

PROPOSTA TEÓRICO-METODOLÓGICO ACERCA DE ENERGIAS RENOVÁVEIS E ELETRICIDADE

Fábio Henrique Guimarães de Araújo ¹

Lucas Silva de Souza ²

Marcos Antonio de Araújo Silva ³

RESUMO

O presente trabalho aborda a elaboração de uma maquete que compõe dois aerogeradores distintos, sendo um com suas hélices na posição horizontal e o outro com elas na vertical. Estes geradores serão utilizados para alimentar os circuitos elétricos de uma minicidade (compostas por três casas). Para realizar a conexão entre os aerogeradores e as residências será construído um circuito retificador (conversor de tensão alternada em contínua). A aquisição dos dados elétricos e energéticos será realizado por meio do Arduino. O objetivo principal deste trabalho é o ensino sobre energias renováveis, voltada principalmente para energia eólica, e conceitos básicos da eletricidade e eletrônica. O desenvolvimento metodológico do trabalho se deu de modo que, inicialmente, foram realizadas pesquisas acerca dos temas de energias renováveis, conceitos básicos da eletricidade e eletrônica, modelagem de 3D e cultura maker. A partir da pesquisa de referencial, foram realizados os testes com os circuitos elétricos e um motor de passo, a fim de verificar se era possível gerar energia elétrica e qual seria sua quantidade, para que se pudesse saber a potência do circuito protetor que deveria ser integrado a ele. Posteriormente, tendo confirmado a sua capacidade, partiu-se, realmente, para a construção dos dois geradores. Inicialmente foram feitos testes com pequenas hélices para confirmar a eficácia do motor e logo em seguida foram realizadas as modelagens dos componentes dos aerogeradores na impressora 3D. Pretende-se, com o término deste projeto, garantir a capacidade de auxiliar os professores e alunos nas disciplinas de Energias Renováveis, Eletricidade de forma prática.

Palavras-chave: Energia Renovável, Eletricidade, Maquete, Aerogerador.

INTRODUÇÃO

O consumo de eletricidade está diretamente ligado com o desenvolvimento da sociedade. Desde os tempos da utilização do fogo, das forças dos ventos e da água, as civilizações vêm evoluindo e, de modo crescente, demandando novas fontes de energia (MENDES, 2014). No Brasil o crescimento do gasto elétrico, bem como o aumento da conta de luz ocorre ao longo dos anos, mesmo em momentos de pandemia o nosso país continuou consumindo e elevando ainda mais esses dados, como mostra a Câmara de Comercialização de

¹ F.H Graduando do Curso de Informática do Instituto Federal - IF, fabio.henrique.araujo2004@gmail.com;

² L.S Graduando do Curso de Informática do Instituto Federal - IF, lucassilv0111@gmail.com;

³ M.A: Mestre, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, araujo.marcos@ifrn.edu.br.

Energia Elétrica (CCEE), que no ano de 2021 obteve um crescimento de 4,1% em relação ao ano anterior na despesa nacional, onde foi alcançado um total de 64.736 megawatts. Semelhante a isso, outro problema a ser resolvido é a quantidade de fontes não renováveis que representam aproximadamente 85% da geração mundial. Diante disso, torna-se necessário a busca por elevar ainda mais a produção de fontes energéticas advindas de origens limpas e renováveis, como exemplo deste trabalho a eólica. Estas que nos últimos 40 anos, aumentaram em 383,4% em todo o mundo. No final da década de 70, somavam 4,8 mil TWh e faziam parte de 5,5% da matriz de consumo mundial, já em 2019 elas chegaram a aproximadamente 18,5 mil TWh, ou 10,7% do total. É notável que ocorreu um aumento nos últimos 50 anos, porém, ainda é preciso avançar e tornar as atividades energéticas limpas as maiores geradoras de energia.

