

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Ana Clara Pereira Silva

**MODELOS DE NEGÓCIO EM ELETROVIAS COM VISTAS À
INTEROPERABILIDADE ENTRE OS DISTRIBUIDORES DE ENERGIA
E OS USUÁRIOS**

Santa Maria, RS
2021

Ana Clara Pereira Silva

**MODELOS DE NEGÓCIO EM ELETROVIAS COM VISTAS À
INTEROPERABILIDADE ENTRE OS DISTRIBUIDORES DE ENERGIA E OS
USUÁRIOS**

Projeto de pesquisa do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Engenheira de Produção**.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Jacques Garcia

Santa Maria, RS
2021

MODELOS DE NEGÓCIO EM ELETROVIAS COM VISTAS À INTEROPERABILIDADE ENTRE OS DISTRIBUÍDORES DE ENERGIA E OS USUÁRIOS

BUSINESS MODELS ON ELECTROVIAS WITH VIEWS TO INTEROPERABILITY
BETWEEN ENERGY DISTRIBUTORS AND USERS

Ana Clara Pereira Silva¹, Vinícius Jacques Garcia²

RESUMO

Com o aumento da poluição ambiental e dos preços dos combustíveis fósseis, mudanças no setor energético estão cada vez mais presentes nos países, como a opção por uso de veículos elétricos em vez dos movidos a combustão. Nesse sentido, a pesquisa foca em resolver a destituição da infraestrutura adequada para a implementação do mercado de veículos elétricos que o Brasil enfrentará com o aumento do uso destes automóveis. Assim, o objetivo geral é desenvolver um modelo de negócio que tenha como foco a definição das estações de recarga no corredor elétrico no Mercosul, através da metodologia *Business Model Canvas* e Projeto de Rede da Cadeia de Suprimentos, o qual utiliza modelos de otimização de rede para a melhor definição das localizações dos postos de recarga. Como resultado, elaborou-se um modelo de negócio com o objetivo de facilitar o carregamento do veículo elétrico e encontrou-se as localizações mais viáveis para a instalação das estações de recarga que vão compor a eletrovia.

Descritores: Projeto de rede da cadeia de suprimentos; Estações de carregamento de veículos elétricos; Infraestrutura de carregamento; *Business Model Canvas*.

ABSTRACT

With the increase in environmental pollution and fossil fuel prices, changes in the energy sector are increasingly present in countries, such as the option of using electric vehicles instead of those powered by combustion. In this sense, the research focuses on resolving the removal of the appropriate infrastructure for the implementation of the electric vehicle Market that Brazil will face with the increased use of these automobiles. Thus, the general objective is to develop a business model that focuses on the definition of charging stations in the Mercosul electric corridor, using the Business Model Canvas and Supply Chain Network Design methodology, which uses network optimization models for a better definition of the charging stations' locations. As a result, a business model was developed in order to facilitate the charging stations that will compose the electrovia.

Keywords: Supply chain network design; Electric vehicle charging stations, Charging infrastructure; Business Model Canvas.

¹ Graduanda em Bacharel de Engenharia de Produção, autora; Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Centro de Tecnologia – UFSM ² Formado em Informática, orientador; Doutor em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas; Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – UFSM

1 INTRODUÇÃO

Os veículos de transporte com motores de combustão interna são os principais causadores da emissão de poluentes atmosféricos. Com o aumento da poluição ambiental e dos preços dos combustíveis fósseis, muitos países estão seguindo o Acordo de Paris, que segundo o Centro de Estudos de Energia da Fundação Getulio Vargas (2017), este trata das novas ações do mundo em transformar a maneira de gerar e consumir energia, utilizando fontes renováveis e tecnologias para o uso mais sustentável. Com isso, mudanças no setor energético são fundamentais para o desenvolvimento das economias contemporâneas.

