

PROPOSTA SIMPLIFICADA DE UM KIT DE GERAÇÃO HIDRELÉTRICA
Guilherme Marcos Canfild¹, Fabrício Yutaka Kuwabata Takigawa², Gustavo Cardoso Orsi³ e Pedro Cesar Cordeiro Vieira⁴

Resumo

O Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Energia (CSTSE) do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAE), localizado no Câmpus Florianópolis do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), foi criado em 2005. Após a reformulação da grade curricular, 10% da carga horária do curso passou a ser destinada a atividades de extensão, ampliando o envolvimento dos alunos com projetos práticos. Além disso, os professores do CSTSE incentivam a participação em atividades complementares, promovendo oportunidades adicionais por meio de projetos de ensino, pesquisa e extensão. O presente artigo apresenta os resultados do desenvolvimento de um *kit* didático de geração hidrelétrica, abordando sua construção, funcionamento e possíveis melhorias. O *kit* foi criado como uma ferramenta de aprendizado ativo, podendo ser utilizado em sala de aula e em atividades práticas de ensino e extensão. A principal finalidade é proporcionar uma compreensão mais clara e prática dos conceitos de geração de energia hidráulica, complementando o aprendizado teórico.

Palavras-chave: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina; Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Energia; *Kit* de Geração Hidrelétrica.

SIMPLIFIED PROPOSAL FOR A HYDROELECTRIC GENERATION KIT

Abstract

The Higher Technology Course in Energy Systems (CSTSE) at the Electrotechnics Academic Department (DAE), located at the Florianópolis Campus of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Santa Catarina (IFSC), was created in 2005. After the curriculum was reformulated, 10 per cent of the course's workload was allocated to extension activities, increasing the students' involvement in practical projects. In addition, CSTSE teachers encourage participation in complementary activities, promoting additional opportunities through teaching, research and extension projects. This article presents the results of the development of a hydroelectric generation teaching *kit*, covering its construction, operation and possible improvements. The *kit* was created as an active learning tool that can be used in the classroom and in practical teaching and extension activities. Its main purpose is to provide a clearer and more practical understanding of the concepts of hydroelectric power generation, complementing theoretical learning.

Keywords: Federal Institute of Education, Science and Technology of Santa Catarina; Higher Technology Course in Energy Systems; Hydroelectric Generation *Kit*.

¹Graduando de Tecnologia em Sistemas de Energia, IFSC, Discente, GESE, guilhermemarcoscanfild@gmail.com.

² Doutor em Engenharia Elétrica, IFSC, Docente, GESE, takigawa@ifsc.edu.br.

³ Mestre em Engenharia Elétrica, IFSC, Docente, GESE, gustavo.orsi@ifsc.edu.br.

⁴ Doutor em Engenharia Elétrica, IFSC, Docente, GESE, pedro.cesar@ifsc.edu.br.

PROPUESTA SIMPLIFICADA PARA UN KIT DE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

Resumen

El Curso Superior de Tecnología en Sistemas de Energía (CSTSE) del Departamento Académico de Electrotécnica (DAE), situado en el Campus de Florianópolis del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Santa Catarina (IFSC), se creó en 2005. Tras la reformulación del plan de estudios, el 10% de la carga lectiva del curso se asignó a actividades de extensión, lo que aumentó la participación de los estudiantes en proyectos prácticos. Además, los profesores del CSTSE fomentan la participación en actividades complementarias, promoviendo oportunidades adicionales a través de la docencia, la investigación y los proyectos de extensión. Este artículo presenta los resultados del desarrollo de un *a* didáctico de generación hidroeléctrica, abarcando su construcción, funcionamiento y posibles mejoras. El *kit* fue creado como una herramienta de aprendizaje activo que puede ser utilizada en el aula y en actividades prácticas de enseñanza y extensión. Su principal objetivo es proporcionar una comprensión más clara y práctica de los conceptos de generación de energía hidroeléctrica, complementando el aprendizaje teórico.

Palabras-clave: Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Santa Catarina; Curso Superior de Tecnología en Sistemas de Energía; *Kit* de Generación Hidroeléctrica.

Introdução

O curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Energia (CSTSE) funciona desde 2005 e passou por uma reformulação da sua grade curricular em 2018, aprovada pela Resolução CEPE/IFSC nº 143 (IFSC, 2017). Essa reformulação inseriu importantes mudanças, incluindo a alocação de 10% da carga horária total para atividades de extensão e a introdução da formação complementar, atendendo as diretrizes propostas pelo MEC para os cursos superiores (MEC, 2018). Adicionalmente, nesta nova proposta, o objetivo foi promover a integração entre ensino, pesquisa e extensão dentro do curso e da comunidade.

Por outro lado, o IFSC também possibilita que os estudantes participem de projetos de ensino, pesquisa e extensão ao longo da sua trajetória acadêmica. Esses projetos, normalmente propostos por docentes dos diversos cursos do IFSC, têm como finalidade atender demandas específicas da sociedade e contribuir para a formação técnica e cívica dos estudantes. Nesse contexto, o resultado a ser apresentado neste relato é resultante de projetos de pesquisa e de extensão cadastrados no SIGAA (PJ072-2022, PVFPL3044-2023 e PIFPL3327-2023).