Observando a importância dessas energias na preservação do meio ambiente, viu-se a necessidade de criar um projeto que fosse útil e ajudasse a sensibilizar e educar sobre a sua utilidade e importância para o meio ambiente. Com isso, o objetivo desse trabalho é o ensino sobre fontes renováveis, voltada, principalmente, para eólica, e os conceitos básicos da eletricidade e eletrônica. Conhecendo a facilidade de construção do circuito elétrico necessário, pretendemos criar uma maquete com dois aerogeradores e um circuito ligado a uma cidade, onde seriam geradas as luzes. Planejamos usar a plataforma de prototipagem eletrônica, o Arduino, para fazer essa conexão e aquisição dos dados. Visamos utilizar esse projeto em disciplinas de Energias Renováveis, Eletricidade e Eletrônica nos cursos de Agroecologia, Meio Ambiente e Informática presentes no campus, visto que existe uma interdisciplinaridade entre os assuntos abordados e o projeto.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da maquete, inicialmente, tivemos a ideia de construir um minigerador eólico com Arduino, algo que já tínhamos feito numa escala bem menor no primeiro ano em um projeto de eletrônica, com o objetivo de melhorar o consumo elétrico em residências. Após algumas pesquisas e orientações foi decidido produzir uma maquete capaz de gerar corrente num circuito fechado com dois tipos de geradores eólicos diferentes, um vertical e outro horizontal, e ligar LEDs a pequenas casas. Inicialmente foi feito um esquema de prototipagem do circuito elétrico, logo após foi desenvolvido o protótipo do esquema que foi construído usando uma placa de circuito impresso, oito diodos, um motor de passo e dois capacitores. Os diodos foram soldados a placa formando grupos de dois deixando uma ligação

entre eles, cada fio do motor foi soldado nessas ligações e ambas as partes positivas dos capacitores conectadas a saída positiva dos diodos, do mesmo modo com a parte negativa, e por fim um fio que serviria como uma tomada. O circuito com os diodos, retificador de onda completa, é realizado para converter a energia alternada em contínua. Após a construção, foram realizados testes para definir o valor da resistência dos resistores no circuito para que não danificasse nenhum LED. Confirmando a necessidade dos resistores, ele foi triplicado, pois cada aerogerador estaria conectado a um circuito individualmente e teríamos um reserva caso um dos outros apresentasse algum problema.

Após a conclusão do esquema, foi iniciado o protótipo de ambos os geradores, primeiramente construído com uma base de madeira, placas de ferro, hélices de um ventilador e um tubo para proteger o circuito. As hélices do gerador vertical foram feitas com cano PVC. Concluída esta etapa, partiu-se para montagem da maquete, onde foi feita com uma tábua de madeira como base, os dois geradores e três casas pequenas com LEDs para exemplificar a funcionalidade deles. Adicionalmente, uma placa de Arduíno integrada para a obtenção dos dados relacionados a quantidade de tensão gerada e a quantidade de corrente passando por toda estrutura. A estrutura de montagem final dos aerogeradores está sendo montada nas impressoras 3D presentes no laboratório *maker* do campus.

REFERENCIAL TEÓRICO

Crescimento da energia eólica no Brasil

Para Simas (2013) e Pinto (2017), a matriz energética brasileira historicamente vinha baseando sua produção de eletricidade em dois tipos, sendo elas a produção de energia a partir das hidrelétricas, predominante é prioritária, e as termelétricas, cuja maior parte das usinas operam nos períodos de onde as hidrelétricas não conseguem suprir na integridade. Diante disso, foi-se necessário a realização da expansão da energia eólica no Brasil, diversificando desse modo as fontes energéticas do país para que este fique menos suscetível a crises no setor e cause menos impactos ao meio ambiente.

Deste modo, foi no ano de 2002 que o governo criou o Proinfa - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - com o intuito de diversificar e aumentar as matrizes energéticas brasileiras, a partir disto começa a expansão da energia eólica. No entanto, dados apontam que é complicado dizer que o processo de diversificação já ocorre, pois essa matriz é responsável atualmente por apenas 11% da energia produzida no país. Todavia o crescimento desta é excepcional, segundo a Empresa de Pesquisa Energética – EPE – em 2017 o Brasil

produziu aproximadamente 42 GW (gigawatts) a partir de fontes eólicas, valor que aumentou para 72 GW em 2021, onde no mesmo ano o Governo Federal anunciou que as usinas eólicas já correspondiam a 11% da matriz do Brasil e constituíam cerca de 20 gigawatts de potência instalada, o que fez o país subir no ranking *Global Wind Energy Council* (GWEC) e ocupar a sexta posição em Capacidade Total Instalada de Energia Eólica Onshore (EPE, 2022).

