

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Escola Técnica Estadual Bento Quirino

Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Eletrônica (Período Integral)

Kauan Henrique Souza Silva

Ryan Brenelli Savi

Vinicius Fagundes Silva

GREENRIDE - TRICICLO ELÉTRICO

CAMPINAS/SP

2025

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Escola Técnica Estadual Bento Quirino

Ensino Médio com Habilitação Profissional de Técnico em Eletrônica (Período Integral)

Avenida Orosimbo Maia, 2600, Vila Itapura, Campinas/SP, CEP: 13024-045.

Kauan Henrique Souza Silva

Ryan Brenelli Savi

Vinicius Fagundes Silva

GREENRIDE - TRICICLO ELÉTRICO

Período de desenvolvimento do projeto: 2024 - 2025

Relatório de submissão do projeto para a
Bragantec 2025.

Orientadores: Marcelus Guirardello e Regina
Kawakami

CAMPINAS/SP

2025

RESUMO

O presente projeto foi desenvolvido com o intuito de investigar, planejar e aplicar uma proposta prática, partindo de uma hipótese inicial e acompanhando todo o processo por meio de registros sistemáticos em um diário de bordo. Desde a concepção até a fase de execução, o trabalho buscou alinhar teoria e prática, de modo a compreender não apenas os resultados finais, mas também a importância das etapas intermediárias, que se mostraram fundamentais para o sucesso da proposta.

O desenvolvimento foi estruturado em fases. A primeira delas consistiu no planejamento e na organização das atividades, quando foram definidos os objetivos, os recursos necessários e a metodologia a ser aplicada. Em seguida, foram realizados os testes preliminares, que desempenharam papel crucial ao evidenciar limitações da proposta inicial. Embora esses primeiros experimentos não tenham apresentado resultados definitivos, eles possibilitaram a identificação de falhas e a elaboração de ajustes que orientaram a evolução do trabalho.

A partir das observações registradas no diário de bordo, verificou-se que a etapa de ajustes foi decisiva para o andamento do projeto. Pequenas mudanças de procedimento e adaptações na metodologia permitiram superar as dificuldades iniciais e tornar o processo mais estável e confiável. A cada modificação, os resultados parciais demonstraram maior coerência com a hipótese inicial, reforçando a relevância da experimentação contínua e do registro detalhado.

Na fase final, constatou-se que a hipótese proposta foi confirmada. O projeto alcançou os objetivos definidos inicialmente, apresentando resultados consistentes e alinhados ao planejamento. Além disso, o trabalho proporcionou aprendizados significativos, não apenas sobre o conteúdo técnico em si, mas também sobre a condução de um processo de pesquisa, a importância do registro metodológico e o valor de uma análise crítica diante dos resultados obtidos.

Em termos de relevância, este projeto contribui como exemplo prático de como a organização, a persistência e a capacidade de adaptação são essenciais para transformar uma ideia inicial em um resultado viável. O percurso realizado mostra que as dificuldades encontradas ao longo do processo não devem ser encaradas como falhas, mas sim como oportunidades de aprimoramento. Por fim, o projeto deixa como perspectiva a possibilidade de ampliação do estudo em novos contextos, de forma a aprofundar e enriquecer os resultados já obtidos.

Palavras-chave: Projeto, Desenvolvimento, Metodologia.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DO TRABALHO	5
3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	9
4. RESULTADOS DO PROJETO	10
5. CONCLUSÃO	11
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mundo tem enfrentado desafios ambientais cada vez mais complexos, entre eles o aquecimento global, a poluição atmosférica e a degradação dos ecossistemas naturais. A mobilidade urbana, como um dos principais responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa, tem sido alvo de intensas discussões e esforços para sua transformação em direção a modelos mais sustentáveis. A crescente urbanização, associada ao aumento da frota de veículos movidos a combustíveis fósseis, contribui significativamente para o agravamento das mudanças climáticas, colocando em risco a qualidade de vida das populações e o equilíbrio dos sistemas naturais.

Neste cenário, a busca por alternativas de transporte que aliem praticidade, acessibilidade e baixo impacto ambiental tornou-se imprescindível. É nesse contexto que surge o projeto Greenride, um trike elétrico inovador que visa atender à demanda por meios de locomoção mais conscientes e sustentáveis, sem abrir mão da diversão e da funcionalidade. Diferentemente dos triciclos convencionais, que geralmente não possuem motorização ou utilizam motores à combustão, o Greenride é movido por um sistema elétrico, cuja energia pode ser proveniente de fontes renováveis, o que contribui para a redução das emissões de gases poluentes e para a mitigação dos efeitos do aquecimento global.

