Marcela Camargo Matteuzzo ³.

1 Bruna Ribeiro Santos, Bolsista (CNPq, FAPEMIG ou IFMG), Curso, IFMG Campus Betim, Betim - MG; ribeiro.bruna.santos@gmail.com

2 Reginaldo Vagner Ferreira: Docente do IFMG, Campus Betim; reginaldo.ferreira@ifmg.edu.br

3 Marcela Camargo Matteuzzo: Docente do IFMG, Campus Betim; marcela.matteuzzo@ifmg.edu.br

RESUMO

Este documento propõe a análise, pesquisa e planejamento para elaboração de um sistema que gera energia elétrica renovável pelo movimento de pedalada de uma bicicleta fixa, a fim de realizar recargas de bateria de dispositivos eletrônicos. O objetivo do projeto é despertar a comunidade estudantil não apenas aos aspectos tecnológicos relacionados à geração de energia, mas também às questões ambientais, além de incentivar a prática de atividade física e o cuidado com a saúde. Sendo assim, os estudos do sistema em geral foram divididos em cinco subsistemas, sendo o primeiro um conversor de energia, responsável por converter a energia cinética em energia elétrica; o segundo um retificador, cuja função é transformar a corrente alternada em contínua; o terceiro uma bateria, que é capaz de armazenar a energia gerada; o quarto um regulador de tensão abaixador, responsável por regular a tensão da bateria para a tensão convencional de carregadores USB de 5 Volts; e o quinto o circuito monitor de tensão, responsável por indicar o nível de carga da bateria e dos terminais de saída. Para tal, foram realizadas pesquisas que serviram de base para projetar o sistema eletroeletrônico, de modo que o mesmo englobasse componentes com a melhor relação de custo-benefício, eficiência energética e aplicabilidade. Dentre os esforços dedicados ao desenvolvimento do projeto não se inclui a montagem do protótipo, de modo que o foco se dá nos critérios para definição das tecnologias a serem utilizadas nessa montagem.

INTRODUÇÃO:

Segundo a análise da matriz energética nacional, o Brasil encontra-se em cenário de perspectiva de crescimento e por isso, há uma demanda notória de maior quantidade de opções em recursos energéticos para suprir a necessidade de consumo de energia acarretada pelas mudanças na estrutura econômica do país (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE, 2018).

Em um contexto global, fontes de energia não renováveis são as mais utilizadas, incluindo os combustíveis fósseis e nucleares. Esses contribuem para o aumento significativo da concentração de dióxidos de carbono (CO₂) na atmosfera e por consequência, há um agravamento do Efeito Estufa (ROBERTO, 2009). Tal situação incentiva órgãos públicos e instituições a adotarem medidas que minimizem os impactos ambientais associados ao problema. Desse modo, pesquisas científicas no ramo das fontes renováveis de energia surgem para fomentar o desenvolvimento tecnológico e contribuir significativamente para a descoberta de alternativas em energia limpa (DIAS, RODRIGUES, LIMA, 2016). Portanto, é desejável que os métodos para gerar energia alternativa sejam renováveis e reduzam ao máximo os impactos ambientais (HUANG e RUST, 2011).

É comum ao se pensar em geração de energia elétrica, ter em mente a imagem de grandes geradores hidrelétricos, nucleares ou mesmo sistemas renováveis, tais como eólicos ou fotovoltaicos. No entanto, as tecnologias disponíveis na atualidade possibilitam que pequenos geradores possam estar presentes em equipamentos utilizados no dia-a-dia. Dessa maneira, é possível que um indivíduo produza energia suficiente para alimentar equipamentos portáteis.

Aliada às questões ambientais e ao desejo de produção da própria energia, tem-se a necessidade de melhoria contínua da qualidade de vida, que está intimamente relacionada com a prática de atividades físicas que contribuem para a melhoria da saúde física e mental (STRZELECKI, 2007).

No ambiente acadêmico e social, o uso de equipamentos eletrônicos (principalmente os *smartphones*) já dividem espaço com a prática de qualquer tarefa rotineira, devido à necessidade pessoal de se manter sempre conectado às diversas atividades diárias relativas ao trabalho, redes sociais, entre

outros (OIKAWA, 2014). Por conseguinte, há a necessidade de realizar a recarga de celulares e *tablets* com cada vez mais frequência.