O relatório do *Global Wind Energy Council* – GWEC apresenta que a energia eólica é a segunda maior fonte de geração de energia do Brasil, atrás apenas da hidráulica. A análise do setor eólico mundial feito pelos mesmos traz o Brasil entre os cinco principais mercados do mundo em 2021 para novas instalações, junto com a China, os Estados Unidos, o Vietnã e o Reino Unido. Combinados, esses cinco mercados representaram 75,1% das instalações (GWEC, 2021).

Desenvolvimento no Estado do RN

No trabalho de Dantas (2017) junto com dados da ABEEÓLICA (2021), no ano de 2021 em comparação com o ano de 2020, o estado do Rio Grande do Norte cresceu 19% no número de usinas, no qual foram instaladas 36 novas usinas. Diante disso, o crescimento da produção de energética é evidente, crescendo 138% de um ano para o outro de acordo com uma análise do Instituto SENAI de Inovação em Energias Renováveis (ISI-ER), baseadas em dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e relatório divulgado pela associação europeia de energia eólica *Wind Europe*, a produção de 1,5 GW de energia eólica do RN corresponde a mais de 40% da potência total do país. O estado tem avançado enquanto maior produtor de energia eólica do país. Dados da ANEEL mostram que dos seis novos parques de geração de energia eólica instalados no Brasil, em outubro do mesmo ano, quatro estão localizados no RN. Além de possuir também um grande volume de projetos de eólica em andamento, são 118 parques em construção somando 4,4 GW de potência contratada e que deve ser instalada nos próximos anos.

No texto de Borges (2022), apresenta que a cidade de João Câmara que poderá receber o título de Capital Nacional dos ventos devido à grande quantidade de parques eólicos (29) e aerogeradores (327), se tornando o maior parque eólico do país. Ficando cada vez mais explícito o aumento da energia eólica no RN e no Brasil e como é de suma importância o estudo sobre esta energia e o investimento nela.

Aplicação da Eletrônica

Nos circuitos elétricos dos aerogeradores é possível identificar a presença de duas das principais Leis dos estudos da Eletricidade, sendo elas as Leis de Ohm e as Leis de Kirchhoff. As leis de Ohm foram postuladas em 1827 pelo físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854) onde ajudam a encontrar o valor da resistência elétrica dos condutores e se dividem em duas: A primeira lei de ohm demonstra que a diferença de potencial é proporcional a uma corrente elétrica que é estabelecida nele. Além disso, de acordo com essa norma, a razão entre o potencial elétrico e a corrente elétrica é constante para resistores ôhmicos. Já a segunda lei de ohm afirma que a resistência elétrica se refere a uma propriedade do corpo que é percorrido por uma determinada corrente elétrica (BOYLESTAD, 2013), (TEODORO, 2007). Essa propriedade depende da área transversal do corpo, do comprimento e da grandeza chamada de resistividade, no qual é referente ao material pelo qual um corpo é formado.

Segundo Boylestad (2013), as leis de Kirchhoff foram concebidas em 1845 pelo físico alemão Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), a 1ª Lei de Kirchhoff é chamada de Lei dos Nós, que se aplica aos pontos do circuito onde a corrente elétrica se divide, ou seja, nos pontos de conexão entre três ou mais condutores (nós), ela indica que a soma das correntes que chegam em um nó é igual a soma das correntes que saem. No qual é consequência da conservação da carga elétrica, cuja soma algébrica das cargas existentes em um sistema fechado permanece constante.