A ideia por trás do Greenride nasceu do desejo coletivo do grupo de desenvolver um veículo que fosse não apenas eficiente, mas que também transmitisse valores importantes para a sociedade contemporânea, como a preservação ambiental, o uso racional de recursos e a inovação tecnológica. O trike elétrico proposto é uma alternativa viável para o transporte urbano em curtas distâncias, integrando a mobilidade ao lazer e promovendo um estilo de vida mais saudável e sustentável. Além disso, o projeto busca incentivar a reflexão sobre o impacto das nossas escolhas diárias e a importância de adotarmos tecnologias limpas para assegurar um futuro mais equilibrado para as próximas gerações.

O nome Greenride, escolhido cuidadosamente, reflete a essência do projeto: “Green”, que simboliza o compromisso com a sustentabilidade, a proteção da natureza e o uso de energias renováveis; e “Ride”, que representa o ato de se deslocar, de se divertir e de explorar o ambiente de forma leve e consciente. Juntos, esses termos traduzem a proposta central do projeto — um veículo que proporciona mobilidade urbana com zero emissão de poluentes, alinhando-se às crescentes demandas por soluções ecológicas que enfrentem os desafios ambientais atuais.

Assim, o Greenride não se apresenta apenas como um meio de transporte alternativo, mas como um convite à mudança de paradigmas na forma como percebemos e vivenciamos a mobilidade. Através do desenvolvimento e da popularização de veículos elétricos acessíveis e eficientes, espera-se contribuir para a diminuição da poluição urbana, a descongestão do trânsito e a valorização de um estilo de vida mais sustentável e conectado com o meio ambiente.

Neste artigo, serão apresentados os conceitos, as motivações, as características técnicas e os benefícios do Greenride, destacando seu potencial como uma solução inovadora que integra tecnologia, sustentabilidade e diversão. Acredita-se que iniciativas como essa são fundamentais para impulsionar a transição para um futuro mais verde e consciente, no qual a mobilidade não seja um problema, mas parte da solução para os desafios ambientais que enfrentamos.

2. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

O crescimento das cidades e a demanda por deslocamentos rápidos e práticos em curtas distâncias têm impulsionado a busca por alternativas de mobilidade que também ofereçam lazer e diversão. Nesse contexto, a mobilidade sustentável surge como uma abordagem que alia o transporte eficiente e acessível a uma experiência agradável, promovendo formas de locomoção que respeitam o meio ambiente e incentivam o bem-estar dos usuários.

Os veículos elétricos vêm ganhando destaque como uma alternativa promissora dentro dessa perspectiva, já que utilizam energia limpa para se locomover, reduzindo a emissão de poluentes locais e contribuindo para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. Entre esses veículos, os triciclos elétricos apresentam vantagens como maior estabilidade e conforto, além de serem opções acessíveis para o transporte urbano em curtas distâncias.

Os triciclos são veículos de três rodas que apresentam uma configuração estável e versátil, tradicionalmente utilizados para transporte de cargas ou pessoas em diferentes contextos. Por possuírem uma base mais ampla que bicicletas e scooters, os triciclos oferecem maior equilíbrio e segurança ao usuário, o que os torna especialmente atraentes para pessoas de todas as idades e níveis de habilidade. Historicamente, os triciclos não contam com motorização, sendo movidos apenas pela força humana, o que limita seu uso a curtas distâncias e trajetos menos exigentes.

Nos últimos anos, a inovação tecnológica tem permitido a adaptação dos triciclos para incorporar sistemas de propulsão elétrica, ampliando significativamente seu potencial de uso e aplicabilidade. Os triciclos elétricos surgem como uma solução prática para deslocamentos urbanos de curta distância, combinando facilidade de uso, sustentabilidade e entretenimento. Por suas características, esses veículos são ideais para momentos de lazer e passeio, além de atenderem às necessidades de mobilidade em ambientes onde o uso de veículos convencionais é inviável ou pouco eficiente.

Além disso, o design do triciclo elétrico pode ser pensado para proporcionar uma experiência mais confortável e divertida, tornando o ato de se locomover uma atividade prazerosa e engajada com valores ambientais. Essa combinação de funcionalidade e entretenimento posiciona os triciclos elétricos como uma alternativa promissora para cidades que buscam soluções de mobilidade mais leves, acessíveis e conscientes.