Os projetos citados possibilitaram bolsas de pesquisa ao autor discente ao longo dos dois últimos anos (2022 e 2023), assim como a aquisição dos diversos equipamentos utilizados no desenvolvimento do *kit* de geração hidrelétrica. Ressalta-se que os projetos estão alinhados com os conteúdos abordados no CSTSE e o *kit* pode ser utilizado como uma ferramenta de aprendizado ativo tanto pelos docentes como pelos estudantes, aplicando conceitos teóricos em um contexto prático e real, aprimorando sua compreensão e fomentando o pensamento crítico e a criatividade (Buss; Mackedanz, 2017).

Na literatura, podem ser observadas diversas atividades experimentais desenvolvidas para alunos do ensino médio. Rauber et al. (2017) possibilitaram que os próprios alunos escolhessem os experimentos a serem desenvolvidos (física, matemática e química). Segundo os autores, essas atividades permitem que os alunos desenvolvam o raciocínio lógico, interligando informações teóricas com os fenômenos observados. De maneira semelhante, Marinho e Rodriguez (2020) focaram no ensino de eletricidade usando a educação por projetos e desenvolveram placas de circuito impresso. Os autores aplicaram dois questionários, um no início e outro no final, e perceberam uma evolução significativa no entendimento dos conceitos de eletricidade dos alunos.

O desenvolvimento de protótipos e *kits* didáticos em projetos da instituição proporciona duas oportunidades principais de aprendizado aos alunos: a primeira ocorre

durante o desenvolvimento, em que os alunos são motivados a aprender enquanto trabalham no projeto; e a segunda acontece na utilização posterior dos *kits* por alunos e professores, onde o professor orienta o aluno com experimentos práticos investigativos, conciliando conteúdo teórico com a prática. Paines (2015), no trabalho de desenvolvimento de um *kit* de geração solar, destaca essas oportunidades, além de que o *kit* didático cria um ambiente informal, diminui a distância entre professor e aluno, fornece informações detalhadas dos processos e permite a observação e medição de dados em tempo real.

Desta forma, o objetivo principal deste trabalho é abordar o processo de desenvolvimento de um *kit* educativo de geração hidrelétrica, com base nas experiências vivenciadas do autor discente ao longo desse processo, para utilização em atividades de ensino e de extensão. Além disso, conforme será exposto, o *kit* foi apresentado em ações extensionistas do curso e exposto na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), nos anos de 2022 e 2023, permitindo a sua divulgação para a comunidade e para outras instituições de ensino (escolas municipais e estaduais da grande Florianópolis).

O presente relato está estruturado da seguinte maneira. Inicialmente são apresentados os conceitos do processo de produção (geração hidrelétrica) e, posteriormente, são expostos a ideia geral do *kit* proposto, os testes iniciais que foram efetuados e alguns registros das exposições efetuadas nas SNCTs.

