

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

André Goulart Machado

**ESTUDO TÉCNICO DE ESTAÇÕES DE RECARGA DE VEÍCULOS
ELÉTRICOS NO RIO GRANDE DO SUL**

Santa Maria, RS
2021

André Goulart Machado

**ESTUDO TÉCNICO DE ESTAÇÕES DE RECARGA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS
NO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho apresentado ao Centro de Tecnologia da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,
RS), como requisito parcial para obtenção do
título de **Bacharel em Engenharia Mecânica**.

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Roos

Santa Maria, RS
2021

ESTUDO TÉCNICO DE ESTAÇÕES DE RECARGA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS NO RIO GRANDE DO SUL

Technical study of electric vehicle recharge stations in Rio Grande do Sul

André Goulart Machado¹, Cristiano Roos²

RESUMO

Veículos elétricos estão ganhando cada vez mais espaço na busca por soluções sustentáveis no setor automobilístico. Para o crescimento e a disseminação do uso de veículos elétricos é indispensável que a infraestrutura necessária cresça de forma paralela. A disponibilidade de estações de recarga para esses veículos é um fator primordial para que possa ocorrer uma maior adesão dos consumidores. Mediante a este cenário, o presente estudo tem como objetivo realizar um estudo técnico das estações de recarga disponíveis atualmente no Rio Grande do Sul. Para este propósito, dados a respeito da quantidade de estações disponíveis no estado, bem como suas características técnicas, foram coletados. Informações a respeito da quantidade de estações de recarga em diferentes localizações geográficas foram reunidas para uma análise comparativa pudesse ser feita. Os resultados da pesquisa levaram à conclusão de que o estado do Rio Grande do Sul, com apenas 0,044% de elétricos em sua frota veicular, ainda está muito longe de níveis de excelência quando o assunto é veículo elétrico.

Descritores: Veículos Elétricos; Estações de Recarga.

ABSTRACT

Electric vehicles are gaining more space in the search for sustainable solutions in the automotive sector. For the growth and spread of the use of electric vehicles, it's essential that the necessary infrastructure grows in parallel. The availability of charging stations for these vehicles is a key factor for greater consumer acceptance. Given this scenario, the present study aims to execute a technical study of charging stations currently available in Rio Grande do Sul. For this purpose, data regarding the number of stations available in the state, as well as their technical characteristics, were collected. Information regarding the number of charging stations in different geographic locations was gathered so that a comparative analysis could be done. The results of the work led to the conclusion that the state of Rio Grande do Sul, with only 0.044% of electric vehicles in its vehicle fleet, is still far from levels of excellence when it comes to electric vehicles.

Keywords: Electric Vehicles; Charging Stations.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, autor; Departamento de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia – UFSM

² Engenheiro de Produção, orientador; Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina; Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – UFSM

1 INTRODUÇÃO

Ainda nos dias atuais os veículos automotivos se mostram como essenciais para grande parte da sociedade. Segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021), somente no Rio Grande do Sul, a frota de veículos de passeio – automóveis e caminhonetes – ultrapassa a marca de 5 milhões e 400 mil. O número mostra que há aproximadamente 1 veículo para cada 2 habitantes do estado, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). Segundo o Departamento Nacional de Trânsito (2021), de toda a frota veicular do estado, apenas 3.290 são veículos elétricos, sejam eles híbridos ou puramente elétricos, o que corresponde a aproximadamente 0,06% da frota de veículos de passeio.

Na Noruega, país com maior porcentagem de veículos elétricos em sua frota, já é possível observar uma proporção que se aproxima dos 23% em relação ao total de veículos, segundo dados do Opplysningsrådet for Veitrafikken (2021). A popularização dos veículos elétricos no país é fruto, principalmente, de campanhas de incentivo governamentais. Em 2019, o país anunciou que pretendia atingir até 2025 um *market share* de 100% de veículos elétricos. A meta, que na época parecia um tanto ambiciosa, se mostra bastante possível de ser alcançada: segundo dados da OFV, no ano de 2020, o país alcançou a marca de 54,3% de elétricos entre as vendas de veículos, sendo o primeiro país a alcançar um *market share* superior a 50%. No país, o assunto é tratado com extrema importância e inúmeras vantagens são oferecidas aos proprietários de carros elétricos, como isenções fiscais na compra destes veículos e redução do imposto cobrado anualmente.

Permanecendo na contramão dos países mais desenvolvidos, o Brasil ainda conta com uma parcela bastante pequena de veículos elétricos. Além dos altos preços cobrados por carros elétricos e a falta de incentivo do governo, que criou poucas políticas de estímulo ao uso de veículos elétricos, o país ainda sofre com uma evidente falta de infraestrutura. Atualmente, estima-se que o Brasil possui cerca de 500 estações de recarga públicas para veículos elétricos, segundo dados apresentados pelo diretor de infraestrutura da Associação Brasileira do Veículo Elétrico, Davi Bertoncello, ao jornal Estadão (2021). O número atual é muito aquém do ideal, porém, uma pesquisa da Companhia Paulista de Força e Luz (2018) prevê que o Brasil tem potencial para, até 2030, contar com 80 mil postos de recarga.

1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA E DO PROBLEMA DE PESQUISA

A partir deste contexto introdutório, o presente trabalho tem como tema o estudo

técnico de estações de recarga de veículos elétricos no estado do Rio Grande do Sul. O tema tem sua origem em questionamentos acerca da utilização de veículos elétricos no estado. Estes questionamentos formam o problema de pesquisa deste trabalho: Questão 1 – Quantas estações de recarga de veículos elétricos existem no estado? Questão 2 – Onde se localizam estas estações? Questão 3 – Quais veículos estas estações podem recarregar? Questão 4 – Quais são as principais características técnicas destas estações?

Esta pesquisa se mostra relevante pelo fato de que, mesmo nos dias atuais, informações sobre a infraestrutura necessária para os veículos elétricos são difíceis de ser encontradas em bases de dados. Além disso, o assunto segue pouco explorado no Brasil, havendo poucos estudos e trabalhos sobre o tema.

1.2 JUSTIFICATIVAS

A principal justificativa para a realização deste trabalho é a crescente demanda mundial pela substituição dos veículos a combustão por veículos elétricos. A necessidade desta substituição é sustentada pelo Acordo de Paris, assinado por 195 países, que entrou em vigor no ano de 2016 e tem como principal objetivo reduzir a emissão de gases do efeito estufa, o que afetou bastante o setor automobilístico.

Ao contrário dos veículos a combustão, os veículos elétricos não contribuem na emissão de gases poluentes. Entretanto, a adesão dos elétricos depende, além de uma infraestrutura completa e adequada, da popularização do tema e da facilitação do acesso às informações necessárias para que o mercado de veículos elétricos possa prosperar.

Este trabalho busca contribuir dando visibilidade ao tema relacionado a veículos elétricos ao analisar tecnicamente as estações de recarga instaladas no estado do Rio Grande do Sul, levantando dados e apresentando informações concretas e relevantes necessárias ao público.

1.3 OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo realizar um mapeamento das estações de recargas de veículos elétricos no Rio Grande do Sul. Para alcançar este objetivo maior, alguns objetivos específicos foram listados:

- a) Descobrir quantas estações de recarga existem disponíveis ao público no estado;

- b) Coletar os dados técnicos referentes a cada um destes postos;
- c) Analisar a infraestrutura do estado comparando os dados com outros estados e países;
- d) Entender se há viabilidade técnica de se manter um carro elétrico no atual cenário.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho se dividiu em cinco seções principais. A primeira é a seção de introdução, que traz a definição do tema do trabalho, bem como sua justificativa de realização, além dos objetivos gerais e específicos. Na segunda seção, de referencial teórico, foram definidos alguns conceitos chaves pertinentes ao tema do trabalho para melhor entendimento, e também foram apresentados estudos com temas semelhantes ao presente estudo. Posteriormente, na seção de procedimentos metodológicos, apresentou-se o cenário onde o trabalho foi desenvolvido, bem como os métodos utilizados na pesquisa e suas etapas. A quarta seção trouxe os resultados da pesquisa, através da exposição e organização dos dados em subseções. Finalmente, a quinta seção apresenta as conclusões acerca do trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresenta definições e conceitos referentes a veículos elétricos, bem como suas estações de recarga. Ademais, traz estudos aplicados relacionados a estações de recarga de veículos elétricos.

2.1. VEÍCULOS ELÉTRICOS

Veículos elétricos despontaram como uma promissora tecnologia capaz de auxiliar na redução da emissão veicular de poluentes e reduzindo, também, a necessidade de uso de combustíveis fósseis (ZHANG; BAI, 2017). Se a eletricidade usada na recarga dos veículos elétricos depender somente de fontes de energia renováveis, a redução na emissão de gases poluentes pode ser praticamente íntegra (COLMENAR-SANTOS et al., 2019).

