

# Veículo Elétrico com Abastecimento por Energia Fotovoltaica como Material Didático no Curso de Engenharia Elétrica

Vinícios Frigheto de Franceschi  
Universidade Federal de Santa Maria –  
Campus Cachoeira do Sul  
Cachoeira Do Sul, RS  
vinicios.franceschi@acad.ufsm.br

Leonardo Chaves Machado  
Universidade Federal de Santa Maria –  
Campus Cachoeira Do Sul  
Cachoeira Do Sul, RS  
leonardo.machado@acad.ufsm.br

Alexander Nagorsny  
Universidade Federal de Santa Maria –  
Campus Cachoeira do Sul  
Cachoeira Do Sul, RS  
alexander.nagorsny@acad.ufsm.br

Paulo César Vargas Luz  
Universidade Federal de Santa Maria  
– Campus Cachoeira do Sul  
Cachoeira Do Sul, RS  
paulo.c.luz@ufsm.br

**Resumo**—O ensino de engenharia é uma tarefa extramente complexa e deve estar em contante evolução, uma vez que o público-alvo (alunos) também estão em constante evolução. As metodologias modernas do processo ensino-aprendizagem apontam para a necessidade de o aluno ser protagonista deste processo. As metodologias, chamadas ativas, tais como *aprendizagem baseada em problema* e *sala de aula invertida* estão baseadas fortemente na aplicação prática dos conteúdos teóricos vistos em sala de aula. Para que a aplicação dessas metodologias seja possível é necessário, então, uma estrutura mínima, composta de equipamentos e bancadas didáticas. Assim, este trabalho visa contribuir com os cursos de engenharia da Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul, com o desenvolvimento de um veículo elétrico com abastecimento por energia solar com a finalidade de servir como bancada de estudos práticos de conceitos correlato as áreas de ciência e tecnologia. Foi desenvolvido um carro com capacidade para um passageiro utilizando um motor de aproximadamente 1 HP e autonomia superior à 30 minutos. Ainda são propostos planos de aula e ações práticas para a utilização nas disciplinas do curso de Engenharia Elétrica. A elaboração desta banca contribuiu fortemente na formação de habilidades profissionais, técnicas e pessoais dos alunos envolvidos.

**Palavras-chave** — *Metodologias ativas de ensino-aprendizagem, veículo elétrico, energia solar.*

## I. INTRODUÇÃO

Veículos elétricos são uma tecnologia cujo meio de transporte vem se tornando uma opção bastante crescente nos últimos anos. Esses veículos, mostram uma redução considerável no consumo de combustíveis fósseis por serem movidos por motores elétricos. Além disso, o sistema de abastecimento elétrico, tem expectativas de ser gerada totalmente por fontes renováveis para tal opção, providas de energia eólica e fotovoltaica [1], [2].

Dessa forma, investir no desenvolvimento desses sistemas vem se tornando uma necessidade e visa gerar um enorme mercado de trabalho para engenheiras e engenheiros. Dentre as várias áreas de conhecimento para o desenvolvimento das tecnologias que envolvem carros elétricos, podemos citar sistemas de armazenamento de

energia, acionamentos elétricos, conversão eletromecânica de energia e programação.

Em contribuição a essa área emergente, sistemas fotovoltaicos, vem se estabilizando exponencialmente no mercado nos últimos anos. O impacto econômico e socioambiental de tal geração renovável de energia é evidente, e vem sofrendo difusão entre consumidores, não só industriais como também residenciais. Os avanços tecnológicos ligados a essa área são imensos, desde criação e aperfeiçoamento das células solares, desenvolvimento dos circuitos de condicionamento e acionamento, automação, proteção e diversos outros. Embora já em difusão, essa área tecnológica ainda está em expansão e demanda cada vez mais profissionais qualificados [3], [4].

Tendo em vista que o Engenheiro Eletricista deve dominar essas tecnologias, com formação aplicada também nessas áreas, é proposto este projeto. É visado o desenvolvimento de uma bancada didática que agregue ambas as tecnologias: Veículos Elétricos e Sistemas Fotovoltaicos. Tal bancada didática consiste em um veículo elétrico, acionado com motor elétrico e alimentado por baterias. Esse sistema ainda deve conter reabastecimento automático através de um painel solar para geração de energia. Este sistema deve servir de bancada para testes, aulas práticas, desenvolvimento de projetos integradores, dentre inúmeras outras atividades práticas para as disciplinas de áreas correlatas a essas tecnologias, tais como: Eletrônica de Potência, Circuitos Elétricos, Conversão Eletromecânica de Energia, Sinais e Sistemas, Eletrônica Digital, Programação, Energias Renováveis, Geração de Energia.