Diante do cenário global, espera-se um enfoque maior na elaboração de novas eletrovias, que são vias sustentadas por postos elétricos para o carregamento de veículos elétricos. Os principais fatores que ocasionam este progresso estão ligados à crescente produção, vendas e distribuição dos automóveis elétricos que trará um baixo custo, alta confiabilidade e autonomia, infraestrutura de abastecimento bem desenvolvida e bom desempenho. (KAMPMAN et al., 2011). As ações do estudo do desenvolvimento da eletrovia acontecem no corredor elétrico do Mercosul, que se inicia em Curitiba no Brasil e finaliza em Chuí no Uruguai.

A relação da implementação de estações de recargas para compor uma eletrovia com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é determinada sobre normas estabelecidas para a recarga de veículos elétricos por interessados na prestação desse serviço (distribuidoras, postos de combustíveis, shopping centers, empreendedores, etc). O registro dos postos de recarga está aberto a qualquer interessado, sendo o equipamento de uso público ou privado, o qual terá que prover de algumas informações necessárias para realizar a ação (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2018).

Considerando a expectativa da crescente evolução da mobilidade elétrica, o modelo de negócio é estabelecido como elemento chave na definição da forma como os usuários de veículos elétricos administrarão as suas operações, particularmente entre elas as recargas destes automóveis no corredor elétrico. Para Osterwalder e Pigneur (2011), um modelo de negócio representa a lógica por trás de um empreendimento, qual o seu funcionamento e sua criação de valor. Em outras palavras, tem o objetivo de entender, clarear e definir elementos que envolvem na sua criação, desempenho, entrega e obtenção de valor.

O Brasil é um país com grande potencial para o aumento da venda de veículos elétricos, porém é necessária uma posição referente à infraestrutura apropriada para o carregamento das baterias, adequação da rede elétrica para a ampliação da demanda e novos modelos de negócio para que atinja seu pleno potencial. Visto que o Brasil se mostra destituído da infraestrutura

adequada para a instituição do mercado de veículos elétricos, de que forma o desenvolvimento de novos modelos de negócio pode contribuir para esta questão?

A importância desta pesquisa está vinculada às novas formas de atuação do mercado de veículos elétricos no Brasil para a consolidação do mesmo que possibilitará novas relações comerciais entre consumidores, indústria automobilística e concessionárias de energia. Além disso, o estudo pode auxiliar no desenvolvimento de eletrovias com acesso rápido e confiável para atender os envolvidos de forma eficiente com os modelos de negócio propostos contribuindo para a evolução desta área, a qual terá um impacto direto no aumento do uso de automóveis elétricos que são responsáveis por minimizarem as emissões de gases do efeito estufa e diminuição na dependência do petróleo.

De acordo com a pesquisa realizada pela consultoria Accenture Strategy com a parceria da FGV Energia, o Brasil tem potencial para vender 150 mil unidades de carros elétricos por ano (REGHIN, 2018). Em âmbito mundial, conforme a International Energy Agency (IEA), o estoque global de carros elétricos deve atingir 140 milhões até o ano de 2030 e para alcançar essa meta é necessário um desenvolvimento deste mercado, para que não tenha somente o estoque de carros elétricos, mas também, de outros tipos de veículos elétricos, como o ônibus elétrico (CENTRO DE ESTUDOS DE ENERGIA DA FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS, 2017).

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um modelo de negócio que tenha como foco a definição das estações de recarga no corredor elétrico no Mercosul.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os Objetivos Específicos da pesquisa estão descritos a seguir:

- Definir o comportamento de recarga em eletrovias (locais, duração, consumo);
- Estabelecer as principais características do veículo elétrico para seu carregamento em uma estação de recarga;
- Propor as localizações em potencial das estações de recarga baseadas nas premissas do modelo de negócio proposto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentada a revisão bibliográfica utilizada como base para o desenvolvimento do estudo com o objetivo de obter definições relacionadas aos veículos elétricos, as eletrovias e a localização e dimensionamento de postos de recarga. Além disso, são abordados conceitos da Metodologia *Business Model Canvas* e Logística, aprofundando-se na Gestão da Cadeia de Suprimentos particularmente na localização de instalações.