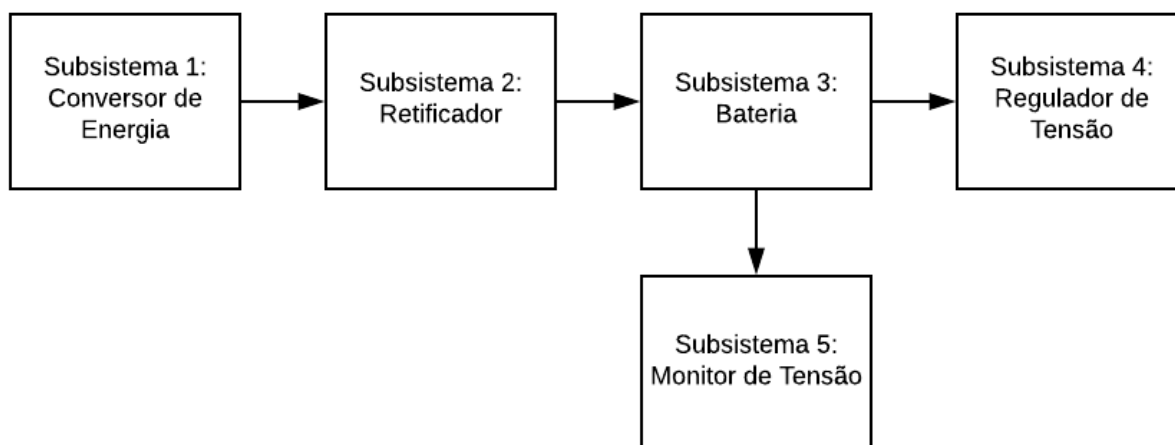
Nesse contexto, pequenas iniciativas são capazes de gerar consciências sociais a respeito de soluções às preocupações ambientais e impactar positivamente um determinado grupo de pessoas. O presente trabalho é parte de um projeto de pesquisa denominado BikeCel que tem como objetivo desenvolver um sistema capaz de gerar energia com o simples ato de pedalar uma bicicleta a fim de recarregar os dispositivos eletrônicos pessoais dos alunos do IFMG - Campus Betim. O mesmo pretende despertar a comunidade estudantil não apenas para aspectos tecnológicos relacionados à geração de energia, mas também para as questões ambientais já mencionadas, além de incentivar a prática de atividade física e o cuidado com a saúde.

METODOLOGIA:

A metodologia apresentada nesta seção inclui as etapas necessárias ao desenvolvimento do projeto do sistema de geração de energia para recarga de equipamentos eletrônicos em bicicleta fixa. É importante destacar que esse resumo expandido não se refere a montagem do protótipo, restringindo-se aos critérios de projeto. O intuito das atividades propostas foi de definição das tecnologias a serem utilizadas na montagem do protótipo. Para isso, foram realizadas pesquisas para levantamento do referencial bibliográfico que serviram de critério de base para projetar o sistema eletroeletrônico.

Para projetar o sistema completo, as pesquisas foram feitas com o propósito de descobrir quais os melhores componentes do projeto, levando-se em conta a melhor relação de custo-benefício, eficiência energética, aplicabilidade e sustentabilidade. Desse modo, os estudos foram divididos por subsistemas conforme figura 1.

Figura 1: Divisão dos subsistemas para desenvolvimento do protótipo



Com o projeto definido, foi elaborado o orçamento de todos os componentes necessários ao sistema, incluindo a própria bicicleta e os componentes eletroeletrônicos essenciais ao projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:




Os resultados e discussões apresentados nesta seção referem-se às conclusões a respeito das tecnologias mais viáveis para cada subsistema, bem como a visualização do protótipo idealizado.

O primeiro subsistema é responsável por converter a energia cinética gerada pelo ato de pedalar em energia elétrica para possibilitar a geração de tensão. Desta forma, foram estudados três possíveis geradores: Dínamo, Turbina Eólica e Alternador Veicular (Tabela 1).