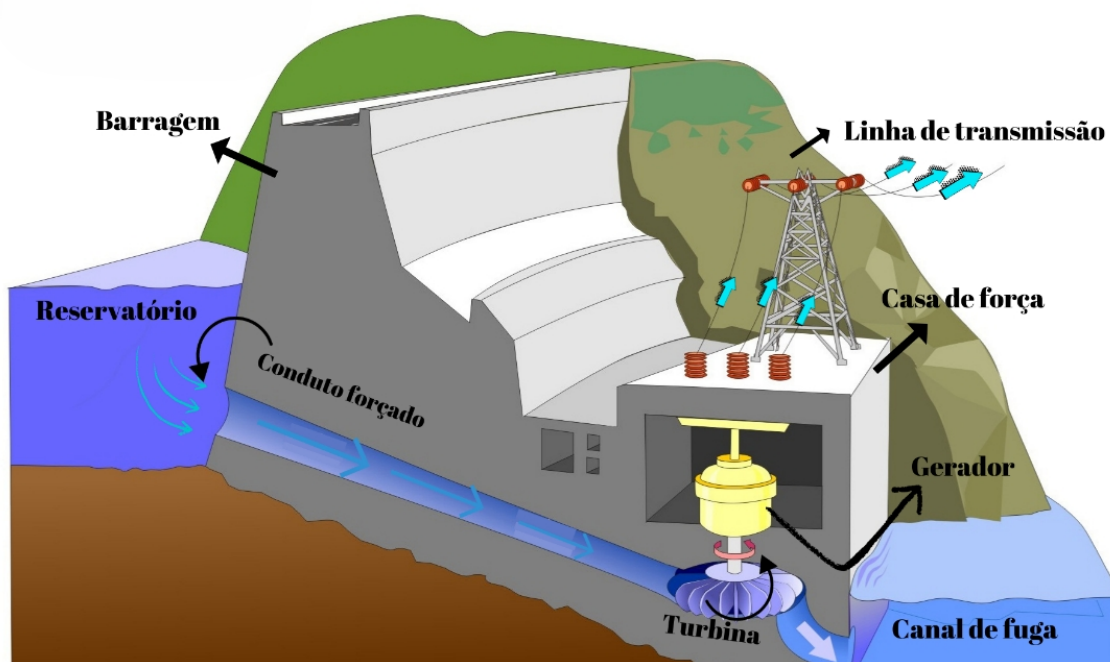
Fundamentação Teórica

As usinas hidrelétricas são fundamentais para a matriz energética do Brasil, representando 61,9% da geração de eletricidade em 2022, em contraste com a média mundial de 15,5% (EPE, 2024). O Brasil, com seu vasto potencial hídrico, possui grandes bacias hidrográficas que proporcionam uma fonte constante e sustentável de energia. A geração proveniente das usinas hidrelétricas, além de ser uma fonte limpa e eficiente, promove o desenvolvimento econômico regional através da criação de empregos e melhoria da infraestrutura local. Embora existam impactos ambientais associados à construção de grandes barragens, a gestão responsável dos recursos hídricos e a adoção de tecnologias que minimizem esses impactos é essencial (Queiroz et al., 2013).

Conforme pode ser visto na Figura 1, o funcionamento de uma usina hidrelétrica envolve a captação da água do reservatório, que percorre um conduto forçado até chegar à turbina. Nesse ponto, a energia contida no movimento da água é convertida em energia mecânica, fazendo com que as pás da turbina girem. Esse movimento é então transmitido através de um eixo até o gerador, que transforma a energia mecânica em energia elétrica. Ao

final do processo, toda a água utilizada na usina é liberada pelo canal de fuga, voltando ao leito do rio. Esse ciclo contínuo permite que a energia hidrelétrica seja uma fonte de energia renovável e sustentável (Simone, 2000).

Figura 01 – Esquema simplificado de uma usina hidrelétrica



Fonte: Adaptado de José Alberto Bermúdez (2022)

Esse processo é mundialmente conhecido e existem diversos *kits* didáticos que ilustram o processo de produção de usinas hidrelétricas. Neste sentido, é possível separar em dois eixos principais, os *kits* didáticos comerciais e os desenvolvidos em meio acadêmico.

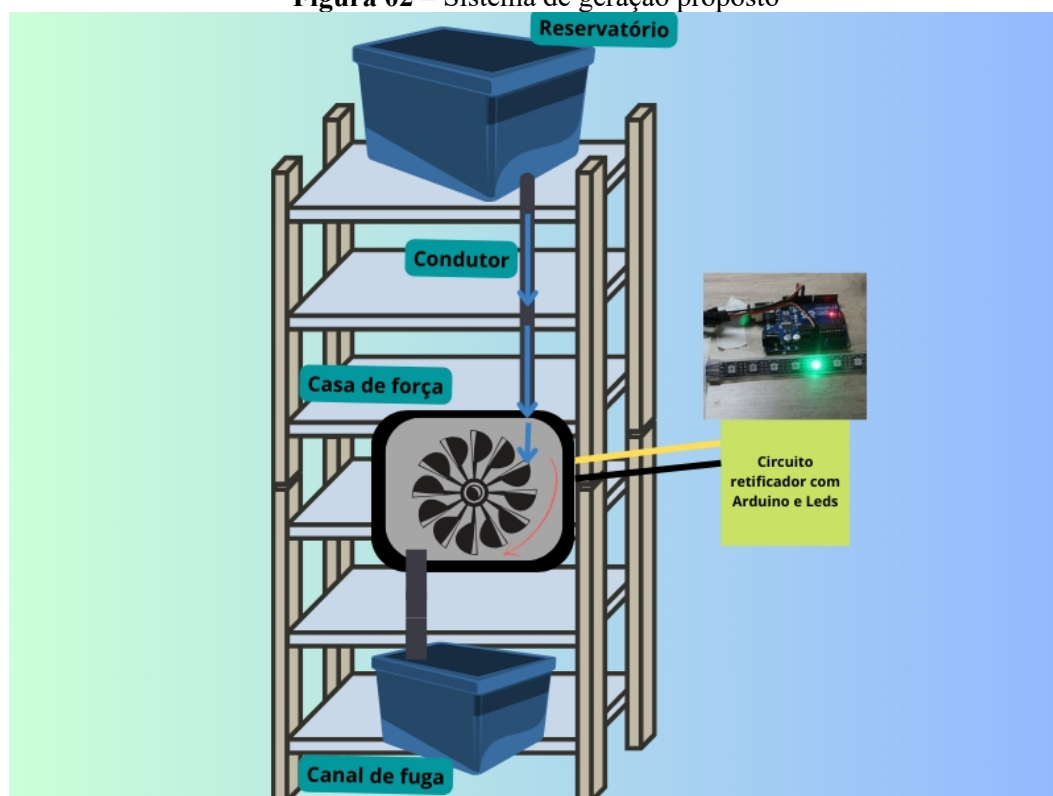
Os *kits* comerciais, como por exemplo a UniDidática (2022), são custosos, mas são mais complexos e têm bancadas equipadas com diversos equipamentos de medição, permitindo analisar as curvas características das turbinas, as medidas de pressão e vazão, os rendimentos, entre outros. Por outro lado, os *kits* didáticos desenvolvidos em meio acadêmico, utilizam de projetos baseados em impressão 3D, como os trabalhos de Fernandez (2020) e de Ricardi (2016), desta forma, possibilitam recriar e desenvolver modificações e estudos nesses projetos.