Atualmente, são quatro as principais classes de veículos elétricos disponíveis: veículos elétricos híbridos (HEV), veículos elétricos híbridos plug-in (PHEV), veículos elétricos a bateria (BEV) e veículos elétricos a célula de combustível (FCEV). Os veículos elétricos híbridos combinam princípios dos veículos elétricos a bateria e dos veículos movidos a

motores de combustão (BAI; LIU, 2021). Segundo estes autores, os veículos elétricos híbridos não são carregados por via externa e a alimentação da bateria é provida pela própria atuação do motor à combustão e pela energia liberada a partir da frenagem do veículo. Os veículos elétricos híbridos plug-in, diferente dos veículos elétricos híbridos, utilizam a propulsão do motor elétrico como principal força de tração (UN-NOOR et al., 2017). Assim como os veículos elétricos híbridos, os veículos elétricos híbridos plug-in também são recarregados internamente via motor e freios, porém, a principal fonte provedora de energia é a rede elétrica (GAO; EHSANI, 2010). Os veículos elétricos a bateria utilizam apenas propulsão elétrica como força de tração (UN-NOOR et al., 2017). Os veículos elétricos a bateria, quando comparados aos outros veículos elétricos, tem maior eficiência energética e, por contar com uma maior capacidade de bateria, são recarregados via rede elétrica (BRÜCKMANN; WILLIBALD; BLANCO, 2021). Os veículos elétricos a célula de combustível, assim como os veículos elétricos a bateria, dispensam o uso de motores a combustão. Nos veículos elétricos a célula de combustível, as células de combustível entregam energia às baterias através do abastecimento de hidrogênio, fazendo com que seu reabastecimento seja rápido como em um veículo de motor a combustão (TANÇ et al., 2019).

2.2. ESTAÇÕES DE RECARGA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Se tratando de estações de recarga de veículos elétricos, observam-se diferentes configurações de corrente e voltagem, denominadas como níveis, que impactam diretamente no tempo necessário para a total recarga da bateria dos veículos (UN-NOOR et al., 2017). Estações de recarga de níveis 1 e 2 são comumente utilizadas em situações em que o carro pode ficar estacionado por mais tempo, pois possuem uma capacidade de recarga mais baixa, enquanto estações de nível 3 permitem um carregamento rápido (GONZÁLEZ; SIAVICHAY; ESPINOZA, 2019).

Estações de recargas podem funcionar tanto em corrente contínua (CC) quanto em corrente alternada (CA), dependendo do uso (WILLIAMSON; RATHORE; MUSAVI, 2015). Segundo estes autores, as estações de recarga em corrente direta podem produzir maior potência e, conseqüentemente, prover uma recarga mais rápida. A Tabela 1 mostra os diferentes níveis de recarga e suas respectivas características, de acordo com os dados da Society of Automotive Engineers.

Tabela 1 - Níveis de recarga e características

Nível de recarga	Nível 1		Nível 2		Nível 3	
Tipo de corrente	CA	CC	CA	CC	CA	CC
Tensão de alimentação (V)	120	200-450	208 - 240	200-450	208-480-600	200-600
Corrente máxima (A)	16	80	80	200	400	400
Potência (kW)	< 1,44	< 36	< 14,4	< 90	> 14,4	< 240

Fonte: Adaptado de Um-Noor et al. (2017).

2.3. CONECTORES DE RECARGA PARA VEÍCULOS ELÉTRICOS

Para que sejam recarregadas, as baterias dos veículos elétricos precisam ser conectadas à estação de recarga. São os conectores que fazem essa ligação entre a estação e o veículo. Tem-se, atualmente, quatro tipos de conectores oferecidos pelas estações de recarga públicas: o Type 1, o Type 2, o CCS e o CHAdeMO. Os conectores são mostrados na Figura 1.

Figura 1 - Tipos de conectores para veículos elétricos



Fonte: Wallbox.

O conector Type 1, também chamado de J1772, é projetado para estações de recarga que trabalham em corrente contínua e é mais usado nos Estados Unidos (RAFF et al., 2019). No Brasil, alguns dos carros que utilizam este conector são o Nissan Leaf e o Audi e-tron.

O conector Type 2, também chamado de Mennekes, assim como o Type 1, é projetado para estações que trabalham em corrente contínua e é mais utilizado na Europa (RAFF et al., 2019). No Brasil, a maioria dos carros utilizam esse conector, entre eles o Renault Zoe, o BMW i3, a Mercedes-Benz EQC e o Volvo XC40.

O conector CCS é derivado dos conectores Type 1 e Type 2. É semelhante aos outros dois modelos, porém possui 2 pinos adicionais na parte de baixo. Podem trabalhar tanto em corrente contínua quanto em corrente alternada (RAFF et al., 2019). Também segundo os

autores, o CCS Type 1 é mais utilizado nos Estados Unidos, enquanto o CCS Type 2 é mais utilizado na Europa. No Brasil, alguns dos carros que utilizam este conector são o Chevrolet Bolt, o Jaguar I-Pace e o Porsche Taycan.

O conector CHAdeMO, também chamado de Type 4, é utilizado quase que exclusivamente no Japão e foi desenvolvido para trabalhar em estações de recarga que utilizam corrente contínua (RAFF et al., 2019). Montadoras japonesas como Honda, Nissan, Mitsubishi, Subaru e Toyota utilizam-se do padrão em seu território.

2.4. ESTUDOS APLICADOS ENVOLVENDO ESTAÇÕES DE RECARGA

Com o intuito de subsidiar conhecimentos acerca do problema de pesquisa deste trabalho, foram buscados estudos semelhantes para entender como outros autores desenvolveram suas pesquisas. González, Siavichay e Espinoza (2019) desenvolveram um estudo com o objetivo de avaliar os impactos da implantação de estações de recarga rápida de veículos elétricos nos sistemas de distribuição de energia. Para o estudo, os autores levaram em consideração aspectos técnicos e geográficos. Utilizaram ferramentas computacionais para determinar a infraestrutura mínima necessária para uma cidade intermediária da América Latina, tendo como base o município de Cuenca, no Equador, que conta com aproximadamente 640 mil habitantes. O estudo frisa o excelente serviço de eletricidade da cidade, que cobria 98% da área urbana em 2016. Em um cenário em que 11.500 veículos elétricos circulam na cidade, estimaram que 23 estações de recarga rápidas seriam suficientes para atender a frota. Ao final do estudo, foi concluído que a inclusão das estações de recarga não reflete mudanças consideráveis nas variáveis elétricas dos alimentadores da cidade.

Pan et al. (2020) propuseram um estudo para determinar um modelo de localização para estações públicas de carregamento de veículos elétricos, levando em consideração o comportamento médio dos motoristas em um período de cinco dias da semana por meio de modelos simulados. No desenvolvimento da simulação, dados das atividades dos motoristas, bem como o consumo de energia e a disponibilidade de carregadores residenciais e públicos foram considerados e aplicados tendo por base a cidade de Pequim, na China. O dado mais significativo levantado pelos autores foi a chamada “perda de viagem”, que significa o número de trajetos que o motorista pretende fazer, mas não consegue por falta de infraestrutura de carregamento. O estudo frisa, também, uma autonomia média dos veículos variando entre 150 e 200 km em condições ideais. Ao final do estudo, foi constatado que, no período de cinco dias de semana, a energia necessária excedia a capacidade das baterias em

46%. O estudo mostrou por meio de diferentes cenários que mesmo com uma alta parcela de usuários usando carregadores residenciais, uma rede de estações de carregamento pública bem planejada é extremamente necessária para que os usuários não sejam obrigados a modificar suas atividades e viagens diárias.

O estudo de Fang et al. (2020) buscou compreender o impacto de programas de incentivos governamentais e das preferências dos consumidores na construção de estações de recarga de veículos elétricos através de simulações e aplicação de modelos matemáticos. No estudo, foi utilizada a teoria evolucionária dos jogos, método utilizado para prever os diferentes resultados possíveis de se obter quando se aplicam estratégias divergentes. Após a análise de diversos casos, o estudo obteve as seguintes conclusões: 1 – O governo precisa intervir no mercado de estações de recarga para evitar flutuações de mercado, através de políticas de taxação e de subsídio; 2 – A preferência do consumidor e a promoção da infraestrutura de recargas andam lado a lado, pois quanto maior o número de adeptos aos veículos elétricos, maiores são os investimentos em estações de recarga; 3 – O principal problema na promoção de estações de recarga não é alto custo de investimento envolvido na instalação, mas sim o número de usuários de veículos elétricos e os preços cobrados na recarga. Os autores também sugerem maiores investimentos em marketing que possam incentivar o uso de veículos elétricos, mostrando aos consumidores finais informações importantes, bem como as vantagens no uso de veículos elétricos.

