



**Universidade Federal do Paraná**  
Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Manufatura



**JOÃO FERNANDO MORAES LARA**

**LIA GONÇALVES LINS**

**PROPOSTA DE GERADOR DE ENERGIA PARA ACADEMIAS:  
POWER GYM**

**CURITIBA**

**2020**

JOÃO FERNANDO MORAES LARA

LIA GONÇALVES LINS

**PROPOSTA DE GERADOR DE ENERGIA PARA ACADEMIAS:**

**POWER GYM**

Artigo apresentado como resultado final à obtenção do grau de Especialista em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós graduação em Engenharia Industrial 4.0, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA**

**2020**

# PROPOSTA DE GERADOR DE ENERGIA PARA ACADEMIAS:

## POWER GYM

**João Fernando Moraes Lara**

**Lia Gonçalves Lins**

Universidade Federal do Paraná - Av. Cel. Francisco H. dos Santos, 100 - Jardim das Américas, Curitiba - PR, 81530-000

e-mails [jfmoraeslara@gmail.com](mailto:jfmoraeslara@gmail.com) ; [liaglins@gmail.com](mailto:liaglins@gmail.com)

**Resumo.** *As mudanças e os avanços tecnológicos estão presentes a milhares de anos na história da humanidade. Na indústria, as revoluções são os símbolos das grandes mudanças nos sistemas econômicos e estruturais da sociedade, desde o avanço da máquina a vapor, vivemos constantemente sofrendo por algum tipo de mudança significativa. Hoje podemos dizer que estamos dando início à 4ª Revolução industrial, muitos acreditam que esta revolução irá mudar drasticamente as vidas das pessoas e a forma das indústrias trabalharem; os mundos físico e virtual estarão conectados entre si, e as tomadas de decisões e interação com a sociedade serão o diferencial. Um dos grandes desafios atuais e que vem ganhando destaque mundo a fora são as fontes de energia sustentável, além dos inúmeros incentivos a pesquisas e a tecnologias, ainda contribuem para a diminuição dos impactos ambientais. Desta forma, o projeto está conectado com a área de energia sustentável, o qual consiste em transformar a energia mecânica – produzida pelos alunos que utilizam os equipamentos das academias – em energia elétrica, utilizando um equipamento simples de ser manuseado e acoplado, de baixo custo e de fácil instalação, gerando economia no conta de luz e, se possível, até um crédito.*

**Palavras-chave:** *Gerador de energia. Energia renovável. Academia sustentável. Dínamo. Corrente Contínua.*

### 1. INTRODUÇÃO – PARAGRAFO COM SEU OBJETIVO

Segundo Schwab (2019), as revoluções ao longo da história ocorreram quando as novas tecnologias e as novas formas de perceber o mundo tiveram uma profunda mudança nos sistemas econômicos e estruturais da sociedade.

Para entender melhor os desafios e as novas oportunidades que nos espera para a 4ª Revolução Industrial, é importante voltarmos no tempo e entendermos quais foram os pilares das revoluções anteriores.

A Primeira Revolução Industrial, conhecida como da produção mecânica, ocorreu entre meados de 1760 e 1840 e foi marcada pela construção das ferrovias e da máquina a vapor. A 2ª Revolução é caracterizada pela produção em massa e divisão do trabalho, ela se inicia ao final do século XIX até começo do século XX, a revolução se dá pelo surgimento da eletricidade e da linha de montagem. A 3ª Revolução é conhecida pela era digital ou dos computadores, que passou por três grandes transformações que se iniciou na década de 1960, com o desenvolvimento dos semicondutores e da computação em *mainframe*, seguido nas décadas de 1970 e 1980, pela computação pessoal e em 1990 pela da internet (Santos et al., 2018; Schwab, 2019).

Pode-se dizer que nos dias atuais inicia-se a 4ª Revolução, mas de acordo com Schwab (2019), na Alemanha o debate sobre a indústria 4.0 já vinha acontecendo em 2011, em uma feira em Hannover se discutia como as organizações das cadeias globais de valor incluiriam os novos modelos operacionais, como as fábricas inteligentes, que criam um mundo no qual os sistemas físicos e virtuais conversam e cooperam entre si, mudaram.

A indústria 4.0 ou a corrida para 4ª Revolução nada mais é que a fusão entre os mundos físico, digital e biológico, dos quais fazem parte a Manufatura Aditiva, Sistemas Ciber Físicos (CPS), Biologia Sintética (SynBio), a Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA) (ABDI, 2020).