O dínamo de bicicleta é um dispositivo capaz de gerar corrente elétrica quando seu eixo externo é rotacionado. A corrente elétrica ocorre devido à geração de um campo magnético indutor e pode ser efetuada através de ímãs permanentes (magnetos) ou eletroímãs (bobinas indutoras). Quando o dínamo está em contato com a roda da bicicleta, o seu movimento de rotação é transferido para o eixo do dínamo pelo contato com o pneu. O mesmo possui baixo custo (aproximadamente R\$50,00) e instalação prática. No entanto, sua potência máxima de saída (6 Watts) não é suficiente para aplicação prática, pois uma baixa corrente elétrica exigiria muito tempo de pedalada para realizar uma recarga mínima nos aparelhos, o que poderia acarretar em insatisfação dos usuários. Tendo em vista essa situação, o uso do dínamo como gerador na confecção do sistema não seria viável.

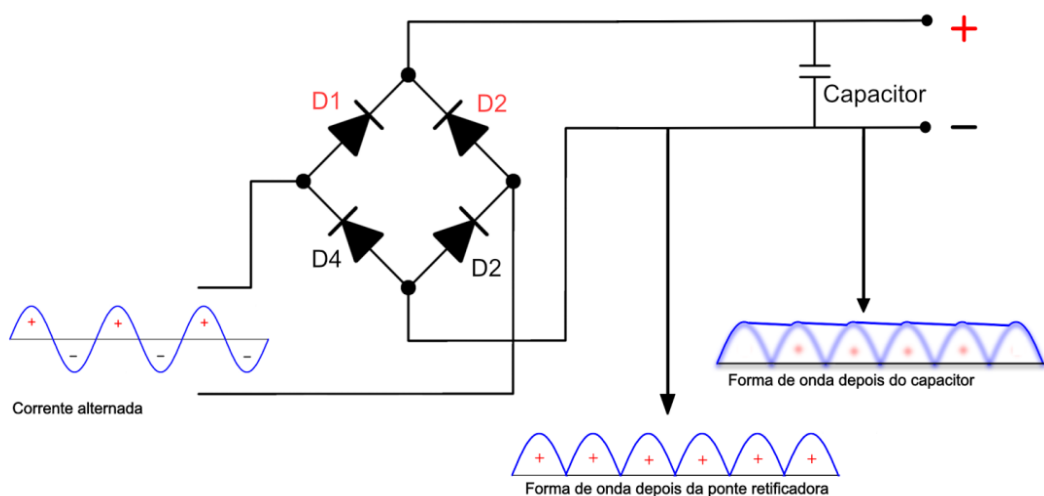
O gerador eólico e o alternador veicular possuem o mesmo princípio eletromagnético e ambos fariam a conversão com o eixo acoplado diretamente na roda, ou seja, sem perdas relevantes de energia com o atrito. Ambos possuem um custo médio (R\$100,00 a R\$150,00) mas se diferenciam nos quesitos de potência e funcionalidades. O gerador eólico consegue fornecer o dobro de corrente elétrica se comparado ao dínamo e o seu uso exigiria a elaboração de um circuito retificador de tensão, pois o mesmo converte energia mecânica em corrente alternada. Já o alternador veicular é mais potente do que os anteriores e possui um retificador incorporado. Desse modo, a escolha do alternador de carro foi definida como a opção mais vantajosa e atrativa.

Tabela 1: Subsistema 1 - Conversores

Dínamo		
	Características elétricas	Saída CA: 12 Volts / 0,5 Amperes
	Custo aproximado:	R\$ 50,00
	Acoplamento:	Conversão de energia por atrito
	Instalação:	Simple
	Potência:	Baixa
Gerador Eólico		
	Características elétricas	Saída CA: 12 Volts / 5 Amperes
	Custo aproximado:	R\$ 150,00
	Acoplamento:	Conversão de energia por atrito ou acoplamento no eixo
	Instalação:	Elaborada
	Potência:	Média
Alternador Automotivo		
	Características elétricas	Saída CC: 12 Volts / 70 Amperes
	Custo aproximado:	R\$ 150,00
	Acoplamento:	Conversão de energia por acoplamento no eixo
	Instalação:	Elaborada
	Potência:	Alta

O segundo subsistema é responsável por converter a energia alternada para contínua, permitindo a passagem de corrente em uma única direção. Visto que o gerador alternador foi a opção escolhida, não foi necessário projetar um circuito retificador, pois o mesmo já se encontra junto ao sistema de conversão eletromecânica da energia. Para intuito de registro, a figura 2 apresenta um possível retificador caso a solução adotada não fosse o alternador.