Desta forma, visando desenvolver um *kit* educativo de geração hidrelétrica, foi proposto um sistema de geração inspirado nos projetos acadêmicos. Este sistema é caracterizado por seu baixo custo financeiro, ao mesmo tempo em que permite modificações e estudos aprofundados durante seu desenvolvimento.

Sistema de Geração Proposto

O sistema de geração proposto o qual visa ser simples e produzido com baixo custo financeiro, utiliza o potencial energético da água armazenada em um reservatório para acionar uma turbina que é conectada a um motor para gerar energia elétrica, conforme pode ser observado na Figura 2.

Figura 02 – Sistema de geração proposto



Fonte: Elaboração própria (2023)

No sistema de geração é possível ilustrar que a energia potencial da água armazenada no reservatório é a energia que forçará a passagem da água pelo conduto forçado (mangueira). Posteriormente, a água aciona as pás da turbina, movimentando-as, e produzindo a energia cinética e mecânica necessária para ser convertida em energia elétrica, por meio do acoplamento da turbina e gerador. Como trata-se de um pequeno sistema de geração, a proposta é incluir uma carga variável, baseada em um circuito retificador com Arduino e *leds*, assim, o resultado do processo de produção é ilustrado por meio do acionamento da carga (*led*). Toda a água utilizada nesse processo retorna a um reservatório inferior, que representa o rio a jusante da usina.

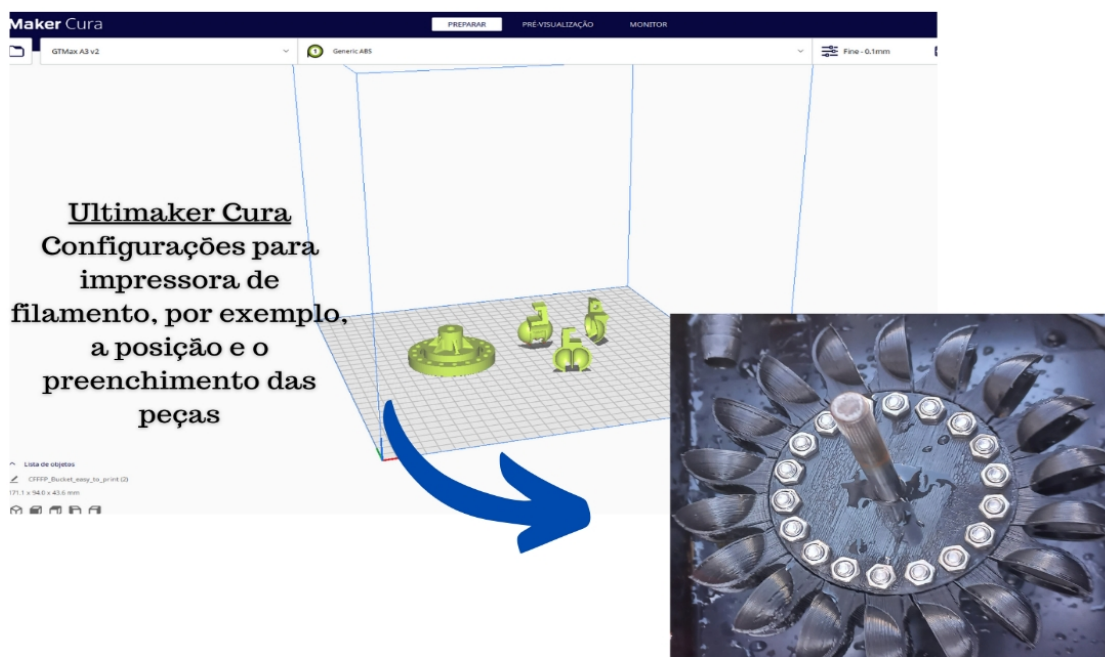
Métodos

Inicialmente foi realizada uma pesquisa prévia por outros projetos semelhantes que tratam de *kits* didáticos sobre geração elétrica, em que foi observado dois eixos principais relacionados aos *kits* didáticos, os comerciais e os produzidos em meio acadêmico. Como o intuito principal do desenvolvimento do *kit* é o acadêmico, ilustrando o processo de produção de energia elétrica a partir de um conceito simples, didático e com baixo custo financeiro, foi utilizado como referência principal os materiais de Fernandez (2020), disponíveis no site da Thingiverse (2023) para a confecção da turbina pelton.

Desta forma, a montagem do sistema de geração de energia proposto, ilustrado na Figura 2, começa com a impressão da turbina Pelton. Esta etapa foi realizada utilizando uma impressora 3D disponível no departamento do CSTSE, empregando filamento plástico do tipo ABS. Os arquivos 3D necessários para a impressão estão disponíveis em Fernandez (2020). Antes da impressão, foi essencial preparar as peças e configurar os parâmetros da impressora, utilizando o software fatiador de arquivo 3D chamado Ultimaker Cura (Ultimaker, 2023), conforme ilustrado na Figura 3.