Atualmente os desafios são grandes e intensos, o mais importante nesta nova revolução tecnológica é o entendimento e a forma como ela será aplicada, hoje a humanidade está toda conectada e é muito importante compreender como essas mudanças alteram profundamente a maneira como nos relacionamos, vivemos e trabalhamos. Muitos dos desafios da indústria brasileira estão na participação da indústria em transformar o PIB (Produto Interno Bruto Brasileiro), segundo a Confederação Nacional das Indústrias (CNI, 2019), em meados dos anos 1980 a

representação da indústria em transformação chegou a atingir 21,6% do total do PIB, contra 11,3% de 2019, o menor patamar desde 1947, mostrando que a indústria da transformação nacional continua estagnada.

As empresas que desejam percorrer a trajetória para a Indústria 4.0 deverão avaliar sua capacidade de se adaptar às estratégias e a forma de implementá-las nos cenários apropriados; muitas das empresas devem estar apreensivas em aplicarem a indústria 4.0, mas a falta de uma compreensão clara sobre o tema dificulta o caminho das empresas que desejam embarcar nessa nova jornada (Santos et al., 2018). E nesse mundo da indústria 4.0, um dos setores que vem ganhando destaque mundo a fora é a geração de energia sustentável, a geração de energia limpa possui um papel importante social e econômico, além de contribuir para a diminuição dos impactos ambientais.

Atualmente existem vários incentivos para a geração de energia sustentável, no Brasil, por exemplo, há a Lei nº 9991 de julho de 2000, que obriga os serviços de distribuição de energia elétrica a investir um percentual de suas receitas em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética, e o outro percentual em um fundo de pesquisa (Guerra et al., 2014). Desde 17 de abril de 2012, quando entrou em vigor a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade, e, segundo novas regras que começaram a valer em março de 2016, permite o uso de qualquer fonte renovável de energia, de microgeração distribuída à central geradora com potência instalada de até 75 quilowatts (KW), sendo que quando a quantidade de energia gerada em determinado mês for superior à energia consumida naquele período, o consumidor fica com créditos que podem ser utilizados para diminuir a fatura dos meses seguintes (ANEEL, 2020).

Na Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), realizada em junho de 2012, da qual 193 países são membros, foi assinado um acordo entre 188 países que dita o caminho para a cooperação internacional sobre desenvolvimento sustentável, além dos mais de 700 compromissos acordados entre os governos, empresários e outros parceiros da sociedade civil. Outra iniciativa da ONU fechada nesse evento é o projeto Energia Sustentável para Todos, assinada por mais de 50 países, inclusive o Brasil, tendo como principal objeto desenvolver planos e programas energéticos até 2030, com a finalidade de assegurar acesso à energia, dobrar a eficiência energética e dobrar o compartilhamento de energia renovável (ONU, 2020).

Acredita-se que no futuro as tecnologias e construções sustentáveis serão uns dos diferenciais importantes para a transformação na qualidade de vida das metrópoles, aquela cidade inteligente, eficaz e renovável com capacidade de fornecer conforto, praticidade e economia de recursos, sempre levando em conta o meio ambiente. A sustentabilidade das metrópoles consideram utilizar os recursos ao máximo para reduzir os impactos ambientais, como o uso de materiais recicláveis, energias renováveis, planos bastante rígidos para a gestão de resíduos sólidos, sistemas de eficiência urbana, entre outras (Bertoldi, 2005).

Pensando nas transformações do mundo atual e em poder tornar uma academia em um local mais sustentável, já que a cada dia estes lugares estão mais presentes no cotidiano, por que não desenvolver um produto que pudesse colaborar com esse mercado? Em contato com algumas academias, identificou-se que um dos maiores problemas com os gastos estaria, em geral, relacionado ao alto consumo de energia dos equipamentos de ginástica e o uso do vestiário, dessa forma, esta proposta apresentada tem como objetivo desenvolver um equipamento de geração de energia renovável, utilizando produtos já existentes no mercado como base, os quais mesclados entre si poderiam ser transformados em um produto promissor e de custo acessível a todas as academias. Equipamento este de fácil instalação e com bom rendimento, que acoplado aos aparelhos já existentes na academia, seria possível transformar a energia mecânica gerada pelos próprios alunos em energia elétrica. Ao final do estudo, propõe-se realizar uma simulação com um gerador de energia CC e um inversor de frequência, demonstrando a ideia de funcionamento do sistema *bike* gerador de energia e, se possível, com apoio de um investidor à fabricação de um protótipo para que fosse testado junto às academias.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Gerador de Corrente Contínua**

Os geradores de corrente contínua (CC), também conhecidos como dínamos (Fig. 1), são equipamentos que por meio da indução eletromagnética são capazes de transformar a energia mecânica aplicada em seu eixo em energia elétrica na forma CC nos terminais de sua armadura (Pereira, 2016). O gerador CC também pode ser chamado como gerador elétrico, este é um termo que é apenas reservado àqueles motores que consegue converter energia mecânica em energia elétrica, como é o caso também dos geradores de corrente alternada (CA) ou alternadores (Gussow, 2009).