## II. DESENVOLVIMENTO

Os veículos elétricos voltaram a ganhar força a partir dos anos 2000, graças à necessidade da redução da emissão de gases poluentes e, paralelamente a isso, a geração de energia solar está em constante crescimento, sendo uma alternativa renovável e limpa, sem muitos danos ambientais [5], [6]. Sendo assim, o projeto de ensino, que está em desenvolvimento, é um veículo elétrico com abastecimento por energia solar com finalidade de bancada de didática aos

cursos de engenharia. Este projeto, bem como a aplicabilidade da bancada ainda está em sintonia com as demandas estabelecidas pelas novas Diretrizes Curriculares Nacionais de Graduação em Engenharia [7], fomentando a formação técnica, utilizando novas tecnologias com atuação inovadora, a formulação de solução de problemas de forma criativa e crítica, ou seja, a resolução de problemas de forma holística. Isto é, o desenvolvimento deste veículo elétrico contribui na consolidação das habilidades técnicas, pessoais e profissionais, tanto para os alunos envolvidos no desenvolvimento da bancada quanto para aqueles que a utilizarão como ferramenta de estudo no desenvolvimento projetos e resolução de problemas.

A metodologia do desenvolvimento da bancada didática proposta neste projeto consiste em basicamente duas grandes frentes, a estrutura do veículo e a aplicação como bancada didática, sendo cada uma delas detalhadas nas próximas seções. Esta estrutura é apresentada na Fig. 1. O projeto tem duração prevista de cinco anos, sendo o primeiro já cumprido. Dentro desse período serão desenvolvidos sistemas de geração, de carregamento, de acionamento e a estruturas mecânicas. Ainda, é proposto o desenvolvimento dos planos e propostas de aulas práticas, ações e projetos que podem ser desenvolvidos na bancada didática.

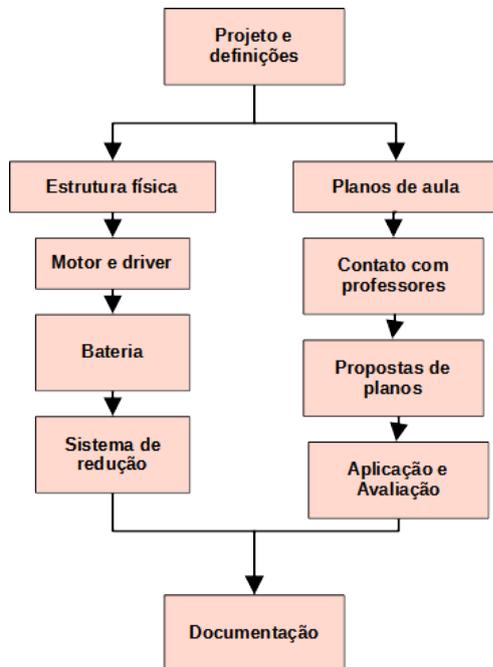


Fig. 1. Metodologia proposta.

### A. Estrutura do Veículo Elétrico

De maneira equivalente à aplicação teórica em sala de aula, é de conhecimento acadêmico e científico que a aplicação prática é uma alternativa ideal para a forma de aprendizado. Dessa forma, por meio desse carro elétrico, é proposta a criação de uma bancada didática para estudos, onde alunos e professores colocarão em prática os conhecimentos teóricos, desenvolvendo habilidades em solucionar problemas de maneira eficiente, adquirindo experiência.

O desenvolvimento desta bancada já conta com resultados preliminares que indicam o sucesso da proposta. Na Fig. 2 é apresentada a primeira versão do veículo, totalmente construída pelos alunos do curso. A estrutura do carro foi definida para um piloto, contendo acento,

acelerador e freio. O chassi foi todo constituído por material reciclado e alternativo, tais como rodas de bicicleta aro 16 e tubos de metal obtidos em sucatas e ferragens locais.



Fig. 2. Primeira versão do veículo Elétrico proposto.

O veículo é acionado por um motor elétrico e alimentado por baterias, que serão carregadas através de um painel fotovoltaico. O motor projetado é de 750W, 24V e 3000 RPM, definido para acelerar até 150 kg (estrutura e piloto) a 20 km/h em até 10 segundos. Essas definições, bem como o estudo referente aos tipos de motores e a escolha daquele que melhor se adequasse as necessidades e orçamento do projeto foi realizada pelos alunos.