Na Figura 3 pode-se ver o layout do software Ultimaker Cura, no qual também se observa algumas peças da turbina, como a base e pás, interessante mencionar que a escolha desse projeto de impressão 3D se deu pela possibilidade das pás serem impressas separadamente, pois em eventuais danos às pás, não seria necessário trocar todo o conjunto. No canto inferior direito da Figura 3, é apresentada a turbina já impressa, e observa-se que a união das peças se deu com o auxílio de parafusos e porcas.

Figura 03 – Turbina pelton e o software Ultimaker Cura



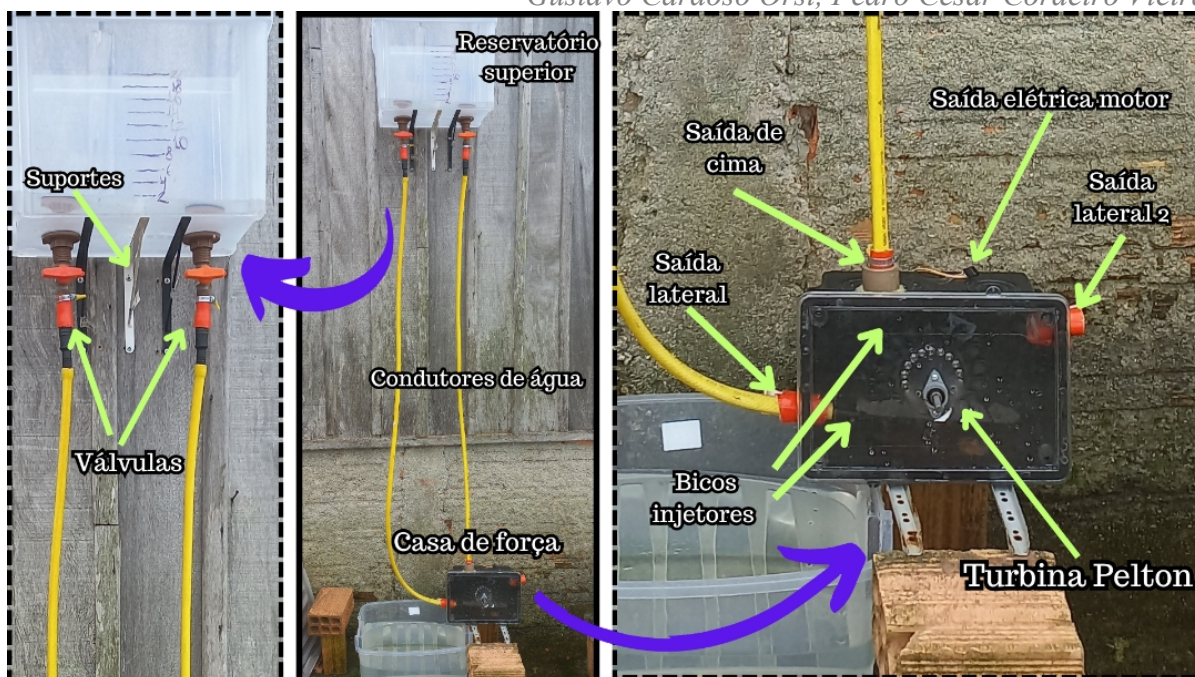
Fonte: Elaboração própria (2023).

Para a montagem prática do sistema de geração de energia, conforme ilustrado na Figura 4, a aquisição dos materiais foi realizada principalmente em lojas de materiais de construção. Foram comprados itens simples como mangueiras, conectores, caixas, suportes de prateleira, conexões tubulares, válvulas, porcas e parafusos.

Primeiramente, foi instalado um reservatório de água na parte superior do sistema (apoiado sobre suportes fixados na parede) para servir como fonte de potencial energético e outro reservatório foi colocado na parte inferior para coletar a água após a passagem pela turbina. Mangueiras foram conectadas entre os reservatórios e a casa de força para conduzir a água, enquanto duas válvulas foram integradas ao sistema para permitir o controle do fluxo de água.

Na casa de força, que foi adaptada a partir de uma caixa de luz sem uso no departamento, a turbina pelton já impressa foi fixada e acoplada a um gerador equipado na traseira da caixa. Além disso, dois bicos injetores foram instalados e posicionados para direcionar jatos de água nas pás da turbina.

Figura 04 – Montagem do *kit* proposto



Fonte: Elaboração própria (2023).

Assim, o sistema completo utiliza o potencial energético da água armazenada no reservatório superior, que ao ser liberada pelas válvulas, aciona a turbina conectada ao gerador, resultando na geração de energia elétrica. A Figura 4 ilustra o sistema montado, podendo-se observar a disposição dos reservatórios, válvulas, mangueiras, turbina, bicos injetores e casa de força.

Pode-se observar que o sistema proposto contém 3 entradas de água (duas laterais e uma por cima). O motor que está acoplado na casa de força possui saídas elétricas na extremidade, nas quais foram conectados *leds* (carga) e um multímetro para leituras de tensão. Nesse sistema proposto, foram realizados alguns ensaios variando características como: diâmetro dos bicos injetores, variação entre as entradas de água (uso de uma ou duas ao mesmo tempo), quantidade de carga/*leds* e diâmetro da mangueira/condutor.