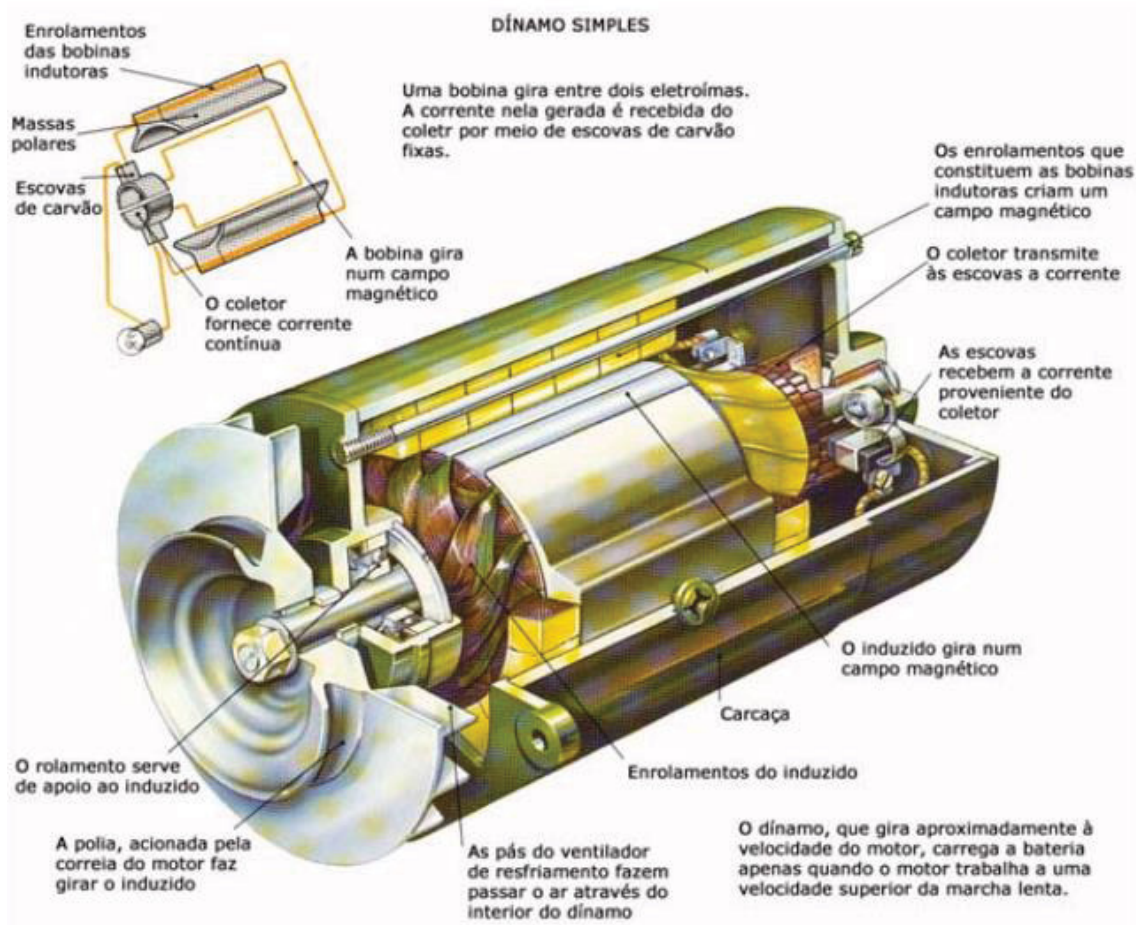


Figura 1. Dínamo simples (Pereira, 2016)

É válido saber que a capacidade de um gerador em produzir corrente elétrica em um circuito é conhecida por força eletromotriz (f.e.m.) que nada mais é que a variação do fluxo magnético gerada pelo movimento de rotação das espiras e a unidade utilizada é o Volt. Então, quanto maior for os números de espiras, mais rápido for o movimento e maior a intensidade do campo magnético, maior será a f.e.m. induzida gerada e mais intensa será a corrente (Gussow, 2009).