2.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os veículos elétricos são classificados como veículos que se diferenciam dos usuais por possuírem um sistema de propulsão elétrica, sendo que utilizam motores elétricos, que para a sua propulsão converte-se energia elétrica em energia mecânica. Há três tipos diferentes de veículos elétricos, os quais são identificados por classes distintas, mesmo possuindo a mesma base tecnológica (LIMA, 2012).

Os automóveis elétricos importantes para a realização da pesquisa são os do tipo *Battery Electric Vehicles* (BEV) de baterias íon lítio, devido serem puramente elétricos. Segundo Lima (2012) estes tipos utilizam somente a energia química armazenada em sua bateria e seu carregamento sendo realizado em uma instalação de carregamento de rede elétrica.

Mishra (2018) afirma que as baterias são os mais importantes dispositivos de armazenamento de energia e dos diversos tipos existentes, as de íon lítio ganham destaque nas compras dos fabricantes dos veículos elétricos. De acordo com Khaligh e Li (2010), estas baterias são recicláveis, possuem alta densidade de energia e bom desempenho em altas temperaturas e apresenta como ponto negativo o baixo efeito de memória.

Valente (2016) apresenta estatísticas do licenciamento de veículos híbridos e elétricos no Brasil, sendo superior a 800 unidades/ano. Além disso, mostra diversos modelos de veículos elétricos comercializados no Brasil no ano de 2015, sendo de interesse para o estudo o modelo da Nissan Leaf. Os atributos usufruídos deste automóvel elétrico são as informações do tamanho do armazenador, que são as baterias, e a eficiência em autonomia, que se refere aos quilômetros rodados pelo automóvel.

2.2 ELETROVIAS

A Ecotricity (2019) classifica as eletrovias por uma rede de estações de carregamentos a fim de carregar as baterias dos veículos elétricos em rodovias de um país. Os veículos elétricos são carregados por uma conexão por meio de um cabo na estação de recarga e possuem um carregador interno que transforma energia recebida em corrente alternada para corrente contínua, sendo incorporada pela bateria (LIMA, 2012). Considera-se para o estudo a estação de carregamento utilizada na pesquisa de Kostopoulos, Spyropoulos e Kaldellis (2020), apresentada no Anexo A, que realiza o carregamento do veículo elétrico com a ligação de sua bateria à rede.

Possui dois tipos de carregamento para carregar o veículo elétrico, o normal, chamado também de lento, que fornece uma potência inferior a 40 kW (kilowatts), e o rápido, que possui uma potência superior a 40 kW (MOREIRA, 2013). O carregamento lento requer um tempo maior e são adequados para carregamento em casa ou local de trabalho, enquanto o carregamento rápido é indicado para uso público nas rodovias, os quais ganham mais destaque para este estudo (XU; YANG; WANG, 2020).

Para o carregamento ideal do automóvel elétrico será considerado um nível mínimo de descarga de 20% e um nível máximo de carga de 80%, pois segundo Mishra (2018) as baterias devem operar em uma zona de segurança. Kostopoulos, Spyropoulos e Kaldellis (2020) apresentam resultados de vários estudos que comprovaram que a operação da bateria nesta zona de segurança (20% - 80%), mostram excelente desempenho de ciclagem com degradação de capacidade reduzida e fora a este intervalo aponta um desbotamento mais rápido da capacidade. Para carregar o veículo elétrico Nissan Leaf em 80%, considerada sua recarga rápida, dispõe-se de um tempo de 40 minutos (NISSAN, 2020).