Cultura maker

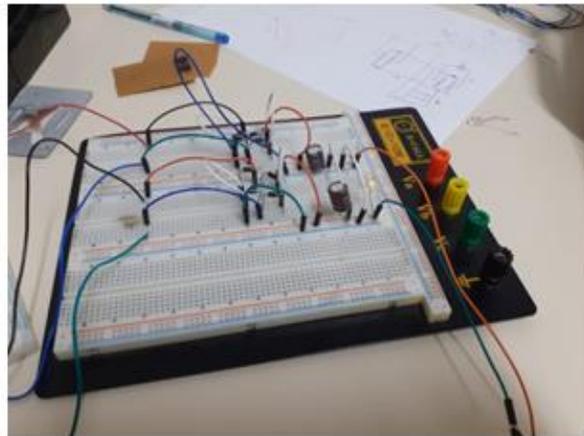
Segundo Moran (2010), os alunos devem ser os protagonistas em seu próprio aprendizado, estando o professor como agente mediador do processo. Estes educandos, irão se utilizar de ferramentas digitais e tecnológicas com o propósito de tornar o espaço de aprendizagem mais rico e aprofundado. Para Cavalcante (2021), a cultura maker vem como a ideia do estudante aprender fazendo e construindo projetos e raciocinando durante todo o processo de aprendizagem. Os ambientes maker são de criatividade, diversidade e construção de conhecimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

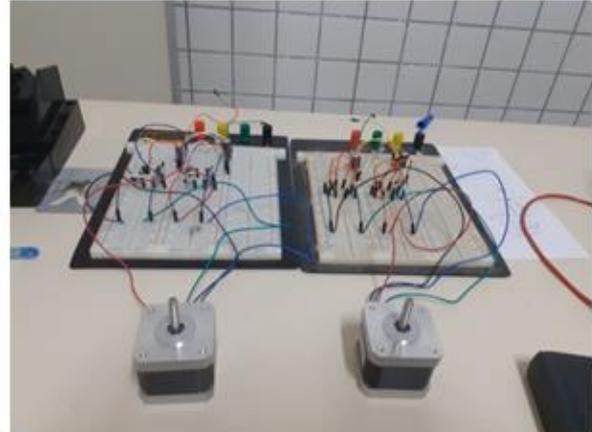
Foram realizados diversos testes com os circuitos que projetamos com componentes presente no campus, foram ao todo três circuitos elétricos, sendo dois deles utilizados nos geradores vertical e horizontal, e um de reserva que será utilizado caso necessário. As imagens a) e b) da Figura 01 apresentam os testes iniciais dos circuitos na protoboard. Já, a Figura 01 (c

e d), apresenta o circuito final montado na placa de circuito impresso, uma vez já verificada a eficácia do circuito após os testes.

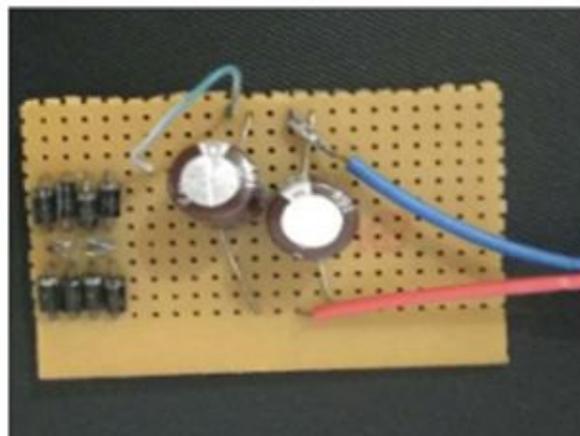
Figura 1. Imagens a) e b) circuitos na protoboard; imagens c) e d) circuitos final realizado na placa.



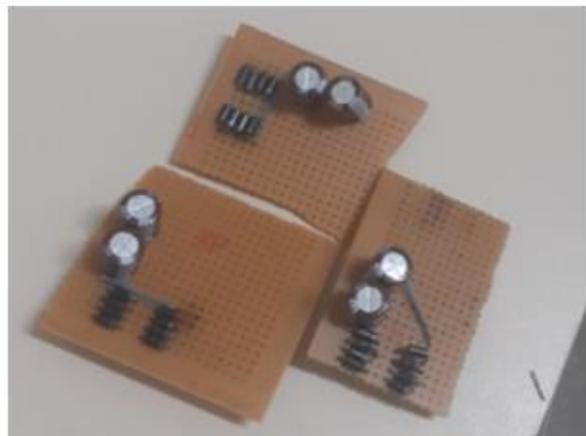
a)



b)



c)



d)

Fonte: autoria própria (2022).

Os testes foram realizados com um motor de passo, que pode gerar uma tensão máxima de 12 volts e possui quatro fios de cores distintas (preto, verde, vermelho e azul), para simular o movimento que as hélices girarem com o vento, assim, obtemos como resultado uma tensão gerada em corrente contínua de aproximadamente 5 volts (Figura 02), o que foi suficiente para conseguir ligar os LEDs e fazê-los descarregar devagar devido a presença do capacitor dos circuitos.