A Figura 2 apresenta o circuito equivalente a de um gerador CC, esse sistema se assemelha aos circuitos equivalentes de um motor CC, com uma única diferença: o sentido da corrente e das perdas nas escovas é invertido (Chapman, 2013).

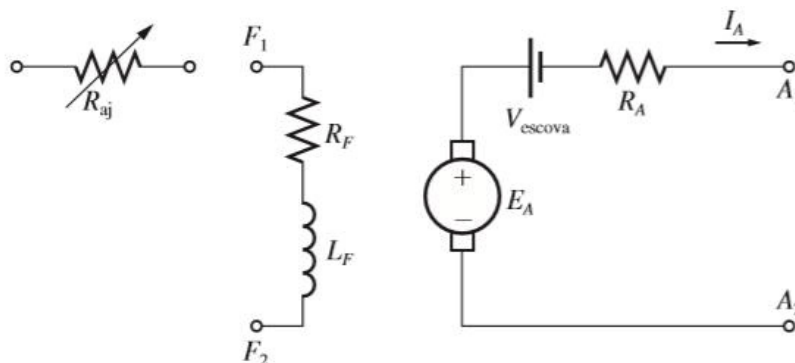


Figura 2. Circuito equivalente de um gerador CC (Chapman, 2013)

Os geradores CC recebem potência mecânica e produzem potência elétrica e nem toda potência que entra na máquina aparece em forma útil do outro lado, havendo sempre alguma perda no sistema (Chapman, 2013).

Logo a eficiência do gerador CC pode ser calculada pela Eq. (1):

$$n = \frac{P_{saída}}{P_{entrada}} \times 100\% \quad (1)$$

E as perdas o interior do gerador podem ser calculadas pela Eq. (2):

$$n = \frac{P_{saída} - P_{perdas}}{P_{entrada}} \times 100\% \quad (2)$$

Segundo Chapman (2013), as perdas que ocorrem no gerador podem ser divididas em cinco categorias básicas, são elas:

1. Perdas elétricas ou no cobre (perdas  $I^2R$ )
2. Perdas nas escovas
3. Perdas no núcleo
4. Perdas mecânicas
5. Perdas suplementares

E o diagrama de fluxo de potência (Fig. 3) é uma das técnicas mais convenientes para contabilizar essas perdas:

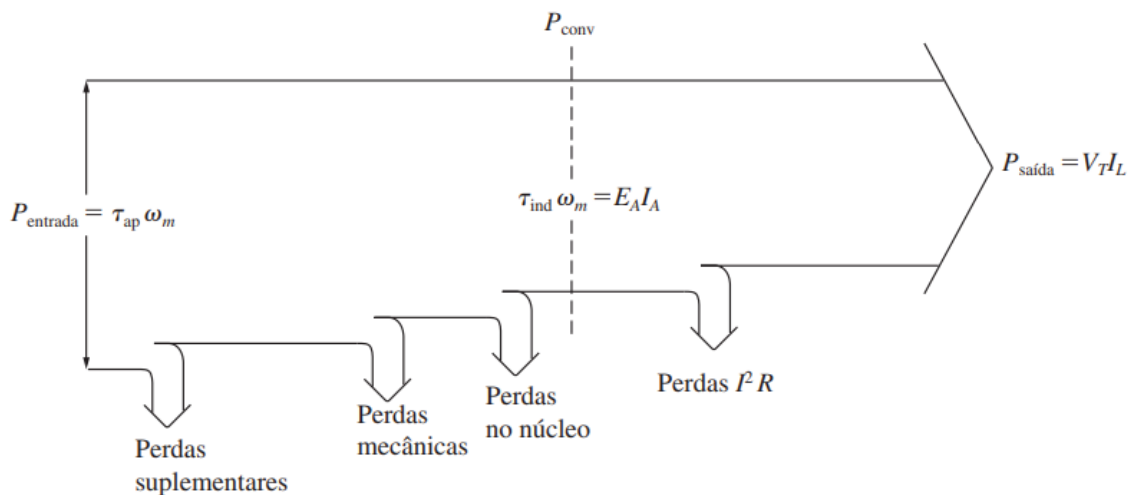


Figura 3. Diagrama de fluxo de potência (Chapman, 2013)