Wolbertus, Jansen e Kroesen (2020) procuraram, através de seu estudo, apresentar as perspectivas dos *stakeholders* em relação ao futuro do desenvolvimento da infraestrutura de recarga de veículos elétricos na Holanda. Para isso, questionários foram utilizados envolvendo a “metodologia Q”, método empregado para estudar a subjetividade de diferentes pessoas, reduzindo pontos de vista individuais a fatores selecionados. O questionário se baseou em apresentar 44 afirmações a respeito do assunto, retiradas de diferentes fontes. Para responder, os 39 *stakeholders* que participaram da pesquisa precisavam indicar, em um índice de -5 a 5 (discordo muito – concordo muito), o quanto concordavam com a declaração. Ao final do estudo, foi possível levantar as três questões mais dominantes sobre o assunto: o carregamento rápido é visto como a opção mais importante para o futuro; o carregamento inteligente, com sistemas de monitoramento dos dispositivos de recarga, deve exercer um papel muito importante para otimizar o uso da rede elétrica; já o papel do governo gerou diferentes perspectivas sobre o total controle ou não da infraestrutura de recarga.

Em seu artigo, Deshmukh e Pearce (2021) investigaram os aspectos relacionados ao desenvolvimento de estações de recarga de veículos elétricos alimentadas a partir de painéis

fotovoltaicos. No estudo, especificamente, os autores buscaram explorar o potencial que os pátios de estacionamento de grandes varejistas podem oferecer a partir da instalação de coberturas capazes de absorver a energia solar, tendo o estudo de caso direcionado à rede de lojas Walmart nos Estados Unidos. Após colher informações sobre a quantidade de lojas existentes e suas possíveis capacidades de geração de energia, o estudo conclui que, em todo o território estadunidense, apenas as unidades do Walmart poderiam oferecer 11,1 GW de potência, suficiente para prover energia a 346.000 estações de recarga. Os autores destacam que, apesar do estudo direcionado, qualquer tipo de loja pode adotar a iniciativa, que se mostra sustentável pois, ao transformar seus estacionamentos em fazendas de energia solar, diferentes estabelecimentos são capazes de atrair maior público para seu negócio ao oferecer carregamento de veículos de maneira gratuita.

São poucos os estudos empíricos que trazem dados sobre estações de recarga de veículos elétricos. Pensando nisso, Hecht et al. (2020) buscaram, em seu estudo, entender mais sobre as características de uso e o real impacto destas estações. Para isso, os autores coletaram dados de 26.951 carregadores na Alemanha, a fim de aprimorar o entendimento acerca do assunto. O período de coleta de dados escolhido foi entre os meses de dezembro de 2019 e março de 2020, com o intuito de observar o impacto dos feriados de fim de ano. Após o processamento dos dados, algumas informações relevantes foram apresentadas: a maior taxa de ocupação dos carregadores se dá no período compreendido entre 8h e 18h, com um menor uso durante os finais de semana e feriados; motoristas utilizam estações de recarga como estacionamento, muitas vezes utilizando o serviço por mais tempo que o necessário, impedindo o uso por motoristas que realmente precisam; há maior rotatividade de veículos nos carregadores capazes de oferecer potência maior que 25 kW; estações de recarga rápida são pouco usadas, relativamente, muito por conta da não compatibilidade de muitos veículos com a tecnologia; a ocupação das estações é, em geral, baixa, o que significa que a infraestrutura do país é capaz de abranger um maior número de veículos comparado à frota atual.

Com o seu estudo, Eltoumi et al. (2021) buscaram entender os aspectos-chave no uso de fontes de energia híbridas em estações de recarga de veículos elétricos. Para os autores, as fontes de energia devem ser provenientes de recursos renováveis para que os problemas causados pelos combustíveis fósseis possam ser mitigados. No artigo, há um enfoque no uso de energia fotovoltaica para reduzir os impactos negativos na rede elétrica. Os autores afirmam, também, que a infraestrutura de recarga de veículos elétricos deve acompanhar a crescente adoção no uso destes veículos e, juntamente a isso, deve-se existir um balanço na

produção de eletricidade para garantir a segurança na operação da rede. Ao concluírem seu estudo, os autores citam a importância do uso conjunto de energia solar e veículos elétricos na redução do consumo de combustíveis fósseis e emissão de gases poluentes. Porém, alertam para o problema da natureza intermitente da energia fotovoltaica: a produção de energia só acontece durante o dia, o que pode reduzir a eficácia da adoção do sistema. No que diz respeito aos problemas de sobrecarga na rede, os autores recomendam estratégias de controle de uso de estações, bem como uma maior utilização de fontes renováveis de energia.

Políticas de incentivo impulsionam a adoção de veículos elétricos? Esta questão Liu et al. (2021) procuram responder em seu artigo. Para isso, os autores examinam os impactos de variados incentivos governamentais na China. O motivo central da pesquisa é o fato de que, mesmo nos países em que os governos atuam fortemente no estímulo ao uso dos veículos elétricos, seu *market share* ainda é bastante baixo. Os autores trazem, ainda, o maior problema enfrentado pela China no tocante a essa questão: o número limitado de estações se mostra insuficiente para a frota de veículos. O artigo mostra um panorama geral do projeto do país para veículos elétricos, que se iniciou nos anos 90, com investimento em estudos na área e, somente após 20 anos, o início da produção em massa dos veículos. Nos anos de 2009 a 2012, o foco do país foi utilizar veículos públicos, como ônibus e táxis, como uma espécie de vitrine para familiarizar seus habitantes com a tecnologia para, apenas em 2013, focar no domínio privado, com subsídios na compra de veículos, isenção de taxas e investimentos na infraestrutura de estações de recarga, além de medidas convenientes como, por exemplo, a liberdade dos usuários transitarem nas faixas de ônibus. O estudo conclui que, no geral, as medidas se mostraram bastante eficientes no desenvolvimento do mercado de veículos elétricos no país. No domínio público, os subsídios financeiros se mostraram mais eficientes na promoção do uso de ônibus elétricos, enquanto que na esfera privada, a melhoria da infraestrutura exerce um papel vital na adoção de veículos por indivíduos que pretendem fugir do alto custo dos combustíveis.

Como último estudo apresentado no presente trabalho, Kumar, Chakraborty e Mandal (2021) buscam responder uma pergunta: quem deve investir na infraestrutura de carregamento de veículos elétricos? Para o estudo, os autores formularam quatro cenários distintos para desenvolvimento do sistema: modelo M, em que as fabricantes de elétricos investem em infraestrutura e o governo fornece subsídio aos consumidores; modelo R, em que apenas as fabricantes investem em infraestrutura; modelo MG, em que o governo investe em infraestrutura e também fornece o subsídio aos consumidores; e modelo G, em que apenas o governo investe em infraestrutura. Para que o melhor modelo fosse estipulado, os autores

buscaram saber quais são as estratégias prevaletentes adotadas por governos e fabricantes ao redor do mundo. Após comparar os resultados obtidos com o uso das quatro estratégias, o estudo concluiu que os modelos M e MG se mostram mais eficientes, ou seja, além do importante papel do governo em oferecer subsídios aos consumidores de veículos, tanto o poder público quanto as fabricantes devem investir na infraestrutura de recarga, para garantir o bem-estar social e maior lucro para as empresas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seção de procedimentos metodológicos aborda, em três subseções, a metodologia utilizada no desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, é apresentado o cenário de pesquisa. Em seguida, é descrito o método de pesquisa utilizado. Por fim, são demonstradas as etapas de elaboração da pesquisa.

3.1. CENÁRIO

O presente estudo foi desenvolvido no estado do Rio Grande do Sul, localizado na região sul do Brasil. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020), o estado possui uma população estimada de 11.422.973 habitantes, com uma frota veicular de 7.495.615 unidades. Desse total de veículos, apenas 3.290 são elétricos, uma proporção de aproximadamente 0,044%, segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021), o que resulta em aproximadamente 29 veículos elétricos a cada 100.000 habitantes.

3.2. MÉTODO DE PESQUISA

Quanto à sua natureza, a presente pesquisa é classificada como aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de um problema específico (SILVA; MENEZES, 2005). Pela forma da abordagem do problema, a pesquisa se classifica como quantitativa, pois se centra na objetividade e seus resultados podem ser quantificados (FONSECA, 2002). Quanto aos seus objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, pois pretende descrever características de uma determinada comunidade (TRIVIÑOS, 1987). Do ponto de vista dos procedimentos técnicos tomados, a pesquisa classifica-se de duas maneiras: como pesquisa bibliográfica, pois se utiliza de materiais já publicados (GIL, 2017); e como pesquisa do tipo *survey*, pois busca a informação diretamente com um grupo de interesse a

respeito dos dados que se deseja obter por meio de questionários (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

3.3. ETAPAS DE PESQUISA

A revisão bibliográfica foi fundamental para que se tivesse um bom embasamento científico e uma melhor compreensão sobre o assunto abordado no estudo. Entendimentos acerca de veículos elétricos, como suas classes e funcionamento, além do conhecimento a respeito das estações de recarga de veículos elétricos foram essenciais para a execução do trabalho. A seção de estudos aplicados auxiliou na compreensão de quais são os maiores desafios enfrentados atualmente e qual é o foco dos estudos que envolvem a temática semelhante a este trabalho.

A fim de obter os dados a respeito das estações de recarga no estado do Rio Grande do Sul, utilizou-se por base as informações contidas no aplicativo PlugShare. O aplicativo oferece, em sua interface, um mapa completo contendo as localizações e algumas informações a respeito das estações.