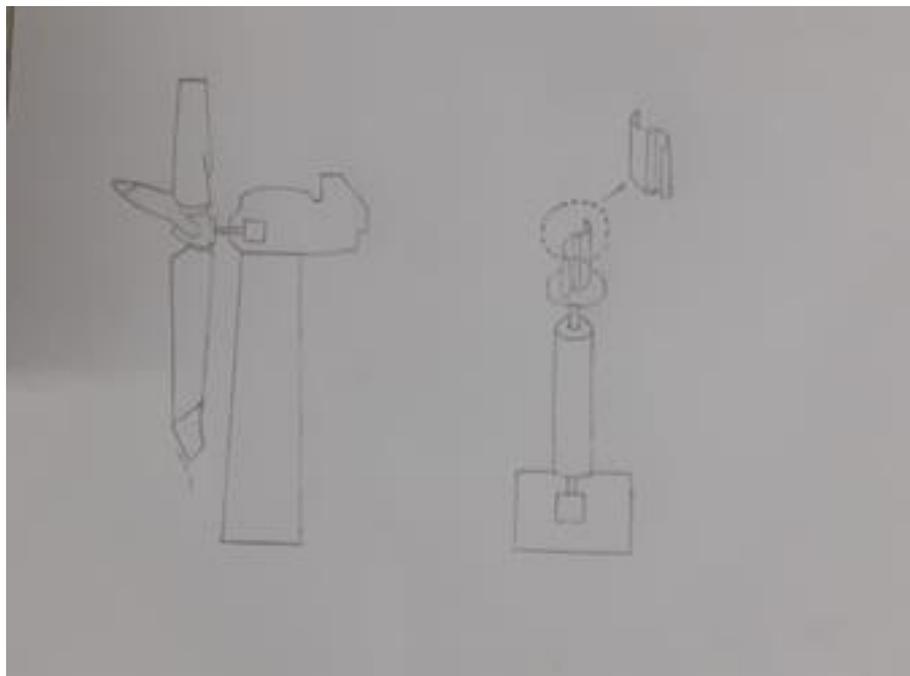
Figura 2. Tensão obtida nos testes dos circuitos



Fonte: autoria própria (2022).

A Figura 03 mostra um esboço das versões iniciais dos protótipos dos dois tipos de aerogeradores a serem construídos.

Figura 3. Protótipos desenhados a mão dos dois geradores



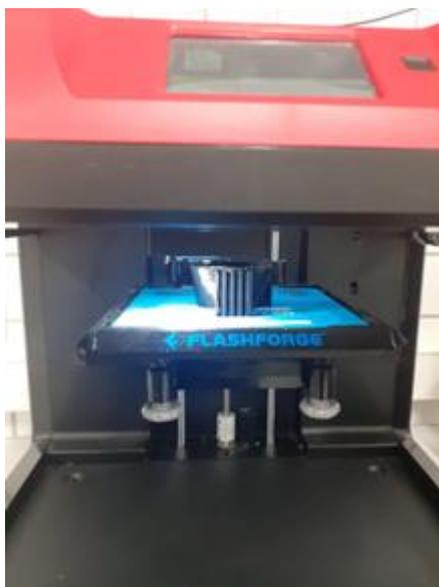
Fonte: autoria própria (2022).

Esperamos, com este projeto, criar uma maquete com dois minigeradores funcionais conectados a uma cidade e que estes sejam capazes de gerar energia suficiente para acender todas as luzes. Temos como principal finalidade utilizá-los em aulas para o ensino de energias renováveis, eletrônica e eletricidade básica, pois é possível perceber a presença das leis de Ohm e Kirchhoff podendo assim, aprender na prática, além de levantar discussões sobre as matrizes energéticas utilizadas no Brasil e no mundo, considerando seus impactos ambientais e sociais na atualidade.

A montagem da maquete e a estrutura das torres eólicas foram realizadas nas impressoras 3D, ofertadas pelo Laboratório Maker do Campus, para que realize a impressão foram pegos modelos de (DAVIS, 2022) dos aerogeradores no *Thingiverse*, site que compõe modelos prontos para impressão, diante disso se deu início a produção e montagem.