2.3 LOCALIZAÇÃO E DIMENSIONAMENTO DE POSTOS DE RECARGA

Alguns estudos foram desenvolvidos para solucionar os problemas que existem devido à introdução dos postos de recarga, especialmente, relacionados com as suas localizações. Ko et al. (2017) realizou uma pesquisa sobre localização de estações de carregamento de táxis elétricos e apresentaram como problema a alocação da demanda de reabastecimento às instalações, que tem como objetivo de minimizar o custo do processo ou de maximizar a demanda atendida.

Os resultados apresentados pelos autores mostram que uma distância de serviço curta

não é efetiva para os operadores das instalações de cobranças que podem acabar gerando estações subutilizadas para alguns locais. Em contrapartida, os de longa distância de serviço pré-especificados é capaz de gerar congestionamento de carga devido à alta demanda em alguns postos de recarga. O estudo apresenta como alternativa o uso de esquema de preços variando no tempo e uma construção de sistemas de informações de cobrança para uma dispersão temporal da demanda e evitar o congestionamento e subutilização (KO et al., 2017).

Wenig, Sodenkamp e Staake (2019) realizaram uma pesquisa com um grande grupo de motoristas regulares para esclarecer a interação entre a capacidade da bateria, cobertura da infraestrutura de carga e energia de carga. Os autores apresentaram que o tamanho das baterias e o poder de carga influencia a magnitude dos picos de demanda, propondo uma segmentação de clientes e tarifas específicas para cada segmento. Diante disso, deduz-se que é importante investigar os benefícios e os efeitos colaterais dos segmentos importantes para tomar decisões futuras mais precisas destas partes interessadas.

As análises de Yang, Dong e Hu (2017) resolvem a problemática que a partir de dados de uma frota de táxis, necessitam determinar os locais das estações de carregamento e a quantidade de carregadores em uma cidade a fim de minimizar o investimento total. As soluções obtidas são que o padrão de permanência dos automóveis determina a localização dos postos de recarga e ao oferecer um espaço de espera, melhora na utilização de carregadores reduzindo o seu número, porém pode reivindicar mais vagas de estacionamento e um aumento no tempo de espera dos usuários (YANG; DONG; HU, 2017).

Diante das considerações dos autores, define-se a importância de atender a demanda dos usuários de veículos elétricos de forma precisa para a implementação das estações de recarga, a realização da segmentação dos clientes com seus tipos de bateria para indicar a principal infraestrutura que deve ser adotada e dar enfoque na minimização dos custos. Vale salientar que os atributos fundamentais para a definição das localizações dos postos de recarga estão ligados com a infraestrutura da instalação, o consumidor e a rede de energia elétrica.

2.4 BUSINESS MODEL CANVAS

O *Business Model Canvas*, designado na língua portuguesa como Quadro de Modelo de Negócios, é uma ferramenta para desenvolver e esboçar novos ou existentes modelos de negócios Osterwalder e Pigneur (2011). Ainda segundo os autores, para melhor descrever um modelo de negócio é essencial se basear em nove componentes básicos, os quais apresentam o caminho de como o empreendimento planeja gerar valor e a partir de suas definições, é

estabelecido um novo modelo de negócio para definir a forma como os usuários da eletrovia conduzirão suas operações, especialmente para o carregamento dos automóveis elétricos.

2.4.1 Segmentos de Clientes

Os clientes são a essência do negócio, então é de suma importância saber quem são eles e agrupá-los em segmentos distintos para atender melhor suas necessidades. Logo, Segmentos de Clientes é caracterizado por diferentes grupos de pessoas ou organizações que um empreendimento procura alcançar e servir (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011).

2.4.2 Propostas de Valor

Segundo Osterwalder e Pigneur (2011) a Proposta de Valor define o pacote de produtos e serviços que geram valor para o Segmento de Clientes específico. Diante disso, deve-se saber qual o valor que é entregue para o cliente, o problema que a organização ajuda a solucionar, quais necessidades são atendidas e os conjuntos de produtos e serviços são oferecidos para cada grupo de seus consumidores (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011).