Quando os dados eram providos pelo aplicativo, optou-se por adotá-los para o estudo. Para estações de recarga com informações incompletas, se fez necessário o uso da pesquisa do tipo *survey*. Nesses casos, consultas foram realizadas diretamente aos administradores das estações de recarga. Os principais meios de comunicação foram ligações telefônicas, e-mails e aplicativos de troca de mensagens.

Após a obtenção de todas as informações necessárias ao estudo, as mesmas foram organizadas e distribuídas em planilhas, para maior entendimento e melhor apresentação dos dados. Ao final, estes dados foram comparados com outras localizações geográficas para, por fim, concluir-se o trabalho.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

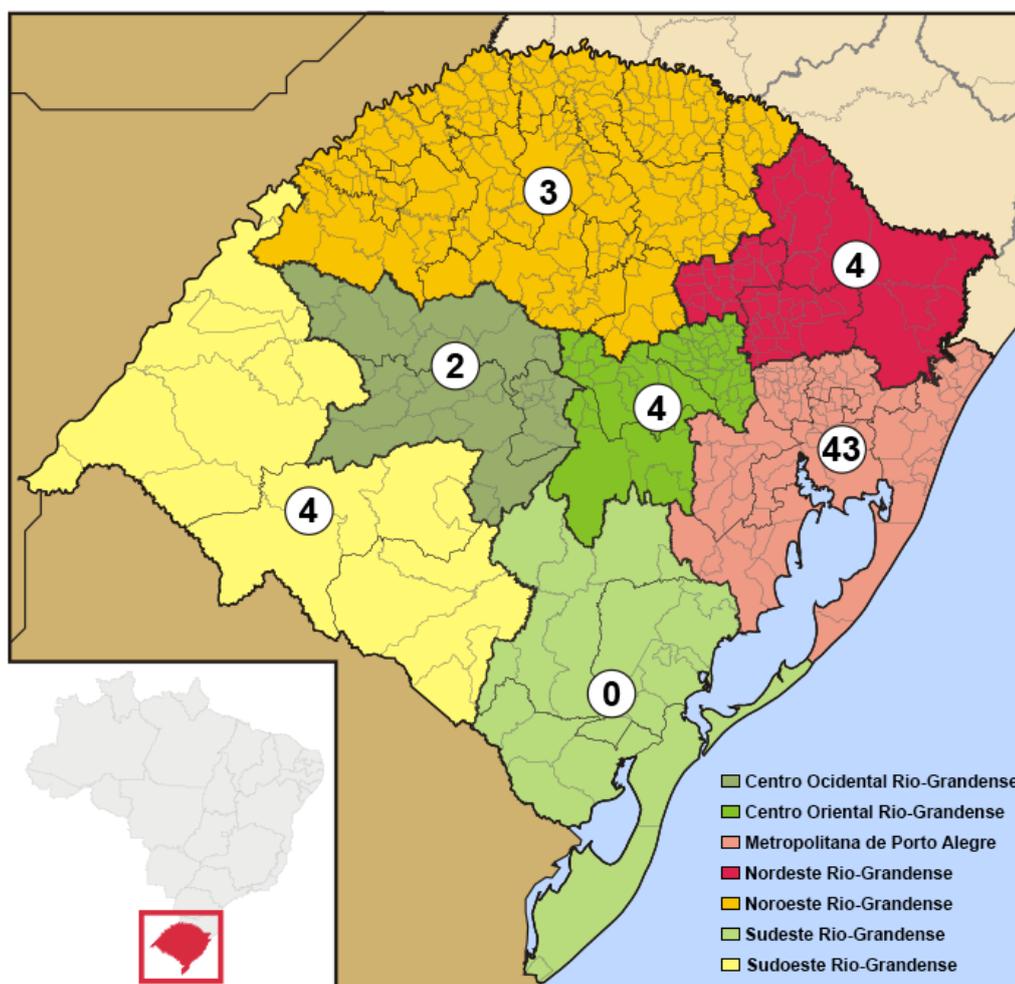
A seção de resultados e análises tem o objetivo de apresentar os dados oriundos da pesquisa, bem como sua análise. Dividido em duas subseções, primeiramente tem-se os dados referentes às estações de recarga e veículos elétricos do estado do Rio Grande do Sul. A segunda subseção traz dados referentes a outros estados brasileiros e outros países para que fosse possível analisar comparativamente os dados coletados nesta pesquisa.

4.1. DADOS COLETADOS PARA O ESTUDO TÉCNICO

Com o intuito de levantar as informações necessárias e de realizar uma análise da disponibilidade de estações de recarga, foi necessário coletar os dados referentes às estações disponíveis no estado do Rio Grande do Sul. Informações sobre a quantidade de carregadores, o tipo de conector e suas potências de operação foram apuradas.

Hoje o estado do Rio Grande do Sul conta com 60 estações de recarga e possui 3.290 veículos elétricos registrados em circulação (Departamento Nacional de Trânsito, 2021), resultando em uma média de aproximadamente 55 carros para cada estação. Para melhor organizar os dados, utilizou-se a divisão do estado em mesorregiões geográficas, Figura 2, conforme divisão realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 1990. Na Figura 2 foi apresentado o número de estações de recarga instaladas em cada mesorregião.

Figura 2 - Mapa do estado do Rio Grande do Sul e suas microrregiões



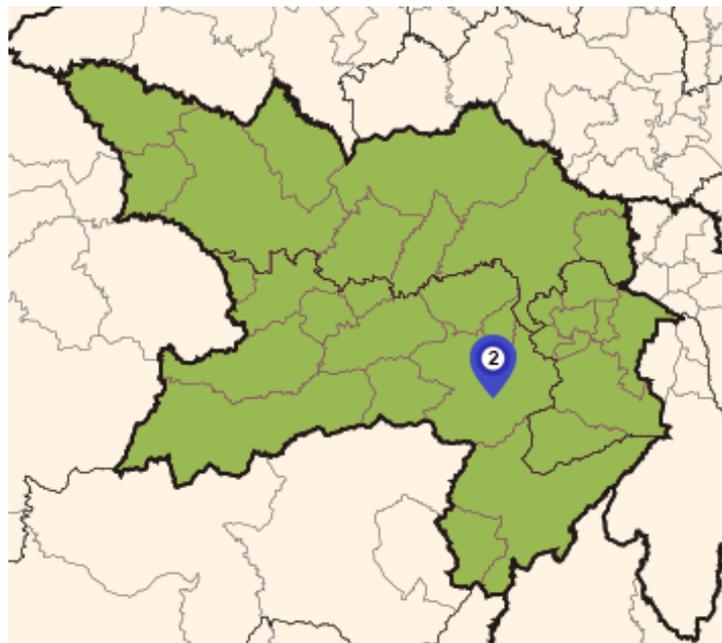
Fonte: Adaptado de Raphael Lorenzeto de Abreu (2006).

Na sequência do texto cada mesorregião será abordada individualmente, mostrando a localização das estações de recarga. A única mesorregião que não possui estações de recarga para veículos elétricos é a do Sudeste Rio-Grandense.

4.1.1. Mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense

A mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense conta com 31 municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021) e possui 137 veículos elétricos registrados em circulação, de acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021). Destes municípios, apenas Santa Maria conta com estações de recarga de veículos elétricos. A localização das estações pode ser observada na Figura 3.

Figura 3 – Localização das estações de recarga da região Centro Ocidental Rio-Grandense



Fonte: Adaptado de Raphael Lorenzeto de Abreu (2006).

A mesorregião conta com duas estações de recarga, sendo que as informações dessas estações são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados das estações de recarga da região Centro Ocidental Rio-Grandense

(continua)

Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Santa Maria	Neo Autoposto	Type 2	1	7,4

Tabela 2 – Dados das estações de recarga da região Centro Ocidental Rio-Grandense

(conclusão)

Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Santa Maria	Universidade Federal de Santa Maria	Type 2	1	50
		CHAdEMO	1	
		CCS	1	

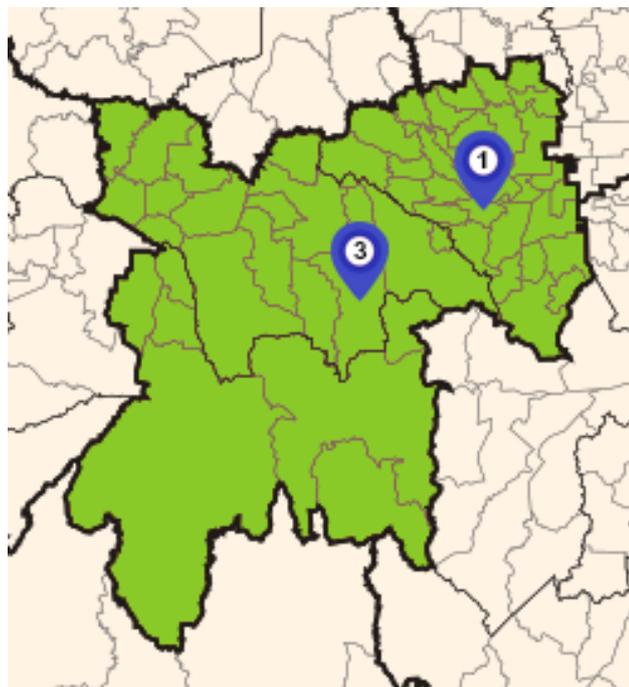
Fonte: Autor (2021).