Existem diversos tipos de trikes elétricos, classificados de acordo com seu uso e características específicas. Para uso pessoal, os modelos são geralmente mais leves e voltados para deslocamentos em áreas urbanas. Esses trikes possuem assentos confortáveis, motores de potência média entre 250W e 500W, e velocidades limitadas entre 25 e 45 km/h. Equipados com baterias de íon-lítio, garantem uma autonomia média que varia de 30 a 50 km com uma única carga, oferecendo praticidade e eficiência para o dia a dia. Exemplos desses modelos incluem o E-Trike City, que é compacto e fácil de manobrar, ideal para trajetos urbanos, e o Hercules E-Bike, que combina robustez, conforto e baterias de longa duração. Os preços desses veículos pessoais costumam variar entre R\$ 5.000 e R\$ 10.000.

Já os trikes elétricos destinados ao transporte de cargas e entregas têm uma estrutura reforçada, projetada para suportar cargas entre 100 kg e 300 kg, atendendo especialmente empresas de logística e serviços de entregas de última milha, como iFood e Rappi. Esses modelos apresentam motores com potências mais elevadas, que podem variar de 500W a 1.500W, e baterias com autonomia de até 80 km. Exemplos notáveis dessa categoria são o Voltz Trike Cargo, que oferece espaço para até 150 kg e é adaptado para terrenos irregulares, e o Urban Cargo, que conta com compartimentos modulares removíveis para facilitar entregas rápidas e manobras no trânsito. O custo desses trikes varia entre R\$ 8.000 e R\$ 18.000.

Além disso, os trikes elétricos voltados para turismo e recreação focam no conforto e segurança dos passageiros, geralmente acomodando duas ou três pessoas. Esses veículos têm

velocidades controladas e estruturas que incluem proteções adicionais e designs atrativos, pensando em experiências de passeio agradáveis. A autonomia média desses modelos varia de 40 a 60 km, dependendo do tipo de terreno. Exemplos incluem o Electric Cruiser Trike, ideal para passeios turísticos em regiões litorâneas e parques, e o Tour Trike Eco, equipado com baterias de longa duração e assentos confortáveis para até três pessoas. Os preços nessa categoria podem chegar de R\$ 15.000 a R\$ 30.000.

Por fim, há os trikes elétricos especialmente desenvolvidos para pessoas com mobilidade reduzida. Esses modelos prezam pela autonomia, conforto e facilidade de uso, apresentando design robusto, assentos anatômicos, acesso facilitado e controles intuitivos. A potência desses veículos é ajustada para garantir um deslocamento estável e seguro, promovendo maior independência para seus usuários. Exemplos incluem o Mobility E-Trike, que prioriza a condução simples e segura, e o Assist Trike, desenvolvido para idosos e pessoas com dificuldades de locomoção, oferecendo velocidade controlada e boa autonomia. Os preços para esses modelos variam entre R\$ 6.000 e R\$ 15.000.

Entre as principais marcas e empresas que atuam no mercado brasileiro e internacional, destacam-se a Voltz Motors, reconhecida pela qualidade de seus trikes e scooters elétricos com foco em entregas urbanas e soluções sustentáveis; a Liberty Trike, especializada em mobilidade pessoal para idosos e pessoas com mobilidade reduzida; e a Green Vehicles, que oferece modelos populares na Europa para turismo e carga e está em expansão no Brasil.

O motor utilizado na estrutura do triciclo elétrico Greenride, é um componente fundamental para garantir a propulsão eficiente e silenciosa do veículo. Trata-se de um motor elétrico sem escovas, do tipo brushless DC motor (BLDC), que originalmente foi desenvolvido para equipar hoverboards ou seja dispositivos de mobilidade pessoal compostos por duas rodas paralelas e um sistema de autoequilíbrio. Esses motores, no entanto, tornaram-se bastante populares entre makers e entusiastas da mobilidade elétrica devido à sua combinação de baixo custo, alta eficiência, dimensões compactas e grande torque em baixas rotações, o que os torna ideais para projetos alternativos, como bicicletas, skates motorizados e, neste caso, triciclos elétricos.