2.4.3 Canais de Distribuição

Os Canais de Distribuição estão ligados com a comunicação e alcance da empresa com seus clientes, especificamente, no modo como será entregue a Proposta de Valor à eles (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Para as definições dos canais de distribuição, também foram utilizados os conceitos da Logística para estruturar os locais onde serão instalados os postos de recarga dos veículos elétricos.

2.4.3.1 Cadeia de Suprimentos

A Cadeia de Suprimentos é responsável pelo fluxo de todas as etapas que produzem valor quando se remete aos produtos e serviços colocados à disposição de um cliente (FARIAS; BORENSTEIN, 2017). Os principais estágios de uma cadeia de suprimentos classificados por Chopra e Meindl (2002) são os Fornecedores, Fabricantes, Varejistas, Distribuidores e Clientes; neste estudo, apenas a fase de Varejistas não é incluída.

A primeira etapa, que é a dos Fornecedores, é composta pela produção e distribuição

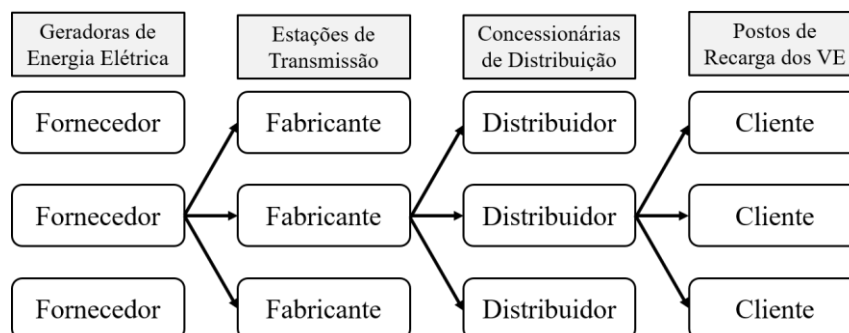
de energia elétrica. A geração da energia elétrica é realizada pelas usinas geradoras de energia, as quais transformam a energia das fontes, como a água, o petróleo, o ar, o sol, a lenha e o carvão, em eletricidade, sendo a maior parte da energia é provida das hidrelétricas (CPFL SOLUÇÕES, 2019).

De acordo com a CPFL Soluções (2019), após a produção da energia elétrica, ela é levada por meio de linhas de transmissão, que são torres altas de tensão que transportam a energia por longas distâncias, para as estações de transmissão. Sendo assim, a segunda etapa da Cadeia de Suprimentos, a de Fabricantes, é composta por estas estações de transmissão, que contém transformadores para aumentar a voltagem da energia elétrica a fim de chegar na sociedade civil.

A próxima fase é a de Distribuidores, a qual é contida pelas subestações de distribuição que, ao receber energia das estações de transmissão, diminuem sua potência para transportá-la por meio da fiação de postes, a qual também submete a uma redução de voltagem (CPFL SOLUÇÕES, 2019). Conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (2018), o Brasil possui 63 concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica.

A última etapa, a dos Clientes, consiste no recebimento da energia elétrica vinda das concessionárias de distribuição, que segundo a CPFL Soluções (2019) é transportada por meio de fiação subterrânea ou aérea, fase caracterizada pelos postos de estações de recarga, os quais receberão a energia elétrica para que os usuários de veículos elétricos possam recarregar seus automóveis. Na Figura 01, são apresentados os estágios da Cadeia de Suprimento do estudo:

Figura 01 – Estágios da Cadeia de Suprimento do estudo



Fonte: Autora.

2.4.3.2 Projeto da Rede da Cadeia de Suprimentos

De acordo com Chopra e Meindl (2002) é fundamental ter uma gestão da cadeia de suprimentos realizando a configuração da rede logística a partir do desenvolvimento do Projeto da Rede da Cadeia de Suprimentos, o qual tem o objetivo de minimizar os custos para atender melhor o mercado.