A cidade de Santa Maria é a única no estado do Rio Grande do Sul que disponibiliza carregamento rápido para seus usuários, através da estação instalada na Universidade Federal de Santa Maria. A estação da universidade é, também, a única no estado que oferece o conector do tipo CHAdEMO. Tem-se para esta mesorregião em média aproximadamente 69 veículos para cada estação de recarga. Manter um veículo elétrico na mesorregião Centro Ocidental Rio-Grandense é pouco viável devido à baixa disponibilidade de estações de recarga.

4.1.2. Mesorregião Centro Oriental Rio-Grandense

A mesorregião Centro Oriental Rio-Grandense conta com 54 municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021) e possui 246 veículos elétricos registrados em circulação, de acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021). Destes municípios, apenas Santa Cruz do Sul e Lajeado contam com estações de recarga de veículos elétricos. A localização das estações pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 - Localização das estações de recarga da região Centro Oriental Rio-Grandense



Fonte: Adaptado de Raphael Lorenzeto de Abreu (2006).

A mesorregião conta com quatro estações de recarga. As informações a respeito das mesmas são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Dados das estações de recarga da região Centro Oriental Rio-Grandense

Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Lajeado	Safe Park	Type 2	1	3,7
Santa Cruz do Sul	Agro Comercial Afubra	Type 2	1	22
Santa Cruz do Sul	Supermercado Schmitz	Type 2	1	7,4
Santa Cruz do Sul	Solled Energia	Type 2	1	4,8

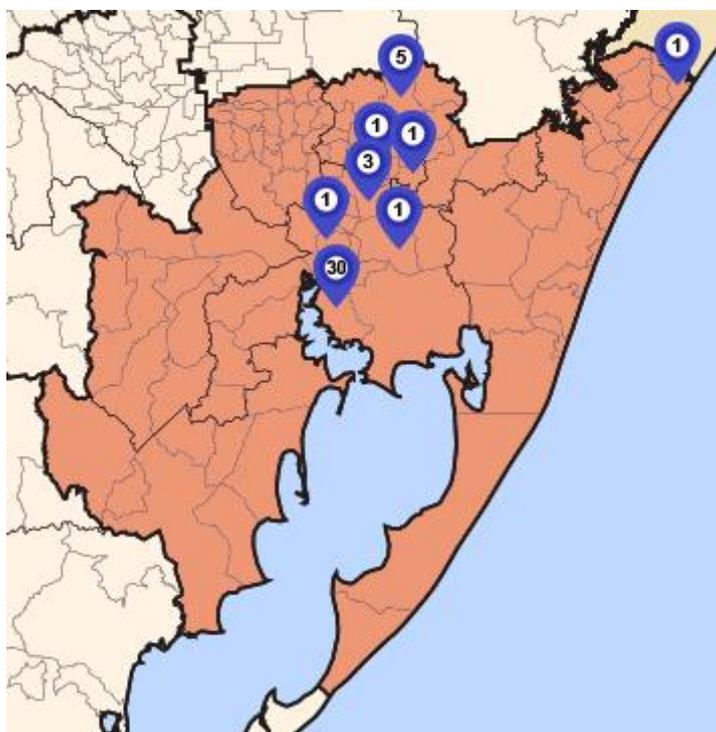
Fonte: Autor (2021).

A região apresenta, no geral, em termos de potência, números bastante baixos, com apenas a estação da Agro Comercial Afubra destoando no respectivo parâmetro técnico. Tem-se para esta mesorregião em média aproximadamente 62 veículos para cada estação de recarga. Manter um veículo elétrico na mesorregião Centro Oriental Rio-Grandense é pouco viável devido à baixa disponibilidade de estações de recarga.

4.1.3. Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre

A mesorregião Metropolitana de Porto Alegre conta com 98 municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021) e possui 1.859 veículos elétricos registrados em circulação, de acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021). Destes municípios, Canoas, Gramado, Gravataí, Novo Hamburgo, Parobé, Porto Alegre e Sapiranga contam com estações de recarga de veículos elétricos. A localização das estações pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 - Localização das estações de recarga da região Metropolitana de Porto Alegre



Fonte: Adaptado de Raphael Lorenzeto de Abreu (2006).

A mesorregião conta com 43 estações de recarga. As informações a respeito das mesmas são apresentadas na Tabela 4. Não foi possível coletar dados de 6 estações.

Tabela 4 - Dados das estações de recarga da região Metropolitana de Porto Alegre

(continua)

Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Canoas	Canoas Shopping	Type 2	2	22
Gramado	Wyndham Resort	Type 2	4	22

Tabela 4 – Dados das estações de recarga da região Metropolitana de Porto Alegre

(continuação)

Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Gramado	Hotel St. Andrews	Type 2	1	11
Gramado	Hotel Casa da Montanha	Type 2	2	-
Gramado	Safe Park	Type 2	1	3,7
Gramado	Salão Super Carros	Type 2	1	-
Gravataí	Grupo Digicon	Type 1	1	7,4
Novo Hamburgo	Selet Iluminação	Type 2	1	3,7
Novo Hamburgo	Fashion Outlet	Type 2	1	3,7
Novo Hamburgo	Swan Tower Hotel	Type 2	1	3,7
Parobé	Sun Gate Energia Solar	Type 2	1	7,4
		Type 1	2	22
Porto Alegre	Nissan IESA	Type 1	1	7,4
Porto Alegre	Barra Shopping Sul	Type 2	2	22
Porto Alegre	Volvo	Type 2	2	3,4
Porto Alegre	Iguatemi Praia de Belas	Type 2	1	-
Porto Alegre	Garage Gigante	Type 2	4	7,4
Porto Alegre	Medplex Torre Norte	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Medplex Torre Sul	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Posto Pegasus Ipiranga	Type 2	1	22
Porto Alegre	Auxiliadora Predial	Type 2	1	7,4
Porto Alegre	IESA Nissan – T. Dutra	Type 1	1	7,4
Porto Alegre	RDR Estacionamento	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Shopping Total	Type 2	1	-
Porto Alegre	Safe Park Independência	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	America Business Square	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Shopping Astir	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Posto Ipiranga	Type 2	1	7,4
Porto Alegre	VIVA Open Mall	Type 2	1	7,4
Porto Alegre	Savarauto Mercedes	Type 2	1	22
Porto Alegre	The Place	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Pátio 24	Type 2	1	22
Porto Alegre	exoHub Feevale	Type 1	1	3,7
Porto Alegre	Trend Nova	Type 2	1	7,4
Porto Alegre	Posto Ipiranga	Type 2	1	7,4
Porto Alegre	Medplex Eixo Norte	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Aero Safe Park	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Casco Blindagens	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	IESA Nissan - Sertório	Type 1	1	7,4
Porto Alegre	JAC Motors POA	Type 2	1	-
Porto Alegre	Sede Safe Park	Type 2	1	3,7
Porto Alegre	Cemel Materiais Elet.	Type 2	1	7,4
Sapiranga	Hybrid Auto Service	Type 2	1	-

Tabela 4 – Dados das estações de recarga da região Metropolitana de Porto Alegre

(conclusão)				
Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Torres	Magnami Luz e Energia	Type 2	1	7,4

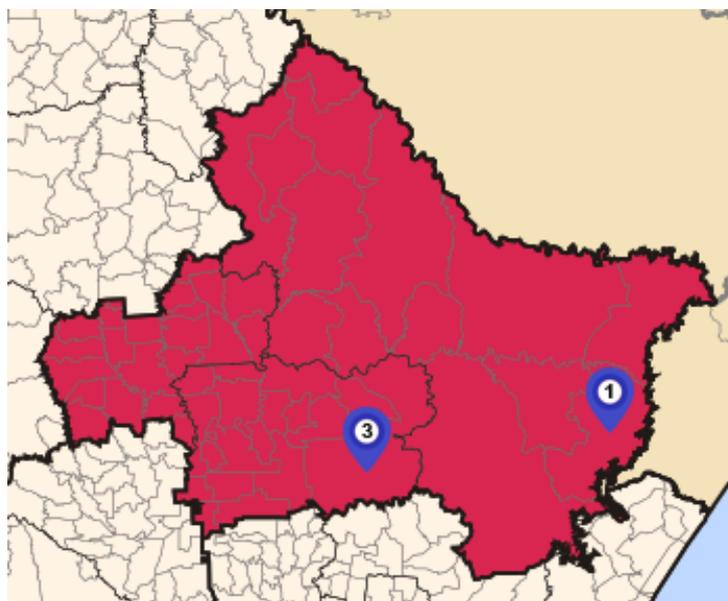
Fonte: Autor (2021).