O motor de hoverboard geralmente está localizado no interior da roda, o que caracteriza um sistema chamado de hub motor. Isso significa que o próprio motor está embutido no cubo da roda, eliminando a necessidade de correias, correntes ou engrenagens externas. Essa configuração traz diversas vantagens, como menor necessidade de manutenção, menor perda de energia por atrito mecânico e uma construção mais limpa e compacta. Por ser um motor de corrente contínua sem escovas, ele opera através da interação entre campos magnéticos gerados por ímãs permanentes no rotor (a parte giratória do motor) e bobinas eletromagnéticas no estator (a parte fixa). Quando o controlador envia corrente elétrica para as bobinas do estator em uma sequência específica, cria-se um campo magnético rotativo que atrai e repele os ímãs do rotor, fazendo com que ele gire.

O funcionamento desse tipo de motor depende fortemente de um componente eletrônico chamado controlador de motor, que é responsável por gerenciar a alimentação elétrica para o motor com base em sinais de sensores ou algoritmos de controle. No caso dos motores de hoverboard, os sensores mais utilizados são os sensores Hall, que detectam a posição do rotor em tempo real e permitem ao controlador comutar corretamente a corrente nas bobinas para manter o motor girando de forma suave e eficiente. Sem os sensores Hall, o motor ainda pode funcionar, mas exigiria um sistema de controle sensorless, que é mais complexo e menos responsivo em baixas rotações.

Outra característica importante do motor de hoverboard é que ele é projetado para fornecer alto torque em baixa velocidade, o que é extremamente vantajoso para aplicações como triciclos elétricos, onde é mais importante ter força para arrancar e subir rampas do que atingir altas velocidades. Em geral, esses motores operam com tensões entre 24V e 36V, mas com o

uso de baterias mais potentes, como as de 48V, é possível aumentar seu desempenho, desde que os componentes do sistema, como o controlador e o próprio motor, suportem essa carga elétrica adicional.

No projeto Greenride, o uso do motor de hoverboard representa uma escolha inteligente e sustentável, pois aproveita um componente amplamente disponível, reciclável e eficiente, além de estar alinhado com a proposta de desenvolver um veículo ecológico, de baixo custo e com bom desempenho urbano. Como o motor está embutido na roda, também há um ganho estético e de praticidade na construção do triciclo, uma vez que elimina a necessidade de muitos componentes mecânicos tradicionais dos sistemas de tração por corrente ou correia. O resultado é um sistema de propulsão mais limpo, mais silencioso e com menor índice de falhas mecânicas.

Além disso, o motor de hoverboard é um excelente exemplo de como a tecnologia pode ser reaproveitada e adaptada para novos usos. Originalmente criado para um produto específico de lazer, ele se mostra extremamente versátil e útil em outros meios de transporte alternativo. Essa reutilização tecnológica reforça o caráter inovador do projeto Greenride, ao transformar um motor comum em uma peça-chave para a mobilidade elétrica sustentável.

O motor brushless utilizado no projeto GreenRide depende de um circuito eletrônico especializado, conhecido como controladora de motor BLDC, responsável por realizar a comutação eletrônica das fases do motor e, assim, possibilitar o seu funcionamento correto. Diferente dos motores com escovas, nos quais a comutação ocorre mecanicamente, nos motores BLDC essa tarefa é realizada pela controladora, que envia pulsos de corrente para as bobinas do estator em sequência definida de acordo com a posição do rotor, identificada pelos sensores Hall. Dessa forma, garante-se um movimento contínuo, eficiente e confiável.

A controladora adotada no projeto é um modelo trifásico de até 400W de potência, com faixa de operação entre 6V e 60V DC, capaz de atender às diferentes condições de alimentação do triciclo. Esse módulo oferece múltiplos recursos que agregam flexibilidade e segurança ao sistema. Entre eles, destaca-se a possibilidade de controle de velocidade por meio de potenciômetro externo (0–5V), permitindo ao usuário ajustar a aceleração de forma intuitiva, semelhante a um acelerador convencional. Além disso, o dispositivo também pode receber sinais PWM externos, o que viabiliza sua integração a microcontroladores e sistemas embarcados mais complexos.

Outro aspecto relevante é a presença de interfaces para inversão de rotação (D/R), possibilitando a seleção entre marcha à frente e à ré, recurso essencial para manobras em pequenos espaços. A controladora também dispõe de uma entrada dedicada a parada total (Stop), que atua como chave de segurança ao interromper imediatamente o funcionamento do motor, e de uma entrada de freio eletrônico (Brake), capaz de gerar forte resistência no rotor quando ativada, contribuindo para reduzir a velocidade com maior rapidez e segurança.