Resultados

Os resultados serão ilustrados em duas partes, primeiramente referente aos testes efetuados no sistema de geração através de ensaios, e depois o *feedback* obtido das exposições nas SNCTs.

Testes realizados no sistema de geração

Os dados compilados dos ensaios estão apresentados na Tabela 1 (cada valor da tabela é baseado na média da realização de três ensaios similares).

Tabela 01 – Compilado dos testes efetuados no *kit* de geração hidrelétrica proposto

Teste	Variável	Nível da água (h)	Duração	Tensão s/ led	Tensão c/ 1 led	Tensão c/ 2 led
(grandeza)	()	(m)	(s)	(V)	(V)	(V)
Variação de Bico Injetor	12 mm	1,90	70	20,80	10,00	11,40
	10 mm	1,90	100	20,50	10,00	11,10
	9 mm	1,90	120	21,60	10,00	11,10
	8 mm	1,90	155	19,80	8,40	8,90
Variação de saídas (Bico 9mm)	1 Lateral	1,96	120	22,00	10,00	10,40
	1 por Cima	1,90	120	21,60	10,00	11,10
	Ambas saídas	1,90	60	21,40	10,30	12,00
	Duas laterais	1,96	55	22,80	11,10	13,00
Variação de Diâmetro da Mangueira (Bico 9mm)	1/2 pol	1,90	120	21,60	10,00	11,10
	3/4 pol	1,90	110	20,10	9,70	10,00

Os testes realizados no *kit* didático de geração hidrelétrica permitiram avaliar a influência de diferentes variáveis sobre o desempenho do sistema. A variação do diâmetro do bico injetor mostrou que tamanhos menores possibilitam prolongar a duração do teste, assim como manter praticamente a mesma tensão nos *leds*. No entanto, em alguns momentos foi possível observar perda de desempenho devido à menor vazão disponível.

Além disso, a configuração das saídas também pode impactar nos resultados. O uso de duas saídas laterais proporciona a maior tensão sem carga (22,80 V) e o melhor desempenho com *LEDs* conectados. Adicionalmente, pode-se observar também influências em relação ao diâmetro da mangueira, para 1/2 polegada obteve-se maior tensão gerada, enquanto para 3/4 de polegada obteve-se menor desempenho, possivelmente devido à maior vazão, que pode ter reduzido a eficiência na turbina.

Dessa forma, os resultados ilustram que diversos aprimoramentos no *kit* e nos componentes hidráulicos podem otimizar a conversão de energia no *kit* didático. Esse estudo reforça a importância da experimentação para a compreensão dos princípios da geração hidrelétrica, servindo como base para futuras melhorias no sistema e na experiência didática proporcionada pelo *kit*.

Exposição nas SNCTs

Destaca-se que o *kit* didático foi apresentado ao público duas vezes na SNCT do Campus Florianópolis, nos anos de 2022 e 2023. No ano de 2022, apenas foi apresentado o protótipo 3D impresso da turbina pelton e o conceito geral do processo de produção de uma usina hidrelétrica, conforme pode ser observado na Figura 5, respectivamente, no lado esquerdo e direito da mesma.

Figura 05 – a) Protótipo turbina pelton b) Apresentação do processo de geração

(a)



Fonte: IFSC (2023)

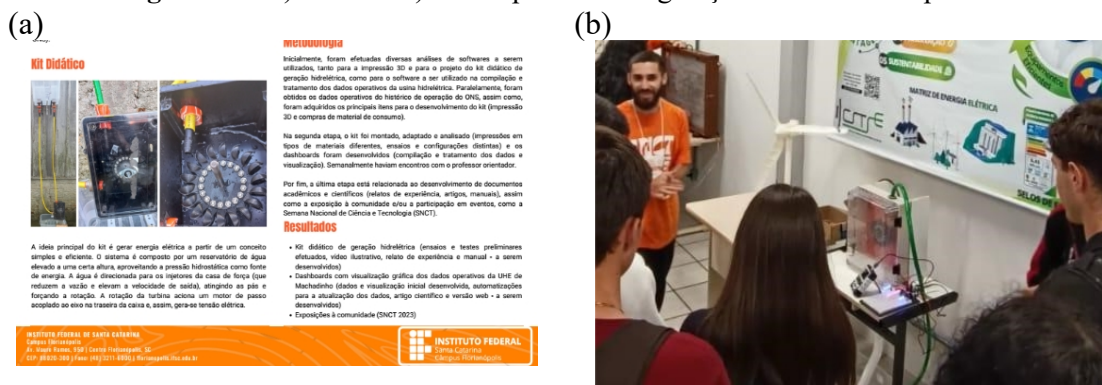
(b)



Fonte: IFSC (2023)

No ano de 2023, o *kit* foi novamente apresentado, sendo inserido ao lado de outros *kits* didáticos desenvolvidos pelo curso, assim como ensaios e conceitos expostos por professores e estudantes de diversos cursos do departamento acadêmico de eletrotécnica. A Figura 6 ilustra um banner desenvolvido e a exposição do *kit* e do processo de produção de uma usina hidrelétrica.