Figura 2: Diagrama esquemático de circuito retificador



Fonte: <https://www.mundodaeletrica.com.br/diodo-retificador-o-que-e-pra-que-serve/>

O terceiro subsistema é composto por uma bateria. Sua função é armazenar toda a energia gerada na conversão para que a mesma seja consumida no processo de recarga dos aparelhos eletrônicos. As baterias recarregáveis são ditas como secundárias (BOCCHI, FERRACIN, BIAGGIO, 2000) e devido às suas aplicações, preço e disponibilidade no mercado, será utilizada uma bateria de chumbo-ácido. A seguinte tabela é um comparativo entre as opções disponíveis.

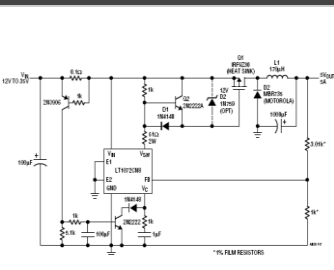
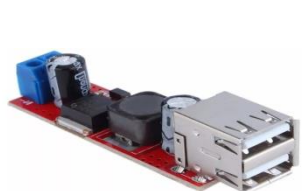


Tabela 2: Subsistema 2 Armazenadores de energia

Baterias de Íons Lítio	
	Custo aproximado: acima de R\$380,00
	Uso em equipamentos eletrônicos em geral
Características Gerais:	Capacidade de 0,2Ah a 10 Ah
	Baixo impacto ambiental
Baterias de Níquel/Cádmio	
	Custo aproximado: R\$100,00 a R\$400,00
	Uso em carregadores de parafusadeiras e carregadores de baixa potência
Características Gerais:	Capacidade 0,7 a 3 Ah
	Altíssimo impacto ambiental
Baterias de Chumbo/Ácido	
	Custo aproximado: R\$40,00 a R\$120,00
	Uso em veículos, sistemas industriais e equipamentos em geral.
Características Gerais:	Capacidade de 0,2Ah a 70 Ah
	Alto Impacto ambiental

O quarto subsistema será responsável por regular a tensão da bateria (12 Volts) para a tensão convencional de carregadores com entrada do tipo USB (*Serial Bus*) de 5 Volts. Para isso, com base em pesquisa de mercado, é mais viável financeiramente adquirir um módulo abaixador de tensão chaveada se