Acompanhando o elevado número de veículos elétricos, a mesorregião Metropolitana de Porto Alegre é a região com maior número de estações de recarga disponíveis no estado do Rio Grande do Sul. Com uma média de aproximadamente 43 veículos para cada estação de recarga, apresenta a segunda melhor proporção entre veículos e estações do estado. A mesorregião Metropolitana de Porto Alegre é a única no estado capaz de oferecer a mínima viabilidade técnica necessária para se manter um veículo elétrico.

4.1.4. Mesorregião Nordeste Rio-Grandense

A mesorregião Nordeste Rio-Grandense conta com 54 municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021) e possui 417 veículos elétricos registrados em circulação, de acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021). Destes municípios, apenas Cambará do Sul e Caxias do Sul contam com estações de recarga de veículos elétricos. A localização das estações pode ser observada na Figura 6.

Figura 6 - Localização das estações de recarga da região Nordeste Rio-Grandense



Fonte: Adaptado de Raphael Lorenzeto de Abreu (2006).

A mesorregião conta com 4 estações de recarga. As informações a respeito das mesmas são apresentadas na Tabela 5. Não foi possível coletar dados de uma estação.

Tabela 5 - Dados das estações de recarga da região Nordeste Rio-Grandense

Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Cambará do Sul	Hotel Parador	Type 2	1	-
Caxias do Sul	Shopping Iguatemi	Type 2	2	11
Caxias do Sul	Magnami	Type 2	2	22
		Type 2	1	7,4
Caxias do Sul	AM/PM	Type 2	1	7,4

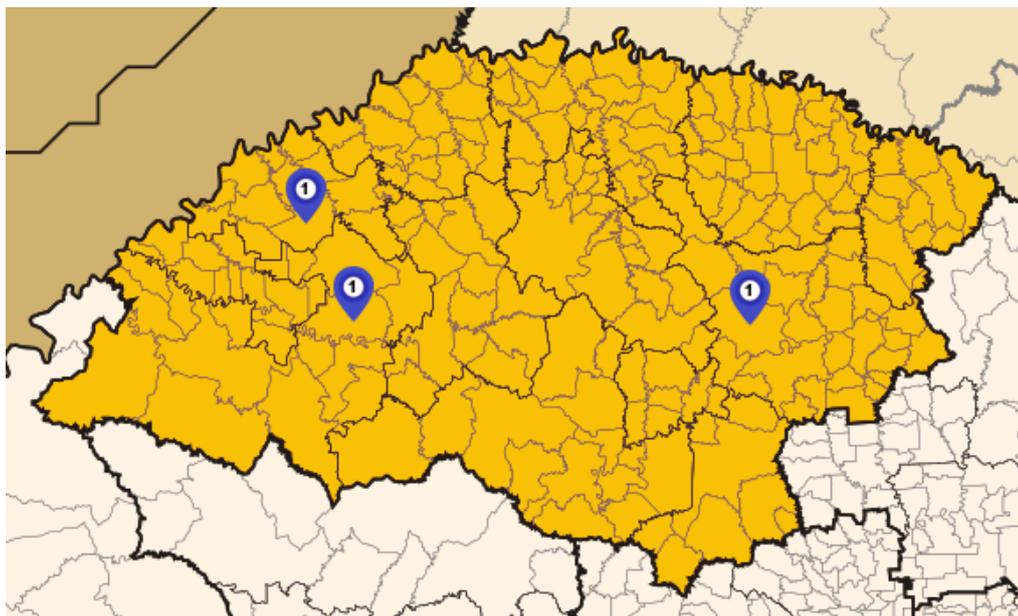
Fonte: Autor (2021).

Apesar de, segundo dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021), não possuir nenhum veículo elétrico em circulação no município, Cambará do Sul conta com uma estação de recarga disponibilizada pelo Hotel Parador. Com uma média de aproximadamente 104 veículos para cada estação de recarga, é a mesorregião que apresenta a segunda pior proporção entre veículos e estações do estado. Manter um veículo elétrico na mesorregião Nordeste Rio-Grandense é pouco viável devido à baixa disponibilidade de estações de recarga.

4.1.5. Mesorregião Noroeste Rio-Grandense

A mesorregião Noroeste Rio-Grandense conta com 216 municípios (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021) e possui 319 veículos elétricos registrados em circulação, de acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021). Destes municípios, apenas Passo Fundo, Santa Rosa e Santo Ângelo contam com estações de recarga de veículos elétricos. A localização das estações pode ser observada na Figura 7.

Figura 7 - Localização das estações de recarga da região Noroeste Rio-Grandense



Fonte: Adaptado de Raphael Lorenzeto de Abreu (2006).

A mesorregião conta com 3 estações de recarga. As informações a respeito dessas estações são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 - Dados das estações de recarga da região Noroeste Rio-Grandense

Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Passo Fundo	Safe Park	Type 2	1	3,7
Santa Rosa	Unicred Santa Rosa	Type 2	1	7,4
		Type 1	1	
Santo Ângelo	Unicred Santo Ângelo	Type 2	1	7,4
		Type 1	1	

Fonte: Autor (2021).

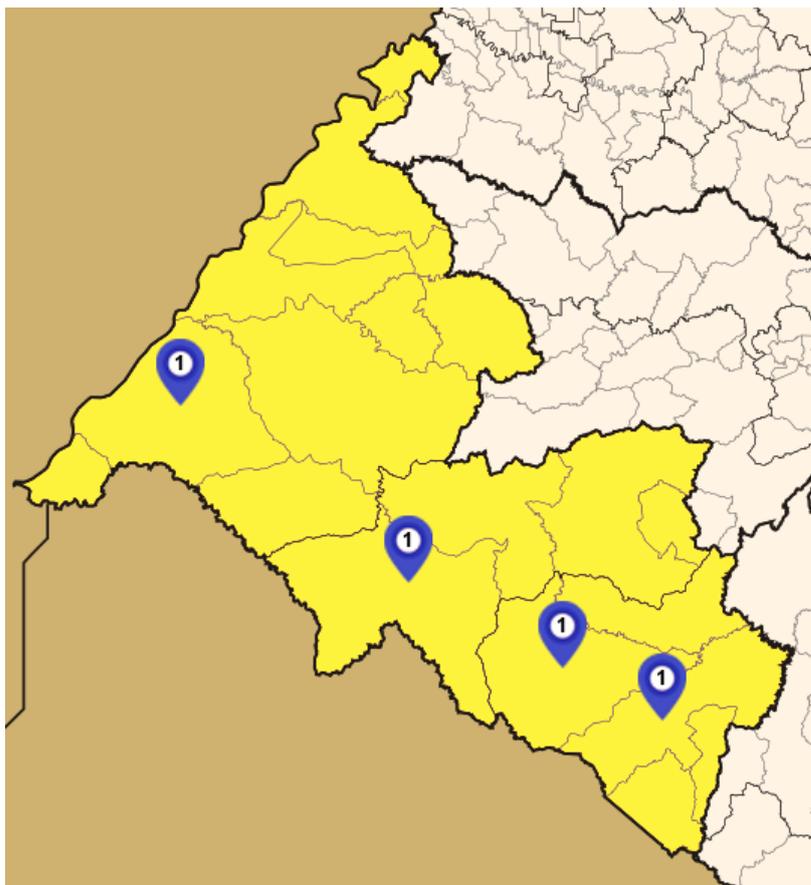
A região Noroeste do estado apresenta números bastante baixos de potência em suas estações. Tem-se para esta mesorregião em média aproximadamente 106 veículos para cada estação de recarga, sendo a região de pior proporção entre veículos e estações no estado. Manter um veículo elétrico na mesorregião Noroeste Rio-Grandense é pouco viável devido à baixa disponibilidade de estações de recarga.

4.1.6. Mesorregião Sudoeste Rio-Grandense

A mesorregião Sudoeste Rio-Grandense conta com 19 municípios (Instituto Brasileiro

de Geografia e Estatística, 2021) e possui 107 veículos elétricos em circulação, de acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito (2021). Destes municípios, Bagé, Dom Pedrito, Santana do Livramento e Uruguaiiana contam com estações de recarga de veículos elétricos. A localização das estações pode ser observada na Figura 8.

Figura 8 - Localização das estações de recarga da região Sudoeste Rio-Grandense



Fonte: Adaptado de Raphael Lorenzeto de Abreu (2006).

A mesorregião conta com 4 estações de recarga. As informações a respeito dessas estações são apresentadas na Tabela 7.

Tabela 7 - Dados das estações de recarga da região Sudoeste Rio-Grandense

Cidade	Descrição	Conector	Carregadores	Potência (kW)
Bagé	Unicred Bagé	Type 2	1	7,4
Dom Pedrito	Unicred Dom Pedrito	Type 2	1	7,4
S. do Livramento	Unicred Livramento	Type 2	1	7,4
Uruguaiiana	DIMACAR	Type 2	1	7,4

Fonte: Autor (2021).