Para a realização do Projeto de Rede são utilizados alguns modelos para a localização e alocação de capacidade das estações de recarga. Segundo Chopra e Meindl (2002) é preciso reunir alguns dados para a realização destas metodologias, sendo eles: Localização de clientes, fontes suprimentos, mercados e áreas localizacionais para instalações em potencial; Previsão da demanda pelo mercado; Custos de instalação, transporte, armazenamento e produção; Impostos; Tempo de resposta desejado.

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (2016), são desenvolvidas metodologias de cálculo tarifário para a geração, transmissão, distribuição e comercialização, sendo que essas tarifas correspondem à soma de todos os componentes dos processos efetuados para cada segmento. O cálculo da estimativa dos custos envolvidos da produção a entrega de energia elétrica e seus encargos, não havendo custos de armazenamento, é feito pela ANEEL.

A estimativa da demanda de usuários de veículos elétricos para utilizarem os postos de recarga será estruturada devido ao tráfego de automóveis na rodovia do estudo, de Curitiba – BR até Chuí – URU, com uma elaboração de cenários possíveis para um bom planejamento. De acordo com Simchi-levi, Kaminsky e Simchi-levi (2010), para identificar os possíveis locais para as instalações devem ser considerados as condições geográficas e de infraestrutura, regulamentações para a legislação tributária e interesse do público alvo.

É importante salientar que a energia elétrica estará sempre disponível para o cliente final, o qual precisa somente se conectar a uma rede por meio de uma tomada e utilizar a energia. Com isso, o Nível de Serviço não se define pela espera de conseguir a energia, mas sim pela espera de utilizar o posto elétrico para carregar seus veículos, podendo haver filas de espera.

Para a elaboração do modelo de definição das instalações dos postos de recarga, deve ser levado em consideração que pode haver congestionamento de carregamento para a busca de uma alocação efetiva da demanda em cada estação e caso não for atendida, analisar as alternativas para evitar o problema. No estudo de Yang, Dong e Hu (2017) mostra-se que pode ser oferecido espaço de espera nas estações de carregamento como uma opção para os

usuários, mas isto aumentará o tempo de resposta.

O Projeto da Rede é iniciado com sua estruturação geral, assim como sua configuração e processos que os estágios devem desempenhar. Além disso, também é analisada as necessidades do cliente relacionando com a estratégia competitiva da organização, identificando as restrições de capital disponíveis e verificação da participação dos concorrentes locais ou globais (CHOPRA; MEINDL, 2002).

Conforme Chopra e Meindl (2002), para definir as regiões onde as instalações estarão localizadas, que são os postos de recarga, seus papéis potenciais e sua capacidade aproximada, é realizada a Configuração da Instalação Regional. Ainda segundo os autores, deve ser estabelecido para cada região a previsão da demanda, com o seus riscos, tarifas regionais, custos logísticos e tempo de resposta desejado do cliente.

Após reunir as informações necessárias utiliza-se o Modelo de Localização de Instalação com base em capacidade, o qual requer algumas informações:

n = Número de mercados ou pontos de demanda/Clientes

m = Número de locais/capacidade de Estações de Recarga

f_i = Custo fixo anual de manter a Estação de Recarga i aberta

c_{ij} = Custo de atendimento da demanda do mercado consumidor i pela Estação de Recarga j (inclui produção, transporte e tarifas)

Z = Número desejado de Estações de Recarga a serem instaladas

Ainda conforme Chopra e Meindl (2002), o modelo busca minimizar os custos de todos os estágios da Cadeia de Suprimentos e atender à demanda global, sendo assim definido as variáveis de decisão:

$y_j = 1$ se há uma Estação de Recarga instalada no local j , 0 em caso contrário