Conforme o diagrama do fluxo apresentado, a potência entra no gerador e são subtraídas todas as perdas – mecânicas, suplementares e do núcleo -, e o restante da potência é convertida da forma mecânica para a elétrica no ponto denominado  $P_{conv}$  que é dada pela Eq. (3):

$$P_{conv} = \tau_{ind} \omega_m \quad (3)$$

Onde:

$\omega_m$  é a velocidade angular expressa em radianos por segundos (rad/s)

$\tau_{ind}$  é o conjugado induzido ou força aplicada induzida

A velocidade angular pode ser obtida a partir das Eq. (4 e 5) seguintes:

$$f_m = \frac{\omega_m}{2\pi} \text{ é expressa em por rotações por segundos (rps)} \quad (4)$$

$$n_m = 60 f_m \text{ é expressa em rotações por minutos (rpm)} \quad (5)$$

O conjugado induzido pode ser representado pela Eq. (6):

$$\tau_{ind} = F \times d \quad (6)$$

A potência elétrica resultante é dada por Eq. (7):

$$P_{conv} = E_A I_A \quad (7)$$

Onde:

$E_A$  é a tensão induzida ou tensão interna gerada

$I_A$  é a corrente de armadura

Lembrando que não é a potência que aparece nos terminais do gerador, então antes de chegar aos terminais, as perdas nas escovas e as perdas elétricas  $I^2R$  devem ser subtraídas.

Os geradores podem ser definidos por 5 tipos, são eles:

1. Gerador de excitação independente: o fluxo de campo é obtido de uma fonte de potência separada do próprio gerador.
2. Gerador em derivação: o fluxo de campo é obtido pela ligação do circuito de campo diretamente aos terminais do gerador.
3. Gerador série: o fluxo de campo é obtido ligando o circuito de campo em série com a armadura do gerador.
4. Gerador composto cumulativo: estão presentes ambos os campos em derivação e em série, e seus efeitos são aditivos.
5. Gerador composto diferencial: estão presentes ambos os campos em derivação e em série, mas seus efeitos são subtrativos.

O que diferencia um gerador de outro é pela aplicação e a característica de terminal (tensão *versus* corrente) (Chapman, 2013).

Os geradores são comparados entre si por suas potências nominais, eficiências, tensões e suas regulações de tensão (RT), que podem ser definidas pela Eq. (8) (Chapman, 2013):

$$RT = \frac{V_{vz} - V_{pc}}{V_{pc}} \times 100\% \quad (8)$$

Onde:

$V_{vz}$  é a tensão do terminal sem carga do gerador

$V_{pc}$  é a tensão do terminal a plena carga do gerador

## 2.2. Inversor de frequência

O inversor de tensão ou inversor de onda modificada – também conhecido como conversor CC–CA – é o equipamento responsável por converter a corrente contínua produzida pelo gerador para corrente alternada e que possibilita o uso da energia na rede e nos equipamentos elétricos comuns.

A seguir, um modelo de gerador da HAYONIK - 1000W/ 12VDC/ 127V/ 60Hz (Fig. 4).



Figura 4. Gerador (Hayonik, 2020)



Caso o sistema de geração de energia seja conectado diretamente ao medidor bi direcional, deve-se optar pelo inversor de tensão On Grid Tie.

O princípio de funcionamento do inversor é baseado em um mecanismo de chaveamento que altera o fluxo de corrente entre os sentidos positivo e negativo. Dentre as características principais dos inversores estão as suas tensões de operação de entrada (CC) e saída (CA), frequência de saída, eficiência, potência nominal, capacidade de surto e forma de onda de saída (Pinho, 2008).

No Brasil, as cargas operam em 127 ou 220 Vca, e frequência de 60 Hz.

### 2.3. Medidor Bidirecional

O medidor bidirecional (Fig. 5), diferente do medidor convencional, mede tanto a quantidade de energia consumida por uma instalação como também a quantidade de energia injetada na rede elétrica da concessionária.



Figura 5. Medidor bidirecional (GreenVolt, 2020)

“Conforme as regras estabelecidas pela Resolução ANEEL n° 482/2012, modificada pelas Resoluções Normativas ANEEL n° 687/2015 e n° 786/2017, é permitido aos consumidores instalar geradores de pequeno porte em suas unidades consumidoras e utilizar o sistema elétrico da Copel para injetar o excedente de energia, que será convertido em crédito de energia válido por 60 meses”. (Copel, 2020). O medidor bidirecional é fornecido gratuitamente pela Copel, e as centrais geradoras devem possuir os seguintes requisitos:

- Microgeração: menor ou igual a 75 KW;
- Minigeração: superior a 75 kW e menor ou igual a 5 MW para cogeração qualificada ou para fontes renováveis de energia elétrica.