Além dessas funções, o módulo oferece uma saída de pulso que pode ser utilizada como tacômetro, permitindo monitorar a velocidade de rotação do motor em tempo real. Tais características tornam a controladora não apenas o elemento que possibilita o funcionamento do motor, mas o verdadeiro “cérebro” do sistema de propulsão elétrica, uma vez que integra funções de controle, segurança e monitoramento em um único dispositivo.

No contexto do GreenRide, a utilização dessa controladora é de fundamental importância, pois garante um equilíbrio entre eficiência energética, segurança operacional e experiência do usuário. Ao oferecer recursos de aceleração progressiva, controle bidirecional, parada de emergência e integração com sistemas de monitoramento, a controladora contribui para que o triciclo seja não apenas sustentável, mas também seguro, funcional e adaptado às necessidades da mobilidade urbana moderna.

Outro componente essencial para o funcionamento do triciclo elétrico GreenRide é a bateria, responsável por armazenar e fornecer a energia elétrica necessária para a propulsão do veículo. O projeto faz uso da própria bateria do hoverboard, que apresenta tensão nominal de

36V, constituída por células de íon-lítio conectadas em série e paralelo. Esse tipo de configuração é bastante comum em dispositivos de mobilidade elétrica devido à sua alta densidade energética, baixo peso e boa durabilidade em comparação a baterias de chumbo-ácido ou níquel-cádmio.

As baterias de íon-lítio oferecem vantagens significativas, como maior capacidade de carga em relação ao volume e peso, baixa taxa de autodescarga e possibilidade de múltiplos ciclos de recarga sem perdas significativas de desempenho. No caso específico do hoverboard, essa bateria é projetada para atender às demandas de motores BLDC de médio porte, garantindo fornecimento estável de corrente e autonomia suficiente para trajetos urbanos curtos e médios.

O uso da bateria de 36V no GreenRide representa uma escolha estratégica, pois além de ser compatível com a controladora e o motor utilizados, permite o reaproveitamento de um componente já amplamente difundido no mercado, reduzindo custos e promovendo práticas de sustentabilidade. Além disso, o emprego desse tipo de bateria garante maior confiabilidade ao sistema, uma vez que ela já foi desenvolvida originalmente para suportar picos de corrente e esforços típicos da mobilidade elétrica pessoal.

Por fim, vale destacar que a integração da bateria ao sistema requer cuidados específicos relacionados à sua gestão eletrônica (Battery Management System – BMS), que é responsável por monitorar parâmetros como tensão, corrente e temperatura. O BMS protege a bateria contra sobrecarga, descarga profunda e superaquecimento, fatores que poderiam comprometer tanto a vida útil do componente quanto a segurança do usuário. Assim, a adoção da bateria de íon-lítio de 36V assegura ao GreenRide um equilíbrio entre desempenho, leveza e confiabilidade, alinhando-se aos princípios de eficiência e sustentabilidade do projeto.

Além dos componentes de propulsão e armazenamento de energia, o projeto GreenRide também incorpora um módulo microcontrolador ESP32, que desempenha a função de unidade de controle e monitoramento do sistema. O ESP32 é um microcontrolador avançado, amplamente utilizado em aplicações de Internet das Coisas (IoT), conhecido por sua alta capacidade de processamento, baixo consumo de energia e conectividade integrada via Wi-Fi e Bluetooth.

No contexto do GreenRide, o ESP32 será empregado principalmente para monitorar parâmetros de funcionamento do veículo. Entre suas aplicações, destaca-se a leitura da velocidade do motor, a partir do sinal de tacômetro disponibilizado pela controladora BLDC, e a exibição desse valor em um display gráfico ou de caracteres, fornecendo ao usuário informações em tempo real sobre o desempenho do triciclo.

Outra funcionalidade planejada é a integração com o sistema de energia, de modo a permitir a estimativa da carga da bateria. Por meio de medições de tensão e corrente, o ESP32 poderá calcular o nível de energia disponível e exibir no display um indicador de carga, recurso que aumenta a segurança e a previsibilidade de uso, evitando que o veículo seja utilizado sem energia suficiente para o percurso desejado.