Outro ponto projetado foi o sistema de armazenamento de energia. Este sistema conta com 90 baterias de íon-lítio de 3200mAh. Este banco de baterias garante ao veículo uma autonomia superior a 30 minutos ao motor em potência máxima. Na Fig. 3 é possível identificar, em amarelo, no canto superior esquerdo, o banco de baterias, no canto inferior esquerdo o motor e no centro do lado direito o *driver* de acionamento. Assim como no caso do motor, o sistema de armazenamento e acionamento também foram alvo



Fig. 3. Bateria, driver e motor.

A equipe ainda teve que projetar e desenvolver um sistema de redução para os motores. O sistema proposto foi baseado no conjunto pinhão-coroa de motocicletas, e foi implementada uma redução de 42 para 1. Essa redução limitou a velocidade máxima do veículo e aumentou consideravelmente o torque do mesmo. Este sistema é apresentado na Fig. 4.



Fig. 4. Sistema de redução implementado.

A etapa de construção do veículo foi realizada durante o primeiro e segundo semestre do ano de 2021, por alunos de diferentes semestres dos cursos de engenharia elétrica e engenharia mecânica. Durante esta etapa os alunos do projeto tiveram que solucionar problemas reais com fundamentação em conversão eletromecânica de energia elétrica, física e mecânica dos materiais, circuitos elétricos, eletricidade, e eletrônica de potência.

Ainda, durante esta etapa, foi fomentada fortemente a consolidação de competências técnicas, pessoais e profissionais dos integrantes do projeto. Como por exemplo: Proposição de soluções criativas em engenharia analisando e compreendendo os impactos técnicos e socioambientais de suas escolhas, trabalhar e liderar equipes multidisciplinares de forma ética e inclusiva e ainda capacidades de comunicação e expressão de forma oral, escrita e gráfica.

Outra atividade proposta, desenvolvida e gerida pelos alunos, durante esta etapa do projeto, foi a divulgação em mídias sociais dos resultados e evolução do veículo. Este ponto é muito importante, pois a visibilidade do projeto incentiva, motiva e integra os alunos, a universidade e a comunidade. O perfil criado e mantido foi na rede social *instagram* com nome @carrosolarufsmcs.

O próximo passo com relação a estrutura da bancada didática é a implementação do sistema de geração de energia elétrica a partir de placas fotovoltaicas. O projeto está sendo

realizado pelos alunos, sendo a definição da estrutura e número de painéis em fase final. Será utilizado um painel solar com capacidade de geração de 490 Watt pico, instalado no solo. É importante destacar que esta estrutura também fará parte do *setup* de estudos proposto, isto é, será a base de estudo como conversores estáticos, rastreadores MPPT, estudo de geração, inversores e demais aplicações correlatas.

### B. Aplicação como ferramenta de ensino

Além do desenvolvimento do veículo, o projeto ainda visa a elaboração de propostas de roteiros de aulas práticas e/ou projetos que podem ser desenvolvidos na estrutura da bancada didática. Estas propostas estão sendo desenvolvidas pelos alunos do projeto em parceria com os professores das áreas correlatas. Algumas disciplinas que podem utilizar a bancada didática para aplicações práticas dos conceitos vistos em sala de aula são: Conversão eletromecânica de energia, Física Geral e Experimental, Circuitos Elétricos, Eletrônica de Potência, Eletricidade, dentre muitas outras componentes da matriz curricular.

Os planos de aula/ações são desenvolvidos levando em conta a ementa das disciplinas em consonância com o *feedback* dos professores e as diretrizes curriculares. Essas ações podem ser desde aplicações práticas simples, como o estudo, análise e medições no sistema de armazenamento de energia, envolvendo conceitos como associação de baterias, energia e autonomia. Ou ainda projetos mais amplos, como desenvolvimento de um sistema de gerenciamento com painel de supervisão com comunicação via aplicativo de *smartphones*.

Um exemplo das propostas de ações é apresentado na Tabela I, para a disciplina de Dispositivos e Circuitos Eletrônicos I.

TABLE I. EXEMPLO DE PLANO DE ATIVIDADE PROPOSTO.