A Figura 04 apresenta a impressora 3D realizando a confecção da cabine do motor do nosso aerogerador.

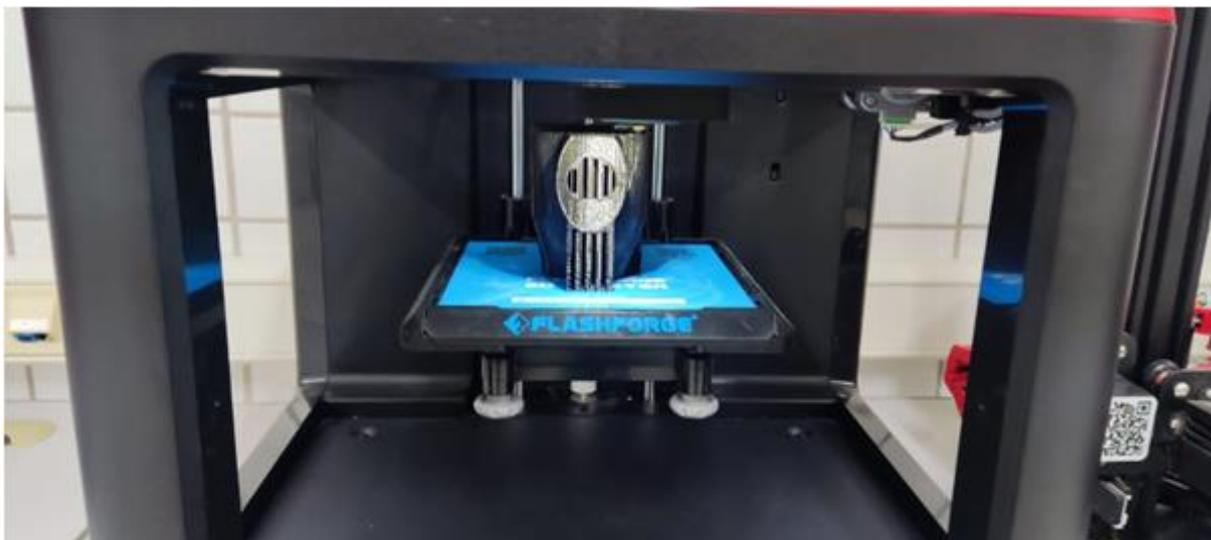
Figura 4. Impressora 3D imprimindo a cabine do motor.



Fonte: autoria própria (2022).

Já a Figura 05 apresenta a cabine concluída.

Figura 5. Cabine do aerogerador concluída



Fonte: autoria própria (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2019, foi construído um gerador eólico caseiro como projeto para uma feira de ciências escolar, visando gerar energia suficiente para acender um LED. Tendo em vista o crescimento do consumo de energia no Brasil e o aumento da conta de energia elétrica juntamente com as dificuldades da população brasileira para com esses crescimentos da mesma durante a pandemia, percebeu-se a vontade de criar um projeto que ajudasse minimamente este cenário, buscando uma maneira de amenizar essa problemática. Diante disso, o presente trabalho ao invés de trazer uma solução mais refinada e eficiente para o problema que fora proposto antes, desta vez, propõe a construção de uma maquete, contendo dois geradores eólicos, capaz de demonstrar de forma prática a importância das energias renováveis e conceitos básicos de eletricidade e eletrônica. Com relação aos circuitos não se teve problemas com sua produção por já se ter conhecimento de como seria feito, além dos testes terem apresentados uma ótima quantidade de energia gerada, superando as expectativas e conseguindo obter a quantidade necessária. A construção dos modelos apresentou várias falhas na impressão de algumas partes do gerador, devido a velocidade da impressora estar muito rápida ou a posição em que foram colocadas não ser a ideal, no entanto após a reimpressão delas, conseguiu-se obter peças em ótimo estado. Na parte da montagem foi necessário lixar cada unidade, com o intuito de diminuir seu tamanho e/ou volume para que não tivesse problemas nos encaixes. Ou



seja, os problemas estruturais das peças, que antes não tinham sido contabilizados, gerou uma demanda a mais no projeto, o que fica de experiência para construção dos novos modelos.