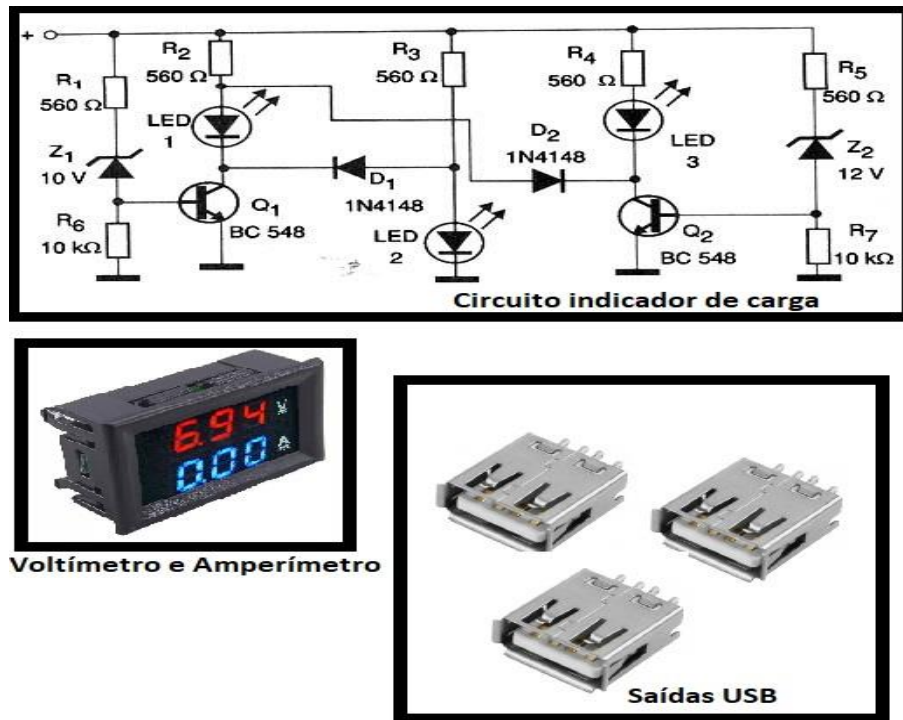
comparado ao valor para projetar e construir um regulador de tensão chaveada com a mesma potência e efetuar a compra de cada componente eletrônico separadamente. Além disso, o módulo escolhido (Regulador de Tensão Abaixador Buck 300W) possui capacidade de corrente de saída para recarga rápida de até três celulares simultaneamente. A tabela 3 apresenta um comparativo entre as possíveis tecnologias a serem utilizadas.

Tabela 3: Subsistema 4 – Regulador de Tensão

Projeto de Regulador de Tensão Abaixador Chaveado		
	Tensão de entrada:	15 a 25 Volts
	Tensão de saída:	5 Volts
	Corrente máxima de saída:	5 Amperes
	Eficiência de conversão:	Não se aplica
	Custo estimado:	R\$ 50,00
Observação:	O circuito seria projetado, testado e seria elaborada sua placa de circuito impresso	
Módulo Regulador de Tensão Abaixador chaveado KIS3R33S		
	Tensão de entrada:	7 a 24 Volts
	Tensão de saída:	5 Volts
	Corrente máxima de saída:	3 Amperes
	Eficiência de conversão:	96%
	Custo estimado:	R\$ 30,00
Vantagem	Possui conector de entrada USB	
Módulo Regulador de Tensão Abaixador chaveado LM2596		
	Tensão de entrada:	4,5 a 40 Volts
	Tensão de saída:	1,25 a 37 Volts
	Corrente máxima de saída:	2 Amperes
	Eficiência de conversão:	92%
	Custo estimado:	R\$ 30,00
Vantagem	Possui circuito de proteção, voltímetro e saída USB	
Módulo Regulador de Tensão Abaixador <i>Buck</i> 300W		
	Tensão de entrada:	5 a 40 Volts
	Tensão de saída:	1,25 a 35 Volts
	Corrente máxima de saída:	9 Amperes
	Eficiência de conversão:	92%
	Custo estimado:	R\$ 40,00
Vantagem	Possui circuito de proteção e é capaz de carregar até três celulares simultaneamente.	

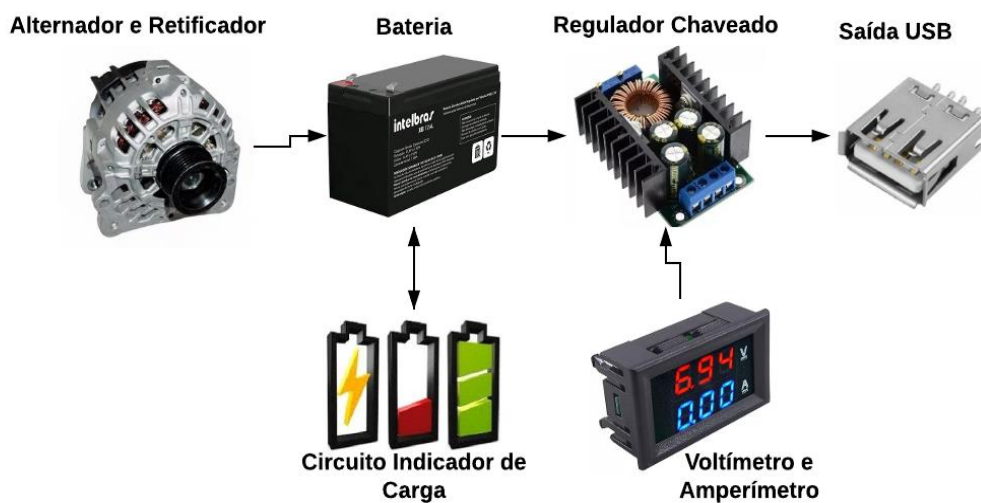
Para o quinto subsistema (figura 3), será utilizado um módulo voltímetro e amperímetro para indicar a tensão e corrente de saída final e um circuito a transistores com leds para a indicação do nível de carga da bateria. Desse modo, os usuários se sentirão seguros ao conectar seus celulares nas saídas USB e ficarão atentos ao nível da carga da bateria, assim evita-se que ela se descarregue completamente e diminua sua vida útil.