CAMPUS CACHOEIRA DO SUL Relatório de Atividades	
<b>Identificação</b>	
Curso: 4001 – Engenharia elétrica	
Disciplina: Dispositivos e Circuitos Eletrônicos I (CÓDIGO)	
Turma: _____	Ano/período: 2022/1. Semestre
Carga horária: _____	
Docente(s): _____	
<b>Objetivo</b>	
-Desenvolver um circuito iluminação para o Carro Solar com o intuito de suprir a demanda do projeto, de modo a aprimorar o carro e aproximar os alunos das exigências do mercado tecnológico atual.	
-Desenvolvimento dos faróis e sinaleiras – Definir potência e materiais.	
-Desenvolver circuito de acionamento e controle dos faróis e sinaleiras.	
<b>Habilidades e competências</b>	
-Reconhecer aplicações em série e paralelo de dispositivos eletrônicos;	
-Analisar e compreender o funcionamento de circuitos com dispositivos eletrônicos (resistores, diodos, relé);	
-Montar, descrever e/ou relatar práticas e/ou simulações dos circuitos eletrônicos;	
-Manusear instrumentos de laboratório, respeitando as normas técnicas de segurança e saúde no trabalho.	
<b>Materiais</b>	
-Diodos emissores de luz (LEDs) de potência.	
-Transistores – Modelo a definir.	
-Amplificadores operacionais – Modelo a definir.	
-Reguladores de tensão.	
-Osciloscópio.	
-Multímetro.	
<b>Metodologia</b>	
-Aulas práticas – a ser definido em parceria com docentes das disciplinas envolvidas.	
-Disciplinas integradoras: Circuitos Elétricos, Eletrônica Analógica e Eletrônica de Potência.	
<b>Critérios de avaliação</b>	
A critério dos professores.	

Neste plano é proposto o desenvolvimento do sistema de sinalização e iluminação do veículo elétrico. Esta proposta pode estabelecer conceitos da metodologia PBL (*Problem Based Learning*) às disciplinas envolvidas. Nesse caso foi proposta a integração entre as disciplinas de Circuitos Elétricos, Eletrônica Analógica e Eletrônica de Potência para a elaboração do sistema.

Dessa forma, são fomentadas não só habilidades técnicas aos participantes, mas também habilidades pessoais e profissionais, através da integração horizontal e vertical das disciplinas essenciais a formação do perfil do egresso.

Atualmente os planos de ensino estão sob a primeira implementação dos professores responsáveis das disciplinas. Esta ação teve grande aceitação por parte dos discentes, indicando o teor motivacional potencializado pelo projeto. Os próximos passos das ações de ensino propostas no projeto são a quantificação e avaliação dos resultados da bancada, bem como identificação de melhorias com base no *feedback*, tanto dos alunos quanto dos professores.

### III. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Os resultados do projeto mesmo inicialmente, têm alcançado resultados positivos. Esta avaliação pode ser essencialmente dividida em duas partes, uma para o desenvolvimento da bancada didática e outra para a implementação.

Neste primeiro ano de desenvolvimento, os alunos implementaram o grande objetivo da engenharia: resolver problemas. A construção do veículo foi extremamente desafiadora, onde os alunos se depararam com perguntas sem *feedback*, que exigiam criatividade e sugestões que iam além dos conceitos discutidos em sala de aula.

Esses alunos tiveram que trabalhar em grupo, com organização e interações entre diferentes níveis. Essas experiências contribuíram fortemente na capacitação técnica, profissional e pessoal.

Os resultados do projeto mesmo inicialmente, têm alcançado resultados positivos. Esta avaliação pode ser essencialmente dividida em duas partes, uma para o desenvolvimento da bancada didática e outra para a implementação.

Neste primeiro ano de desenvolvimento, os alunos implementaram o grande objetivo da engenharia: resolver problemas. A construção do veículo foi extremamente desafiadora, onde os alunos se depararam com perguntas sem *feedback*, que exigiam criatividade e sugestões que iam além dos conceitos discutidos em sala de aula.

Esses alunos tiveram que trabalhar em grupo, com organização e interações entre diferentes níveis. Essas experiências contribuíram fortemente na capacitação técnica, profissional e pessoal.

Ainda no cenário de desenvolvimento da bancada, a proposição de planos e roteiros de atividades para as disciplinas do curso, estabeleceu um amplo conhecimento de metodologias de ensino para os alunos. Além de promover a aplicação desses métodos aos professores do curso. O desenvolvimento desses planos permitiu que os alunos visualizassem ampla gama de perfis de ex-alunos. Essa visão também cria uma interdisciplinaridade e compreensão das relações entre as disciplinas centrais para moldar os

alunos. O entendimento de professores e alunos já demonstrou e confirmou a grande demanda por inovação no ambiente de ensino e aprendizagem, principalmente nos cursos de engenharia.