Antes de conectar qualquer gerador em paralelo com o sistema elétrico da Copel, deve-se consultar primeiramente a empresa, solicitar o acesso e seguir normas relacionadas para instalação.

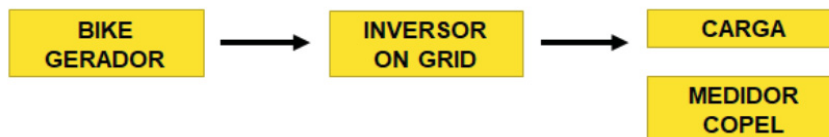
### 3. PROPOSTA PARA A BIKE GERADORA DE ENERGIA

A ideia de sustentabilidade levou a equipe a desenvolver um projeto que tivesse como premissa uma fonte de energia sustentável, e em contato com algumas academias, notou-se que uns dos grandes problemas envolvendo custo, vinha do consumo de energia. Então, por que não desenvolver algum tipo de equipamento que acoplado aos equipamentos das próprias academias possibilita-se gerar energia? Com isso, surgiu a ideia de pesquisa para o gerador de energia para academia ou a *Power Gym*.

Segundo a ACAD (2019), o Brasil é o segundo país mais *fitness* do mundo, e o mercado teve um faturamento na ordem de 7 bilhões de reais, sendo uma das áreas do empreendedorismo que mais crescem no país, portanto, investir nesse campo é muito promissor, pois além dos incentivos na área de energia também proporciona-se o verdadeiro significado de academia sustentável. Dito isso, pois no Brasil ainda não existe uma academia verdadeiramente verde ou sustentável, por mais que muitos se nomeiem como verdes por realizarem coleta de lixo reciclável e possuir alguma área verde, o objeto deste projeto vai um pouco mais além.

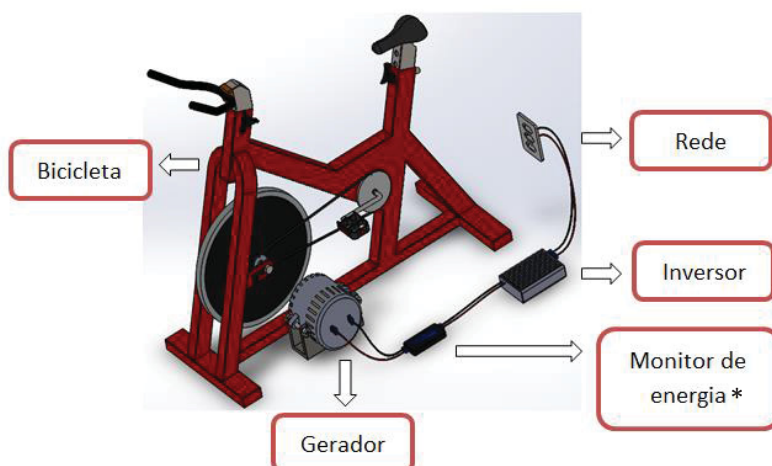


Desta forma, o projeto desenvolvido apresenta uma solução diferente do que já vimos por aí. Pretendemos produzir energia elétrica a partir da energia mecânica gerada pelos alunos ao utilizarem os equipamentos da academia. Utilizando equipamento já existente no mercado e de baixo custo, o sistema funcionará de forma simples, similar aos de geração eólica e solar, como no fluxograma 1 apresentado a seguir:



Fluxograma 1. Fluxo de geração de energia (Os autores, 2020)

O equipamento funcionaria da seguinte forma (Fig. 6): o gerador é acoplado à bicicleta da academia ou a outro equipamento similar, assim que o aluno inicia o exercício a energia já começa a ser gerada, havendo a transformação da energia mecânica em elétrica. A energia fornecida pelo gerador vai para o controlador de carga e segue para o inversor de energia, o qual converte a energia gerada em CC para CA (energia da rede elétrica). Ao final do processo, a energia gerada poderá ser utilizada nos demais equipamentos da academia e outros aparelhos elétricos, e o excedente pode ser devolvido para rede elétrica da concessionária, gerando crédito na conta de luz.



\* O monitor de energia é opcional, não sendo um equipamento obrigatório.