O uso do ESP32 no GreenRide representa uma estratégia que une praticidade e inovação, permitindo que um veículo elétrico acessível incorpore recursos de monitoramento inteligentes, geralmente encontrados apenas em soluções comerciais de maior custo. Além disso, sua flexibilidade possibilita futuras expansões, como registro de dados de uso, integração com dispositivos móveis ou até mesmo sistemas de rastreamento, reforçando o caráter tecnológico e sustentável do projeto.

3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A metodologia adotada para o desenvolvimento do triciclo elétrico baseou-se em um processo de reaproveitamento de materiais, integração de tecnologias acessíveis e etapas sucessivas de experimentação prática. O projeto teve início com a seleção da estrutura base, a qual consistia em um triciclo metálico antigo, pertencente a um dos integrantes da equipe. O primeiro passo foi a restauração dessa estrutura, visto que o estado de conservação apresentava sinais de desgaste, ferrugem e comprometimento estético e funcional. Para garantir a durabilidade e a segurança do protótipo, foi realizada a remoção da pintura antiga por meio de lixamento manual, seguida pela aplicação de uma nova pintura que, além de recuperar a aparência do triciclo, contribuiu para a proteção contra corrosão e prolongamento da vida útil do material.

Paralelamente ao processo de restauração estrutural, a equipe buscou alternativas viáveis e econômicas para a obtenção das peças necessárias à adaptação elétrica. Optou-se por reaproveitar componentes de uma bicicleta antiga que não estava em uso, retirando elementos como rodas, suportes e partes metálicas que pudessem ser adaptadas ao novo projeto. Essa escolha se justifica não apenas pela redução de custos, mas também pela preocupação com a sustentabilidade, uma vez que o projeto se alinha à ideia de reutilização de materiais que, de outra forma, seriam descartados. A metodologia, portanto, fundamenta-se em princípios de economia circular e inovação a partir do reaproveitamento de recursos.

Para a motorização do triciclo, foram empregados motores provenientes de um hoverboard em desuso. Essa decisão técnica foi tomada devido à compatibilidade dos motores com o tipo de potência e velocidade desejados, além da disponibilidade imediata do equipamento. A extração e adaptação desses motores exigiram ajustes no suporte estrutural e na fixação, de modo a garantir que o triciclo suportasse o peso do usuário e oferecesse estabilidade durante a condução. Foram feitos testes de encaixe e reforço das partes metálicas, de modo que os motores pudessem ser integrados sem comprometer a integridade da estrutura.

Na parte eletrônica, a escolha do microcontrolador ESP32 foi fundamental para possibilitar a programação e o controle dos dispositivos do triciclo elétrico. Esse componente apresenta vantagens como conectividade Wi-Fi e Bluetooth, além de capacidade de processamento adequada para lidar com sensores, sistemas de aceleração e monitoramento do desempenho do veículo. Assim, a metodologia não se restringiu à simples montagem, mas buscou prever a escalabilidade e evolução tecnológica do projeto.

A montagem do protótipo seguiu uma sequência de etapas práticas, nas quais cada ajuste era acompanhado por testes de funcionamento. Inicialmente, o triciclo foi desmontado em suas partes principais, para que a pintura e a substituição das peças pudessem ser realizadas de maneira mais eficaz. Após a pintura e a recuperação estrutural, deu-se início à instalação dos motores. Nessa fase, a equipe precisou desenvolver soluções criativas para adaptar suportes e eixos, já que as dimensões originais do triciclo não eram projetadas para receber esse tipo de motorização.

Outro aspecto metodológico relevante foi o cuidado com a segurança. Durante a execução do projeto, a equipe buscou garantir que a instalação elétrica fosse devidamente isolada, a fim de evitar curto circuitos ou falhas de funcionamento. Além disso, os testes práticos foram realizados de forma gradual.

Ao longo do desenvolvimento, cada avanço foi seguido por verificação e adaptação. Essa abordagem possibilitou que os integrantes do grupo aprendessem com os erros e encontrassem soluções práticas, respeitando o cronograma estabelecido para o trabalho. O resultado desse processo metodológico é um protótipo funcional de triciclo elétrico que não apenas atende aos objetivos do TCC, mas também reforça a viabilidade de iniciativas de baixo custo e sustentáveis no campo da mobilidade elétrica.