A região Sudoeste do estado apresenta baixos valores de potência disponibilizados em suas estações. Para esta mesorregião tem-se em média aproximadamente 27 veículos para cada estação de recarga, o que a torna a região de melhor proporção entre veículos e estações no estado. Manter um veículo elétrico na mesorregião Sudoeste Rio-Grandense é pouco viável devido à baixa disponibilidade de estações de recarga.

4.2. DADOS COMPARATIVOS

A subseção de dados comparativos tem o intuito de trazer informações a respeito de veículos elétricos e estações de recarga em outros estados do Brasil e, também, em outros países.

Como primeiro parâmetro de comparação tem-se o estado de Santa Catarina, com população de 7.252.502 habitantes, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). O estado tem a segunda maior frota de veículos elétricos da Região Sul do Brasil. Santa Catarina conta com 3.783 veículos elétricos registrados em circulação (Departamento Nacional de Trânsito, 2021). Em relação às estações de recarga, é o estado com maior disponibilidade da região Sul, com 95 estações, de acordo com dados do aplicativo PlugShare. O estado, que possui 52 veículos elétricos a cada 100.000 habitantes, conta com aproximadamente 40 veículos por estação de recarga disponibilizada. Com apenas 493 veículos a mais, o estado possui um número bastante superior de estações de recarga, superando em 35 unidades o estado do Rio Grande do Sul.

O Paraná, com sua população de 11.516.840 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020), possui 3.877 veículos elétricos registrados em circulação, alcançando o primeiro lugar da Região Sul (Departamento Nacional de Trânsito, 2021). O estado, que possui 34 veículos elétricos a cada 100.000 habitantes, conta com 58 estações de recarga, segundo dados do aplicativo PlugShare, resultando em aproximadamente 67 veículos elétricos por estação de recarga. Com o número de aproximadamente 600 veículos a mais e 2 estações de recargas a menos, o estado possui números piores se comparados ao Rio Grande do Sul.

São Paulo, o estado mais populoso do Brasil, possui 46.289.333 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020). Com seus 20.658 veículos elétricos em circulação, o estado possui, de longe, a maior frota de veículos elétricos do Brasil, com 45 veículos a cada 100.000 habitantes. De acordo com o aplicativo PlugShare, o estado conta

com 357 estações de recarga instaladas. Por conta de sua elevada frota, o estado possui aproximadamente 58 veículos elétricos para cada estação de recarga. Apesar de contar com mais do que seis vezes o número de veículos, o estado de São Paulo tem uma proporção semelhante ao Rio Grande do Sul entre veículos e estações.

A Alemanha, país com população de 83.121.363 habitantes, segundo dados do Statistisches Bundesamt (2021), é uma das referências mundiais quando se trata de veículos elétricos. Em entrevista ao jornal local Der Tagesspiegel, o ministro da Economia, Peter Altmaier, informou que o país atingiu, no mês de julho de 2021, a marca de 1 milhão de veículos elétricos em circulação, o que significa 1203 veículos para cada 100.000 habitantes. Com suas 44.669 estações disponibilizadas no país (International Energy Agency, 2020), a Alemanha alcança um nível de aproximadamente 23 veículos para cada estação de recarga instalada. Com uma frota veicular 300 vezes maior que o Rio Grande do Sul e aproximadamente 750 vezes o número de estações de recarga, a Alemanha apresenta números bastante distantes da realidade do estado brasileiro.

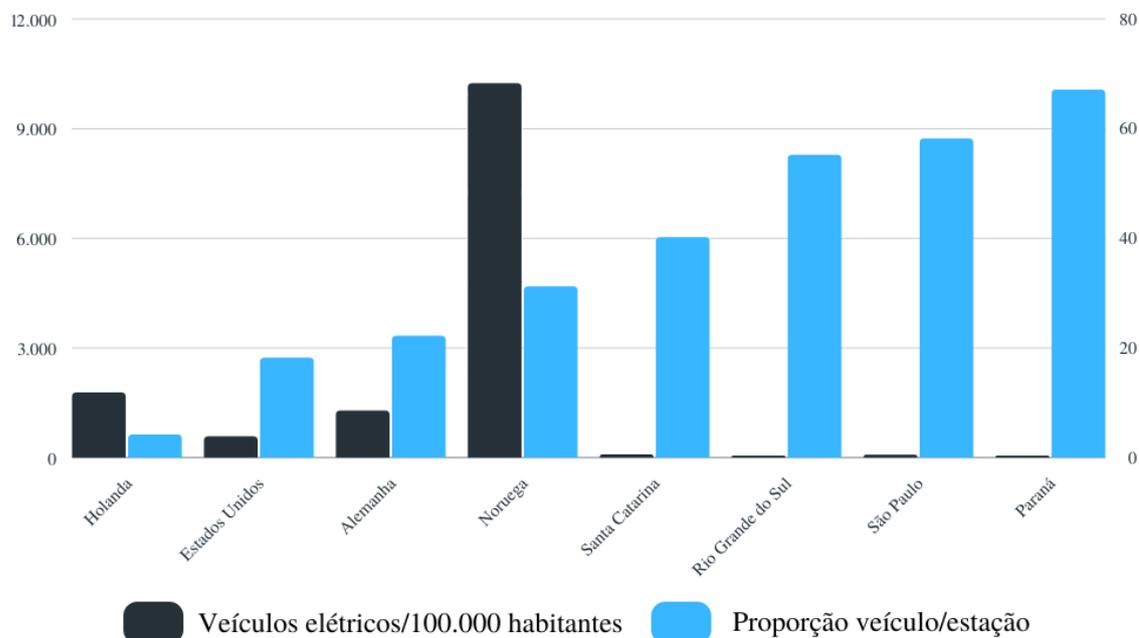
O primeiro país do mundo a vender mais elétricos do que veículos a combustão e que é modelo para todos os outros países, a Noruega possui em sua frota 560.267 veículos elétricos em circulação conforme a Norsk elbilforening (2021). Segundo o Statistisk Sentralbyrå (2021), a Noruega possui 5.402.171 habitantes, o que resulta em 10.371 veículos elétricos a cada 100.000 habitantes. Também de acordo com a Norsk elbilforening, a associação de veículos elétricos do país, a Noruega tem disponíveis 17.826 estações de recarga de veículos elétricos. Os números resultam em média 31 veículos elétricos por estação, aproximadamente. Com 170 vezes mais veículos e aproximadamente 300 vezes mais estações de recarga, a Noruega se mostra bastante superior ao Rio Grande do Sul, mesmo estando um pouco distante da realidade de outros países europeus no quesito da relação entre veículos e estações.

Nos últimos anos, a Holanda despontou como um dos principais países na busca por eletrificação de sua frota. Segundo dados da Rijksdienst voor Ondernemend (2021), no mês de junho de 2021 o país contava com 313.127 veículos elétricos em sua frota. A Holanda possui uma população de 17.507.126 habitantes, segundo o Centraal Bureau voor de Statistiek (2021), o que resulta em 1.789 veículos elétricos para cada 100.000 habitantes. Com 77.396 estações de recargas disponíveis para seus habitantes, o país possui a impressionante marca de 4 veículos elétricos para cada estação, conforme a Rijksdienst voor Ondernemend (2021). Com 195 vezes mais veículos e a excelente marca de 77.396 estações de recarga, a Holanda apresenta números expressivos até quando comparados aos desenvolvidos países europeus.

Por último, tem-se a maior economia do mundo como parâmetro comparativo. Os Estados Unidos contam com 1.787.221 veículos elétricos em sua frota, segundo dados da International Energy Agency do ano de 2020. Ainda segundo a agência, o país disponibilizava, no ano de 2020, um número de 98.981 estações de recarga. Com uma população de 331.449.281 habitantes, de acordo com o United States Census Bureau (2020), o país possui uma frota de 539 veículos para cada 100.000 habitantes. Mesmo sem muitos incentivos, quando comparados aos países da Europa, os Estados Unidos possuem aproximadamente 18 veículos para cada estação. Com aproximadamente 540 vezes mais veículos elétricos em sua frota e 1.650 vezes mais estações de recarga quando comparado ao Rio Grande do Sul, os Estados Unidos apresentam números ainda muito longes da realidade brasileira.

Para melhor visualização comparativa dos dados, elaborou-se o gráfico apresentado na Figura 9, mostrando o número de veículos elétricos de cada localidade, bem como a proporção de veículos por estação de recarga. O gráfico foi ordenado de acordo com a proporção entre veículos elétricos e estações de recarga, em ordem crescente – da melhor à pior.

Figura 9 - Frota de veículos elétricos e sua proporção com as estações de recarga



Fonte: Autor (2021).

O gráfico mostra que ainda há bastante deficiência de infraestrutura para veículos elétricos no Rio Grande do Sul, se comparado a importantes referências mundiais no tema.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho de conclusão de curso teve como objetivo principal realizar um mapeamento das estações de recargas de veículos elétricos no Rio Grande do Sul. A partir da comparação dos dados levantados no estado com, principalmente, países mais desenvolvidos da Europa e os Estados Unidos, observou-se que ainda há uma carência no que diz respeito à disponibilidade de estações de recarga no estado. Comparado a grandes referências no tema, o Rio Grande do Sul ainda possui, proporcionalmente à frota de veículos, um número de estações de recarga muito baixo.