Figura 6. Modelo gerador acoplado à bicicleta (Os autores, 2020)

É possível enumerar algumas vantagens do equipamento:

- utiliza o próprio equipamento da academia como fonte de geração de energia;
- fácil instalação e com bom rendimento;
- bicicletas conectadas em um mesmo sistema;
- menor custo na instalação para os próximos equipamentos;
- os próprios alunos serão os geradores de energia;
- pode ser utilizado por todas as academias que utilizem bicicletas, como: Smart fit , Bike indoor, musculação e academias ao ar livre;
- modelo de academia sustentável, sendo no Brasil ainda uma novidade;
- possibilidade de gerar um crédito com o excedente de energia.

Com base em produtos já disponíveis no mercado, obteve-se o custo inicial para instalação do equipamento e realizou-se uma simulação no caso de uma academia optasse por 10 equipamentos trabalhando em série (Tab. 1), tendo como resultado o *payback* do projeto sem levar em conta os gastos de mão de obra e lucro (Tab. 2).

Tabela 1. Avaliação inicial de custo do projeto

Material	Custo Unitário	Quantidade	Total
Gerador CC	134,00	10	1340,00
Inversor de tensão On Grid Tie 1000W	559,65	1	559,65
Acoplador	15,00	10	150,00
Demais materiais	300,00	1	300,00
<b>Total</b>	<b>R\$ 1.008,65</b>		<b>R\$ 2.349,65</b>

Tabela 2. Simulação do valor gerado em energia por academia

Dados para simulação	Valores
Pessoas produzem entre 50 a 150 W/h	100 W/h
Academia com 10 geradores 100 W conectados	1000 W/h
Funcionando 6 h/dia, 24 dias ao mês	144 KW/h
Economia gerada no mês	R\$ 115,20
Considerando uma eficiência de 80%	R\$ 92,16
<b>Payback dos equipamentos</b>	<b>2 anos e 1 mês</b>
Obs.: Valor de R\$ 0,80 por cada KW/h de energia fornecida pela Copel	
*Fonte: <a href="http://pedalsustentavel.com.br">http://pedalsustentavel.com.br</a>	

### 3.1. Simulação do sistema realizada com o gerador CC e inversor de tensão

Foi realizada uma simulação com os equipamentos já disponíveis no mercado, como o gerador CC e o inversor de frequência (Fig. 7), para demonstrar o funcionamento do sistema gerador. O objetivo inicial foi realizar testes no sistema com equipamentos gerador dínamo e o inversor de tensão com o menor custo encontrado no mercado; o sistema funcionou como planejado e os testes foram satisfatórios.

Verificou-se nas simulações (Fig. 7) que com baixas rotações já era possível gerar energia acendendo a lâmpada *led* vermelha de 5 V localizada na lateral do protótipo, porém a rotação não era suficiente para gerar a tensão necessária para ativar o inversor de tensão que opera com tensão de 12 V a 60 V e conseguir acender a lâmpada de 12 V - 100 W. Quando a rotação foi elevada à especificação solicitada pelo gerador, o sistema todo funcionou como previsto, acionando o inversor e, assim, ascendendo a lâmpada.



Figura 7. Protótipo de simulação do sistema gerador de energia

Após os resultados obtidos nos testes preliminares, a próxima etapa seria fazer a instalação do gerador de baixa rotação conforme especificado junto ao acoplador em uma bicicleta de academia e o inversor para um teste real.

#### 3.1.1 Especificações dos equipamentos utilizados na simulação

Características do gerador:

- Gerador motor DC - VDO GERMANY GR 53

- Gera 12 V com aproximadamente 1500 rpm
- Engrenagem de 18 dentes
- Medindo 180 mm x 48 mm de diâmetro, Cabo 24 cm
- Peso: 1,2 kg
- Invólucro em aço inox com parede grossa, tampas em alumínio fechamento com parafusos
- Eixo do rotor com rolamentos, maior vida útil.

Características do inversor:

- Inversor de tensão modelo Iu 300 W - Lucky Amazônia
- Voltagem mínima de entrada 12 V
- Voltagem máxima de entrada 60 V
- Voltagem mínima e máxima de saída AC 100 V
- Potência máxima de operação 300 W
- Peso 600 g

Materiais adicionais:

- Lâmpada *led* 5 V
- Lâmpada *led* 12 V - 100 W
- Mini bancada MDF para teste
- Bocal para lâmpada
- Rele de 20 A

#### 4. CONCLUSÃO

Conclui-se que o projeto tem tudo para perseverar, com os acordos assinados na área de energia sustentável na convenção da ONU (Rio+20) e os compromissos firmados entre as grandes empresas, acredita-se que os investimentos em novas tecnologias e pesquisas serão gigantescos até 2030.