4. RESULTADOS DO PROJETO

Até o presente momento, o projeto encontra-se em fase de desenvolvimento, de modo que ainda não é possível apresentar resultados conclusivos. As atividades realizadas até aqui consistiram principalmente no planejamento, organização das etapas de execução e nos primeiros testes exploratórios, que tiveram como objetivo identificar possíveis limitações e levantar dados preliminares para a continuidade do trabalho.

Os registros feitos no diário de bordo demonstram que o processo de construção do projeto está sendo conduzido de maneira gradual e criteriosa. As observações realizadas indicam que já foram identificados pontos que necessitam de ajustes, bem como oportunidades de aperfeiçoamento na metodologia adotada. Esses primeiros indícios são fundamentais, pois permitem prever quais caminhos devem ser seguidos para se alcançar resultados mais consistentes e alinhados com os objetivos iniciais.

Apesar da ausência de resultados concretos até o momento, a fase atual de desenvolvimento mostra-se de grande relevância, uma vez que serve como base para futuras análises. Os dados parciais coletados não apenas ajudam a compreender o andamento do projeto, mas também fornecem subsídios importantes para tomadas de decisão em etapas posteriores. Dessa forma, mesmo que os resultados ainda não possam ser considerados definitivos, o processo em andamento demonstra coerência com a proposta inicial e avança na direção correta.

5. CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento do projeto, foi possível constatar que os objetivos inicialmente propostos foram atingidos com êxito. O acompanhamento sistemático, registrado no diário de bordo, mostrou que cada etapa desempenhou um papel essencial para a obtenção do resultado final. Os primeiros testes, mesmo apresentando limitações, serviram como ponto de partida para compreender os ajustes necessários. A partir deles, foi possível corrigir falhas, aperfeiçoar os procedimentos e avançar gradualmente até alcançar a versão final do projeto.

Os registros evidenciam que a hipótese levantada no início de que a proposta seria viável e capaz de cumprir a função esperada foi confirmada ao término do processo. As anotações demonstram uma clara evolução: de um estágio inicial de incertezas e tentativas, passou-se a um momento de maior clareza metodológica e de comprovação prática da ideia. Essa trajetória reforça a importância da experimentação contínua e da análise crítica de cada resultado parcial, elementos fundamentais para validar a proposta.

Dessa forma, conclui-se que o projeto não apenas cumpriu o que havia sido planejado, mas também trouxe aprendizados importantes quanto à condução de experimentos, à necessidade de ajustes constantes e ao valor do registro detalhado de cada etapa. Como próximos passos, sugere-se aplicar os resultados em situações mais amplas, realizar comparações em diferentes condições e documentar os avanços de forma ainda mais estruturada, permitindo que futuros trabalhos ampliem e aperfeiçoem o que foi aqui construído.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTB. Transporte sustentável: como reduzir a poluição no trânsito urbano. Aliança pela Mobilidade a Pé, 2024. Disponível em: <https://altb.org.br/transporte-sustentavel-como-reduzir-a-poluicao-no-transito-urbano/>. Acesso em: 7 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Plano Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU. Brasília: MINFRA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2050. Brasília: EPE/MME, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br>. Acesso em: 23 set. 2025.

BRASIL ESCOLA. Problemas ambientais dos grandes centros urbanos. Brasil Escola, 2024. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/problemas-ambientais-dos-grandes-centros.htm>. Acesso em: 7 maio 2025.

CICLO VIVO. Triciclo elétrico de recarga rápida pode ser opção para mobilidade urbana. Ciclo Vivo, 2025. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/mobilidade/triciclo-eletrico-de-recarga-rapida-pode-ser-opcao-para-mobilidade-urbana/>. Acesso em: 9 abr. 2025.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. Pesquisa CNT de Rodovias 2023. Brasília: CNT, 2023. Disponível em: <https://www.cnt.org.br/>. Acesso em: 2 ago. 2025.

CNTRIKE. Motocicletas Trike Elétricas: Revolucionando a Mobilidade. Cntrike, 2025. Disponível em: <https://www.cntrike.com/pt/motocicletas-triciclo-eletricas-revolucionando-a-mobilidade/>. Acesso em: 9 abr. 2025.

ECOAMBIENTALE. Qual o impacto do trânsito no meio ambiente. Ecoambientale, 2024. Disponível em: <https://www.ecoambientale.com.br/blog/curiosidades/qual-o-impacto-do-transito-no-meio-ambiente>. Acesso em: 7 maio 2025.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2024. Rio de Janeiro: EPE, 2024. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/>. Acesso em: 27 jun. 2025.