Inicialmente, visando aprofundar e entender um pouco mais acerca da quantidade de energia gerada e necessária, foram realizados testes com o modelo inicial, de modo que, a partir dele, pudemos entender o que seria preciso acrescentar para suprir todas as necessidades. Na etapa de produção da maquete e das duas torres eólicas foram feitos inicialmente os desenhos a mão de como seriam suas estruturas, e logo após se iniciou a produção de ambas.

A construção do projeto, apesar de árdua em razão do surgimento de alguns problemas, relativos a quantidade de energia gerada e com a montagem e os desenhos 3D dos aerogeradores, foi fonte de muitos aprendizados por parte dos discentes responsáveis, não somente aprendizados técnicos, mas também valiosas lições relativas à construção de trabalhos acadêmicos e ao desenvolvimento de projetos em grupo.

Outro ponto a ser considerado diz respeito à interdisciplinaridade que o trabalho propõe. Após finalizada a maquete poderá ser utilizada nas disciplinas dos cursos de Meio Ambiente, Agroecologia e Informática do campus. O projeto vem proporcionando aos demais colegas das turmas um maior interesse na cultura maker, uma vez que os alunos perceberam uma forma diferente de aprender.

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Boletim anual de geração, 2021.

BORGES, Iara Farias. Maior parque eólico do país, João Câmara (RN) pode se tornar Capital Nacional dos Ventos. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2022/01/20/maior-parque-eolico-do-pais-joao-camara-rn-pode-se-tornar-capital-nacional-dos-ventos>. Acesso em: 21 mar. 2022.

BOYLESTAD, Robert L; NASHELSKY, Louis. Dispositivos Eletrônicos e Teoria dos Circuitos. 11ª edição. Pearson Universidades, 30 março 2013.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; SANTOS, Elio Molisani Ferreira. Eletrônica Criativa: Uma estratégia metodológica para o Ensino e Aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade Híbrida de Ensino: Introdução: uma estratégia metodológica para o ensino e aprendizagem de conceitos de eletricidade e/ou eletrônica na modalidade híbrida de



ensino. Revista Brasileira de Ensino de Física, [S.L.], v. 43, n. 8, p. 327-345, 14 nov. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2021-0188>.

CCEE. Consumo de energia elétrica cresce 4,1% em 2021. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/pt/web/guest/-/consumo-de-energia-eletrica-cresce-4-1-em-2021-aponta-ccee>. Acesso em: 21 mar. 2022.

DANTAS, Gerbeson Carlos Batista; RODRIGUES, Marcus Vinícius Sousa; SILVA, Leonardo Magalhães Xavier; AQUINO, Marisete Dantas de; THOMAZ, Antônio Clécio Fontelles. Panorama do setor eólico no estado do Rio Grande do Norte no período 2004-2017. Estudos Avançados, [S.L.], v. 35, n. 102, p. 79-94, ago. 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35102.005>.

DAVIS, Daniel, MKIII 50 Watt 3d printable Wind Turbine. Thingiverse. 2022. Disponível em: < thingiverse.com/thing:2851306 >. Acesso em: 28 de jun. de 2022.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética – Estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia 2030. Brasília: ., 2020.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética – Balanço Energético Nacional - Relatório Síntese 2022. Brasília: ., 2022.

GWEC. Global Wind Report 2021. Disponível em: <https://gwec.net/global-wind-report-2021/>. Acesso em: 25 maio 2022.

MENDES, Carlos Augusto Nogueira. Consumo de Energia e Crescimento Econômico: Uma Relação em Estudo com Foco nos Países Componentes do Brics. 2014. 51 f. Tese (Doutorado) - Curso de Administração, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. (Ed). Novas tecnologias e mediação pedagógica. Campinas, SP: Papirus, 2010.

PINTO, Lucía Iracema Chipponelli; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science, [S.L.], v. 12, n. 6, p. 1082, 23 nov. 2017. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.2064>.



SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. Estudos Avançados, [S.L.], v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142013000100008>.

TEODORO, Matheus da Silva Filho. Fundamentos de Eletricidade. 1ª edição. LTC, 7 fevereiro 2007.