Com o tempo, os produtos estão ficando mais acessíveis, como a energia solar, além dos avanços de novas tecnologias, por exemplo, geradores de baixa rotação e o uso do piezoelétrico (piso gerador de energia). Todavia, acredita-se que em um futuro próximo será possível a criação de uma academia autossustentável.

O projeto tem alguns pontos fortes, como já mencionados no decorrer do artigo, porém, há pontos que ainda podem ser melhorados para projetos futuros, como o caso do tempo de *payback* de 2 anos e 1 mês, demonstrado na Tabela 2, o que não torna muito atrativo para as academias, diminuindo o interesse em investir nesse projeto. Outro ponto a ser destacado, seria a busca por um gerador menos robusto, com menor preço e mais eficiente, que seja mais discreto junto aos outros equipamentos já existentes na academia e que passem despercebidos pelos frequentadores.

Para o futuro, pode se pensar em estudar mais a fundo geradores que funcionariam independentes de outros equipamentos, como no caso do inversor. Também se sugere uma nova pesquisa voltada para o desenvolvimento de equipamentos sustentáveis para academias, ou uso em geral, como é caso o piezoelétrico, um tipo de cristal que quando submetido à pressão gera energia. Estudos mostram que hoje é possível criar, a partir desses materiais, pisos ou tapetes geradores de energia, podendo se tornar uma alternativa inovadora para as academias, em substituição aos tatames, ou pisos para as aulas de dança.

#### 5. REFERÊNCIAS

- ABDI, 2020. Agenda brasileira para indústria 4.0 – O Brasil preparado para os desafios do futuro. Ministério da Indústria, Comércio e Serviços. Governo Federal. <<http://www.industria40.gov.br/>>
- Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2015. *Geração distribuída*. Atualizado em 2018. <<https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>>
- Bertoldi, O., 2005. *Ideias para uma Metrópole Sustentável*. Curitiba: Editora Esplendor.
- Chapman, S.J., 2013. *Fundamentos de Máquinas Elétricas*. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda. 5ª ed.

- CNI. Portal da indústria. *Participação da indústria na economia brasileira sobe para 22%*, 2019. <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/economia/participacao-da-industria-na-economia-brasileira-sobe-para-22-diz-cni/>>
- Companhia Paranaense de Energia Elétrica – Copel. *Micro e Minigeração – Sistema de Compensação de Energia Elétrica*, 31.01.20 <<https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2Fdocs%2FB57635122BA32D4B03257B630044F656>>
- Guerra, J.B.S.O.A. et. al., 2015. Future scenarios and trends in energy generation in brazil: supply and demand and mitigation forecasts. In *Journal of Cleaner Production*. v. 103, 15 set. 2015, p. 197-210. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.082>>
- Gussow, M., 2009. *Eletricidade Básica*. Porto Alegre: Editora Artmed. 2ª ed.
- Hayonik Brasil., 2020. *Especificações Inversor de Onda Modificada*. <<https://hayonik.com.br/inversor-de-onda-modificada-300w-12vdc-220v-nw12-3-hayonik>>
- ONU Brasil – Nações Unidas Brasil., 2012. *Além da Rio+20: Avançando rumo a um futuro sustentável*. <<https://nacoesunidas.org/alem-da-rio20-avancando-rumo-a-um-futuro-sustentavel/>>
- Pereira, M.S., 2016. Gerador de corrente contínua. Ensinando elétrica – blog dos eletricitas. <<https://ensinandoeletrica.blogspot.com/2016/03/gerador-de-corrente-continua.html>>
- Pinho, J. T. et. al., 2008. *Sistemas híbridos soluções energéticas para a Amazônia*. Brasília: Ministério de Minas e Energia.
- Revista ACAD Brasil. 2019. *Mercado mundial do fitness: principais players e mudanças no top ten*, - Associação Brasileira de Academias. ed. 82. <<https://www.acadbrasil.com.br/wp-content/uploads/2019/03/edicao-82.pdf>>
- Santos, B.P. et. al. 2018. Indústria 4.0: desafios e oportunidades – DOAJ (Directory of Open Access Journals). In *Revista Produção e Desenvolvimento*, v.4, n.1, p.111-124. <<https://doi.org/10.32358/rpd.2018.v4.316>>
- Schwab, K. A quarta revolução industrial [livro eletrônico]. Trad. Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2019.