Outro ponto muito importante a se atentar é a motivação do aluno em participar tanto do desenvolvimento do projeto quanto dos usuários da bancada. A aplicação prática dos conceitos e o sentimento gerado pela criação de um sistema de trabalho geram motivação significativa entre os envolvidos para a geração de alunos. Isso é especialmente verdadeiro em situações em que os professores precisam batalhar pela atenção dos alunos de maneiras extremamente interessantes.

O projeto continua a criar para os alunos do campus um senso de propriedade e interação com a universidade e a comunidade. O veículo elétrico criado pelos alunos da universidade mostra aos alunos que eles podem propor, projetar e construir equipamentos com base no conhecimento adquirido em sala de aula. Estes últimos pontos contribuem fortemente na redução de números como evasão e desistência dos alunos.

Mais um resultado que cabe destacar é a participação do projeto em eventos tanto da instituição quanto da cidade. Os alunos apresentaram o veículo elétrico foi a 23ª Fenarroz, na cidade de Cachoeira do Sul. Durante este evento os alunos tiveram contato não só com a comunidade da cidade como também com empresários e empresas da região. Foi possível não só formar parcerias mas também criação de *networking* e foi um ótimo momento para o desenvolvimento de habilidades pessoais e profissionais dos alunos. A Fig. 5 apresenta um dos momentos desse evento.

Fig. 5. Participação do projeto na 23ª Fenarroz.



Outro evento que o veículo e os alunos do projeto participaram das atividades de recepção dos alunos no primeiro semestre de 2022. Este evento foi muito importante, uma vez que 4 semestres de alunos vinham do modo remoto de ensino. Dessa forma foi possível incentivar

os alunos novos a participar de projetos e atividades extracurriculares.

#### IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolvido como bancada de treinamento, o veículo elétrico proporciona aos estudantes de engenharia ferramentas inestimáveis para a implementação e desenvolvimento de atividades práticas de ensino, enquete e divulgação relacionadas a temas de alta tecnologia, como veículos elétricos e geração fotovoltaica de energia elétrica.

O desenvolvimento desta bancada envolveu alunos de diferentes semestres para incorporar incompetências essenciais ao perfil dos graduados em engenharia. Estes alunos têm incompetências tecnológicas, profissionais e pessoais totalmente motivadas por propostas e soluções contínuas.

A bancada é uma ferramenta de aprendizagem que combina disciplinas e projetos de curso de forma horizontal e vertical, aprimorando o processo de ensino e aprendizagem. Este conceito também fomenta o uso de métodos inovadores para este processo.

De modo geral, o projeto contribui de forma extremamente positiva para os alunos envolvidos no desenvolvimento, para o desenvolvimento de atividades práticas nas mais diversas disciplinas do curso, para a integração entre alunos, instituição e comunidade e ainda estabelece o sentimento de pertencimento aos estudantes para com a universidade.

#### REFERÊNCIAS

- [1] BARAN, R. A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade. Rio de Janeiro, p. 123, 2012. Disponível em: <http://antigo.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/baran.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- [2] GOBACKLOG. Energia solar: dados atuais e panorama futuro. Gobacklog, 2019. Disponível em: <https://gobacklog.com/report-energia-solar/>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- [3] FONTES, R. Energia solar para irrigação: informações e preços para projetos. BlueSol. São Vendelino, p. 1, 2020. Disponível em: <https://blog.bluesol.com.br/energia-solar-para-irrigacao-como-funciona/>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- [4] BLV, Blog das Locadoras de Veículos. Movida chega a marca de 100 mil veículos na frota. BLV, 2019. Disponível em: <https://www.blogdaslocadoras.com.br/mercado-de-locacao/movida-chega-a-marca-de-100-mil-veiculos-na-frota.html>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- [5] Portal solar: Tipos de painel solar fotovoltaico. Portal solar, 2022. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/tipos-de-painel-solar-fotovoltaico.html>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- [6] LUZ SOLAR. Carros elétricos e energia fotovoltaica: entenda a relação! Luz Solar, 2016. Disponível em: <https://luzsolar.com.br/carros-eletricos-e-energia-fotovoltaica/>. Acesso em: 29 abr. 2021.
- [7] ABMES, Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019 - Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior, DOU nº 80, 26.04.2019, Seção 1, p.43