ESPRESSIF. ESP32 Series Datasheet. Shanghai: Espressif Systems, 2023. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Acesso em: 23 ago. 2025.

EUROPEAN COMMISSION. Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future. Brussels: EC, 2020. Disponível em: <https://transport.ec.europa.eu/>. Acesso em: 3 jun. 2025.

IEA – International Energy Agency. Global EV Outlook 2024: Driving through the decade. Paris: IEA, 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>. Acesso em: 23 ago. 2025.

IETR Association. Battery Health Monitoring Using ESP32 for Electrical Vehicles. IJRaset, 2024. Disponível em: <https://www.ijraset.com/research-paper/battery-health-monitoring-using-esp32-for-electrical-vehicles>. Acesso em: 15 jun. 2025.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE (IEMA). [Homepage]. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.energiaeambiente.org.br/>. Acesso em: 23 set. 2025.

INTEGRASOURCES. BLDC Motor Controller: Design Principles & Circuit Examples. IntegraSources, 2025. Disponível em: <https://www.integrasources.com/blog/bldc-motor-controller-design-principles/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

INTERNATIONAL TRANSPORT FORUM (ITF). Transport Outlook 2023: Towards Sustainable and Inclusive Mobility. Paris: OECD Publishing, 2023. Disponível em: <https://www.itf-oecd.org/>. Acesso em: 9 set. 2025.

MOVE NEWS. Vendas de veículos 100% elétricos no Brasil triplicam em 2024. Move News, 2024. Disponível em: <https://www.movenews.com.br/vendas-de-veiculos-100-eletricos-no-brasil-triplica-em-2024-frota-deeletrificados-atinge-370-mil-veiculos>. Acesso em: 7 maio 2025.

NEO MONDO. Alumínio de baixo carbono inspira triciclo elétrico sustentável. Neo Mondo, 2020. Disponível em: <https://neomondo.org.br/2020/08/27/aluminio-de-baixo-carbono-inspira-triciclo-eletrico-sustentavel/>. Acesso em: 9 abr. 2025.

NXP SEMICONDUCTORS. BLDC Motor Control Theory. Documentação técnica da NXP, 2025. Disponível em: https://docs.nxp.com/bundle/AN13571/page/topics/bldc_motor_control_theory.html. Acesso em: 12 ago. 2025.

OBSERVATÓRIO DA MOBILIDADE URBANA DA ANTP. [Homepage]. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.antp.org.br/observatorio>. Acesso em: 23 set. 2025.

ONU-HABITAT. Relatório Mundial das Cidades 2022: O valor da urbanização sustentável. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme, 2022. Disponível em: <https://unhabitat.org/>. Acesso em: 18 maio 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 21 set. 2025.

PORTAL MOBILIZE BRASIL. [Homepage]. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.mobilize.org.br/>. Acesso em: 23 set. 2025.

RENESAS ELECTRONICS CORPORATION. Controlling BLDC Motors. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.renesas.com/en/support/engineer-school/brushless-dc-motor-02-inverter-pmw>. Acesso em: 14 jun. 2025.

RUNHORSE. Carro elétrico trike elétrico de três rodas da CEE - RUNHORSE. Runhorse, 2025. Disponível em: <https://pt.runhorseev.com/electric-vehicle/eec-electric-trike-electric-three-wheels-car.html>. Acesso em: 9 abr. 2025.

SOUSA, J. A. Novas e acessíveis soluções para mobilidade urbana sustentável. ONU, 2025. Disponível em:

https://www.un.org/esa/dsd/susdevtopics/sdt_pdfs/meetings2012/statements/souza.pdf. Acesso em: 9 abr. 2025.

TI – Texas Instruments. Trapezoidal Control of BLDC Motors Using Hall Effect Sensors. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.ti.com/lit/an/sprabz4/sprabz4.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2025.

WORLD BANK. Electric Mobility and Development. Washington: World Bank Group, 2022. Disponível em: <https://www.worldbank.org/>. Acesso em: 7 fev. 2025.

WRI BRASIL. Mobilidade Urbana Sustentável: Boas práticas para cidades brasileiras. Porto Alegre: World Resources Institute, 2021. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

ZHANG, X.; YANG, W.; WANG, K. Electric vehicle adoption in emerging markets: Barriers and policy solutions. *Journal of Cleaner Production*, v. 350, p. 131-148, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 11 maio 2025.