Figura 06 – a) Banner b) Protótipo do kit de geração hidrelétrica exposto na SNCT



Fonte: IFSC (2023)

Fonte: IFSC (2023)

Em ambos os anos, foi realizada uma pesquisa de satisfação dos visitantes, por meio de um questionário respondido pelos mesmos. Em 2022, o *feedback* geral foi positivo, mas o quantitativo de visitantes foi razoável. No evento de 2023, teve uma alta mobilização dos alunos do CSTSE na prospecção de escolas estaduais e o quantitativo de visitantes foi expressivo. Neste evento, o resultado do questionário teve 232 respostas e revelou que 34% dos visitantes tiveram grande apreciação em relação aos conteúdos e demonstrações práticas dos *kits* didáticos, compreendendo o funcionamento dos *kits* e o processo de produção apresentado.

Discussão

Uma das principais vantagens do *kit* é o baixo custo e a acessibilidade dos materiais, que são baratos e facilmente encontrados em lojas de materiais de construção. Isso permite que o *kit* seja replicado com facilidade, tornando-o acessível para diversas instituições de ensino e interessados. Além disso, a realização de testes e ensaios iniciais oferece uma excelente oportunidade de aprendizado prático, aplicando conhecimentos teóricos na prática.

No entanto, pode haver dificuldades caso não se tenha uma impressora 3D, que pode ser custosa, embora viável no meio acadêmico. A simplicidade do *kit* também promoveu algumas limitações, necessitando de variações e adaptações, que muitas vezes resultavam em retrabalhos, como a repetição de ensaios falhos, e exigia um espaço com acesso à água, podendo ser um fator limitante em alguns ambientes.

Neste sentido diversas melhorias podem ser aplicadas ao *kit* aumentando suas possibilidades de ensaios e sua capacidade didática. A inclusão de sensores de medição pode aumentar a precisão dos ensaios, e a inclusão de uma bomba d'água pode reduzir a estrutura e a necessidade de queda d'água, enquanto a implementação de sistemas de acionamento e

controle pode melhorar a funcionalidade e a usabilidade do *kit*. Além disso, o desenvolvimento de uma interface para simulação e apresentação dos resultados tornaria o *kit* mais interativo e didático, ampliando seu potencial educativo.

Considerações finais

A proposição do desenvolvimento de um *kit* didático de geração hidrelétrica revelou-se altamente válida, tanto para a compreensão do processo pelo próprio autor discente como para a apresentação à comunidade. Pode-se afirmar que os *kits* didáticos são ferramentas valiosas no contexto educacional, pois possibilitam proporcionar uma abordagem simplificada e funcional do processo de geração de energia, apresentando conceitos complexos de maneira visual, na qual os participantes têm papel ativo.

No entanto, ressalta-se que o *kit* proposto pela estrutura apresentada, necessita de fixação e altura razoável para o reservatório superior, o que impede o traslado e a exposição do mesmo em locais distintos. Adicionalmente, outras dificuldades que podem ser citadas é a necessidade de reposição da água ao reservatório superior, tempo reduzido para simulação, ausência de controle (acionar e desligar), assim como, ausência dos dados registrados do experimento.

Neste sentido, como recomendações futuras, sugere-se que o *kit* de geração hidrelétrica seja aprimorado de diversas formas, incluindo sensores de medição ao longo do processo de produção, bomba d'água e sistemas de acionamento e controle, assim como, uma carga variável e uma interface para simulação e exposição dos resultados. Esses aprimoramentos possibilitariam ilustrar melhor o processo de geração hidrelétrica e fornecer maior controle sobre o funcionamento do *kit*, tornando-o mais educativo e didático.

Agradecimentos

Agradecimentos pelo fomento e apoio recebidos do IFSC, os quais possibilitaram a execução deste projeto de desenvolvimento de um *kit* didático de geração hidrelétrica.

Referências

BERMÚDEZ, J. A. **Central Hidroelétrica: ciencias naturales**. [S.D]. Disponível em: <https://www.curriculumnacional.cl/portal/Tipo/Imagenes-y-multimedia/Imagenes/>. Acesso em: 23 nov. 2022.

BUSS, C. da S.; MACKEDANZ, L. F. O ensino através de projetos como metodologia ativa de ensino e de aprendizagem. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 3, p. 122–131, 2017. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/481>. Acesso em: 30 mar. 2024.

CHITUBOX. **CHITUBOX Basic- Ferramenta de preparação de impressão 3D**. Disponível em: <https://www.chitubox.com/en/download/chitubox-free>. Acesso em: 12 nov. 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2023**. 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-BEN>. Acesso em: 02 jun. 2024.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **MATRIZ ENERGÉTICA**. 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em: 16 maio 2024.

FERNANDEZ, I. Pelton turbine. **Thingiverse**, 2020. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/thing:4646248>. Acesso em: 17 nov. 2022.

FREECAD. **FreeCAD: Seu próprio modelador paramétrico em 3D**. Disponível em: https://www.freecad.org/?lang=pt_BR. Acesso em: 12 nov. 2023.

IFSC. **Acervo dos discentes e docentes do Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Energia**. 2023.