Figura 3: Diagrama elétrico do subsistema 5



Por fim, definiu-se o esquema eletroeletrônico final pelos seguintes componentes descritos na figura 4.

Figura 4: Esquema eletroeletrônico definido



CONCLUSÕES:

Após a análise e pesquisa para elaboração do sistema eletroeletrônico foram escolhidos os melhores e mais viáveis subsistemas para o projeto. Tais definições consideraram os critérios de eficiência energética, custo e aplicabilidade. Assim, o sistema idealizado será composto por um alternador automotivo, uma bateria de chumbo/ácido, um circuito indicador de carga e um circuito com tensão regulada de 5 volts a fim de realizar a recarga dos dispositivos eletrônicos via USB. É importante ressaltar que apesar da bateria de chumbo/ácido apresentar importante impacto ambiental, a mesma é considerada a opção mais viável até o momento, sendo que seu manuseio e descarte serão objeto de estudo nas próximas etapas.

A próxima etapa será dedicada aos testes com o alternador e a analisar sua capacidade máxima de fornecimento de energia com o pedalar, serão dimensionadas as especificações da bateria. Testes em protoboard serão executados, além da elaboração da placa de circuito impresso e organização do cabeamento na estrutura final da bicicleta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanco Energético Nacional 2018: Ano base 2017**. Rio de Janeiro, 2018. E-book (294 p.).

ROBERTO, Tiago Pereira. **Características da Matriz de Geração de Energia Elétrica Brasileira e Fontes Renováveis de Energia**. 2009. Trabalho de conclusão de curso. (Bacharelado em Engenharia Elétrica) - Universidade São Francisco, Campinas - SP, 2009. E-book (51 p.).

DIAS, Leandro Rosa; LIMA, Gustavo Brito; RODRIGUES, Danillo Borges. Sistema de geração de energia elétrica a partir de uma bicicleta ergométrica. **XIV Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica**, Uberlândia - MG, p. 1-6, 3 out. 2016. E-book.

HUANG, M-H.; RUST, R. T. Sustainability and consumption. **Journal of the Academy of Marketing Science**, Taiwan, p. 40-54, 2011. E-book.

STRZELECKI, R.; JARNUT, M.; BENYSEK, G. **Exercise bike powered electric generator for fitness club appliances**. In: Power Electronics and Applications, European Conference on, IEEE, p. 1-8, 2007.

OIKAWA, Erika. Os paradoxos hipermodernos e as tecnologias digitais: reflexões sobre a sociabilidade contemporânea a partir das práticas de “bem-estar”. **Sessões do Imaginário– Cinema/ Cibercultura/ Tecnologias da Imagem**, v. 18, n. 30, p. 89-96, 2014. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/famecos/article/view/14508/11076>>. Acesso em: 28 jun. 2019.

BOCCHI, Nerilso ; FERRACIN, Luiz Carlos; BIAGGIO, Sonia Regina. Pilhas a Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental. **Química e Sociedade**, São Carlos - SP, p. 3-9, 11 maio 2000. Disponível em: http://qnint.sbcq.org.br/qni/popup_visualizarConceito.php?idConceito=45&semFrame=1. Acesso em: 11 jun. 2019.