Além da dificuldade de acesso aos veículos elétricos, relacionada aos altos preços exercidos pelas montadoras, a falta de infraestrutura dedicada também se mostra como fator agravante da baixa adesão dos veículos no estado. Enquanto alguns países caminham a passos largos na eletrificação de sua frota veicular, não só o Rio Grande do Sul, mas o Brasil como um todo, está apenas começando, tardiamente, a aderir à tecnologia.

É necessário que medidas sejam tomadas, de maneira rápida e eficaz, para que o desenvolvimento de infraestrutura comece a se tornar realidade no estado. Tomando como modelo a iniciativa dos países mais desenvolvidos, o poder público precisa, além de investir em infraestrutura, criar incentivos e metas para que seja possível alcançar maiores níveis de adoção de veículos elétricos.

De todo modo, foi alcançado o objetivo proposto inicialmente pelo trabalho, listando as estações de recarga de veículos elétricos no estado do Rio Grande do Sul e suas características técnicas, tornando-se possível a análise realizada. As limitações encontradas durante a pesquisa, como a dificuldade na obtenção de dados a respeito do tema proposto em nível de Brasil, abrem oportunidades para futuros estudos e projetos na área, pois o desenvolvimento da infraestrutura deve caminhar junto com o fácil acesso aos números relacionados ao assunto.

REFERÊNCIAS

AUTOESPORTE. **Energia renovável é a solução para aumentar a rede de recarga para carros elétricos no Brasil.** Disponível em: <<https://autoesporte.globo.com/um-so-planeta/noticia/2021/04/energia-renovavel-e-a-solucao-para-aumentar-a-rede-de-recarga-para-carros-eletricos-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 04 jun. 2021.

BAI, S.; LIU, C. Overview of energy harvesting and emission reduction technologies in hybrid electric vehicles. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 147, 111188, 2021.

BRÜCKMANN, G.; WILLIBALD, F.; BLANCO, V. Battery Electric Vehicle adoption in regions without strong policies. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 90, 102615, 2021.

CBS. Centraal Bureau voor de Statistiek. **Bevolking op eerste van de maand; geslacht, leeftijd, migratieachtergrond.** Disponível em: <<https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83482NED/table?ts=1629394667576>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

COLMENAR-SANTOS et al. Electric vehicle charging strategy to support renewable energy sources in Europe 2050 low-carbon scenario. **Energy**, v.183, p. 61-74, 2019.

DENATRAN. Departamento Nacional de Trânsito. **Frota Nacional por UF e Tipo de Veículo (Maio 2021).** Disponível em: <<https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-denatran/frota-de-veiculos-2021>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

DER TAGESSPIEGEL. **Wir werden die eine Million Elektroautos im Juli erreichen.** Disponível em: <<https://www.tagesspiegel.de/politik/ziel-schneller-als-gedacht-geschafft-wir-werden-die-eine-million-elektroautos-im-juli-erreichen/27384556.html>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

DESHMUCK, S. S.; PEARCE, J. M. Electric vehicle charging potential from retail parking lot solar photovoltaic awnings. **Renewable Energy**, v. 169, p. 608-617, 2021.

ELTOUMI, F. S et al. The key issues of electric vehicle charging via hybrid power sources: Techno-economic viability, analysis, and recommendations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 138, 110534, 2021.

ESTADÃO. **Pontos de recarga são o oxigênio dos veículos elétricos.** Disponível em: <<https://mobilidade.estadao.com.br/inovacao/pontos-de-recarga-sao-o-oxigenio-dos-veiculos-eletricos/>>. Acesso em: 04 jun. 2021.

FANG, Y et al. Promoting electric vehicle charging infrastructure considering policy incentives and user preferences: An evolutionary game model in a small-world network. **Journal of Cleaner Production**, v. 258, 120753, 2020.

FONSECA, J. J. **Metodologia da Pesquisa Científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GAO, Y.; EHSANI, M. Design and Control Methodology of Plug-in Hybrid Electric Vehicles. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 57, p. 663-640, 2010.

GERHARDT, T.; SILVEIRA D. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GONZÁLEZ, L. G.; SIAVICHAY, E.; ESPINOZA, J. L. Impact of EV fast charging stations on the power distribution network of a Latin American intermediate city. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 107, p. 309-318, 2019.

HECHT, C et al. Representative, empirical, real-world charging station usage characteristics and data in Germany. **eTransportations**, v. 6, 100079, 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. Rio de Janeiro, RJ, 1990.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2020**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 19 ago. 2021.

IEA. International Energy Agency. **Global EV Data Explorer**. Disponível em: <<https://www.iea.org/articles/global-ev-data-explorer>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

KUMAR, R. R.; CHAKRABORTY, A.; MANDAL, P. Promoting electric vehicle adoption: Who should invest in charging infrastructure?. **Transportation Research Part E**, v. 149, 102295, 2021.

NEOCHARGE. **Número de carros elétricos no Brasil**. Disponível em: <<https://www.neocharge.com.br/carros-eletricos-brasil>>. Acesso em: 04 jun. 2021.

NORSK ELBILFORENING. **Over 200.000 elbiler i Norge**. Disponível em: <<https://elbil.no/over-200-000-elbiler-i-norge/>>. Acesso em: 04 jun. 2021.

NORSK ELBILFORENING. **Statistikk elbil**. Disponível em: <<https://elbil.no/elbilstatistikk/>>. Acesso em: 04 jun. 2021.

LIU, X et al. Do policy incentives drive electric vehicle adoption? Evidence from China. **Transportation Research Part A**, v. 150, p 49-62, 2021.

PAN, L et al. A location model for electric vehicle (EV) public charging stations based on drivers' existing activities. **Sustainable Cities and Society**, v. 59, 102192, 2020.

PLUGSHARE. **Mapa de carregadores de VE**. Disponível em: <<https://www.plugshare.com/br>>. Acesso em: 30 jul. 2021.

RAFF, R et al. Overview of charging modes and connectors for the electric vehicles. **2019 7th International Youth Conference on Energy**, 2019.

REUTERS. **Germany to have 1 million electric cars on the road in July**. Disponível em: <<https://www.reuters.com/business/autos-transportation/germany-have-1-million-electric-cars-road-july-paper-2021-07-01/>>. Acesso em: 03 ago. 2021.

SILVA, E.; MENEZES, E. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SSB. Statistisk Sentralbyrå. **Befolkning**. Disponível em: <<https://www.ssb.no/befolkning/folketall/statistikk/befolkning> >. Acesso em: 19 ago. 2021.

STBA. Statistisches Bundesamt. **Bevölkerung nach Nationalität und Geschlecht**. Disponível em: <<https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/zensus-geschlecht-staatsangehoerigkeit-2021.html> >. Acesso em: 19 ago. 2021.

TANÇ, B et al. Overview of the next quarter century vision of hydrogen fuel cell electric vehicles. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 44, p. 10120-10128, 2019.

TRIVIÑOS, A. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

UN-NOOR, F et al. A Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts, and Future Direction of Development. **Energies**, v. 10, p. 1217, 2017.

USCB. United States Census Bureau. **QuickFacts, United States**. Disponível em: <<https://www.census.gov/quickfacts/fact/table/US/PST045219> >. Acesso em: 19 ago. 2021.

WALLBOX. **EV Charging Connector Types: What You Need to Know**. Disponível em: <https://wallbox.com/en_catalog/faqs-plug-types>. Acesso em: 03 ago. 2021.

WILLIAMSON, S. S.; RATHORE, A. K.; MUSAVI, F. Industrial Electronics for Electric Transportation: Current State-of-the-Art and Future Challenges. **IEEE Transactions on Industrial Electronics**, v. 62, p. 3021-3032, 2015.

WOLBERTUS, R.; JANSEN, S.; KROESEN, M. Stakeholders' perspectives on future electric vehicle charging infrastructure developments. **Futures**, v. 123, 102610, 2020.

ZHANG, X.; BAI, X. Incentive policies from 2006 to 2016 and new energy vehicle adoption in 2010–2020 in China. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 70, p. 24-43, 2017.

NUP: 23081.067342/2021-95

Prioridade: Normal

Homologação de ata de defesa de TCC e estágio de graduação

125.322 - Bancas examinadoras de TCC: indicação e atuação

COMPONENTE

Ordem	Descrição	Nome do arquivo
11	Ata de defesa de trabalho de conclusão de curso (TCC) (125.322)	TCC - André Machado - vf.pdf

Assinaturas

18/11/2021 10:29:08

CRISTIANO ROOS (PROFESSOR DO MAGISTÉRIO SUPERIOR)

07.09.08.00.0.0 - CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - EP

20/01/2022 16:38:38

ANDRE GOULART MACHADO (Aluno de Graduação)

07.09.03.01.0.0 - Engenharia Mecânica - 120379



Código Verificador: 1007577

Código CRC: 25b083fd

Consulte em: <https://portal.ufsm.br/documentos/publico/autenticacao/assinaturas.html>