IFSC. **Resolução CEPE/IFSC nº 143 de 20 de outubro de 2017**. Aprova a alteração de PPC e dá outras providências. Florianópolis, SC, 2017. Disponível em: <https://www.ifsc.edu.br/search?>

https://www.ifsc.edu.br/search?p_p_id=com_liferay_portal_search_web_search_results_portlet_SearchResultsPortlet_INSTANCE_WEUgghBykc3m&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_com_liferay_portal_search_web_search_results_portlet_SearchResultsPortlet_INSTANCE_WEUgghBykc3m_mvcPath=

%2Fview_content.jsp&_com_liferay_portal_search_web_search_results_portlet_SearchResultsPortlet_INSTANCE_WEUgghBykc3m_assetEntryId=1035591&_com_liferay_portal_search_web_search_results_portlet_SearchResultsPortlet_INSTANCE_WEUgghBykc3m_type=content&p_1_back_url=%2Fsearch%3Fp_p_lifecycle%3D0%26p_p_mode%3Dview%26_com_liferay_portal_search_web_search_results_portlet_SearchResultsPortlet_INSTANCE_WEUgghBykc3m_mvcPath%3D%252Fview_content.jsp%26_com_liferay_portal_search_web_search_results_portlet_SearchResultsPortlet_INSTANCE_WEUgghBykc3m_assetEntryId%3D1035537%26_com_liferay_portal_search_web_search_results_portlet_SearchResultsPortlet_INSTANCE_WEUgghBykc3m_type%3Dcontent%26p_1_back_url%3D%252Fsearch%253Fq%253DTens%2525C3%2525A3o%2526site%253D1035121%26q%3Dresolu%25C3%25A7%25C3%25A3o%2B2017%2BCSTSE%26site%3D1035121 . Acesso em: 10 out. 2023.

MARINHO, E. C. P.; RODRIGUEZ, E. A. V. Aprendizagem no Ensino de Eletricidade desenvolvida por uma proposta de Educação por Projetos. **Ensino e Tecnologia em Revista**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 21–35, 15 maio 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/8073>. Acesso em: 8 maio 2024.

MEC. **Ministério da Educação**. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de dezembro de 2018, Seção 1, pp. 49 e 50. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/pdf/CNE_RES_CNECESN72018.pdf . Acesso em: 23 nov. 2023.

PAINES, P. de A. **Desenvolvimento de *kit* didático de geração de energia solar**. 2014. f. 100. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/8319>. Acesso em: 27 mar. 2024.

PEREIRA, R. A.; NOGUEIRA, A. R.; SOUSA, D. S. B.; CASTRO, G. G. P. **SSA: Turbina de Pelton**. In: XVI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Resende, RJ, 2019. Anais eletrônicos... Resende: AEDB, 2019. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/artigos2019.php>. Acesso em: 31 out. 2023.

QUEIROZ, R. de; KOPPE, E.; GRASSI, P.; TARTAS, B.; LAZZARE, K.; BOZZETTO, C.; KEMERICH, P. D. da C. Production of electrical power through hydraulic energy and its environmental impacts. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 13, n. 13, p. 2774–2784, 2013. DOI: 10.5902/223611709124. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/9124>. Acesso em: 22 dez. 2023.

RAUBER, A. G.; QUARTIERI, M. T.; DULLIUS, M. M. Contribuições das atividades experimentais para o despertar científico de alunos do ensino médio. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 1, 2017. Disponível em: <https://revistas.utfpr.edu.br/rbect/article/view/5717>. Acesso em: 8 maio 2024.

RICARDI, F. **DESENVOLVIMENTO DE UM KIT DIDÁTICO PARA O ENSINO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS E RENOVÁVEIS**. In: MOSTRA NACIONAL DE ROBÓTICA (MNR), 6., 2016, Recife (Pe). Anais da VI Mostra Nacional de Robótica (MNR 2016). Recife (Pe): Mnr, 2016. p. 575-579. Disponível em: <http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/0f530d345f1fa1764ff3ab4cacde30cc.pdf>. Acesso em: 25 set. 2023.

SILVA, E. S.; SILVA, J. P.; SOUSA, M. H. S.; SILVA, R. F. Desenvolvimento de *kit* didático de controladores industriais aplicados ao controle de posição de válvula proporcional. **Ens. Tecnol. R.**, Londrina, v. 4, n. 1, p. 68-78, jan./jun. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/etr/article/view/11970>. Acesso em: 8 maio 2024.

SIMONE, G. A. **Centrais e aproveitamentos hidrelétricos: uma introdução ao estudo**. São Paulo: Érica, 2000.

THINGIVERSE. **Thingiverse - Digital Designs for Physical Objects**. Disponível em: <https://www.thingiverse.com/>. Acesso em: 23 nov. 2023.

ULTIMAKER. **Ultimaker Cura**. Disponível em: <<https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>>. Acesso em: 12 nov. 2023.

UniDidática. **Bancada Didática de Turbina Pelton**. 2022. Disponível em: <<https://unididatica.com.br/equipamento/un-035320-modulo-didatico-turbina-de-pelton>>.

Acesso em: 21 nov. 2023.