$x_{ij} = 1$ se o mercado consumidor i está atendimento pela Estação de Recarga no local

j

A formulação do modelo é feita a partir da programação linear inteira apresentada a seguir:

$$\text{Min} \quad \sum_{j=1}^m f_j y_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \quad (1.1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^m y_j = Z \quad (2.1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \leq M * y_j \text{ para } j = 1, \dots, m \quad (2.2)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1, \quad \text{para } i = 1, \dots, n \quad (2.3)$$

$$y_i \in \{0,1\} \text{ para } i = 1, \dots, n \quad (2.4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \text{ para } i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m \quad (2.5)$$

A equação 1.1 é a função objetivo que visa minimizar o custo total de operar a rede, a restrição 2.1 exige que o somatório de y seja igual ao número desejado de estações a serem instaladas. A restrição 2.2 impõe que apenas podem ser atendidas as demandas dos pontos i caso exista uma estação de recarga instalada no local j . A restrição 2.3 estabelece que cada ponto de demanda i deve ser atendido por exatamente uma estação de recarga. As equações 2.4 e 2.5 se referem às restrições quanto ao domínio das variáveis y e x , sendo que ambas são assumidas como variáveis inteiras e restritas ao conjunto $\{0,1\}$.

Como resultado dos cálculos, espera-se a definição dos postos de recarga que deverão ser abertos e suas capacidades para atender a demanda do local, considerada a etapa que ganha grande destaque para a pesquisa. Após isto, é possível identificar os melhores pontos para serem instaladas as estações de recarga com o objetivo de minimizar os custos totais.

2.4.4 Relacionamento com os Clientes

Para Osterwalder e Pigneur (2011), “Relacionamento com os Clientes” representa os tipos de relações existentes entre a organização e seus Segmentos de Clientes. Além disso, esses relacionamentos devem ser claros quanto ao que a organização espera ter com cada grupo de consumidores, sendo guiado por algumas motivações: Conquista do cliente; Ampliação das vendas e Fidelização do cliente.

2.4.5 Fluxo de Receita

Fontes de Receita caracteriza o dinheiro que uma organização gera por cada Segmento de Clientes. Portanto é essencial saber, quais os valores os clientes estão dispostos a pagar pelo produto ou serviço, pelo o que eles estão pagando, qual a forma que acontece esse pagamento e como eles prefeririam pagar (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011).

2.4.6 Recursos-Chave

Os Recursos Principais são os recursos mais importantes exigidos para o funcionamento do Modelo de Negócios, que permite o empreendimento criar e oferecer sua Proposta de Valor, manter relacionamentos com os grupos de consumidores, alcançar mercados e conseguir receita (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Estes recursos podem ser físicos, intelectuais, financeiros e humanos.

2.4.7 Atividades-Chave

Segundo Osterwalder e Pigneur (2011), “Atividades-Chaves” são as ações mais fundamentais que uma empresa deve realizar para funcionar com sucesso e são importantes para criar e oferecer a Proposta de Valor, alcançar mercados, gerar renda e manter Relacionamento com o consumidor, como os Recursos-Chave. Elas são categorizadas pela Produção, Resolução de Problemas e Plataforma.

2.4.8 Parcerias-Chave

As empresas criam vínculos para otimizar seus modelos, ganhar recursos e diminuir os riscos. Portanto, conhecer os principais parceiros, os fornecedores principais, os recursos principais que são adquiridos destes parceiros e as Atividades-Chave que eles executam, está ligado com a função das Parcerias-Chave, a qual é definida pela rede de fornecedores e parceiros que faz o Modelo de Negócio funcionar (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011).

2.4.9 Estrutura de Custo

A última ação a ser realizada para completar o Modelo de Negócio é a definição de todos os custos e as informações dos recursos principais e Atividades-Chave mais caras incluídos na sua operação, denominado Estrutura de Custo (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Após definir todos os segmentos da metodologia Business Model Canvas espera-se atingir o Objetivo Geral deste estudo, que é propor um modelo de negócio focando na definição das estações de recarga no corredor elétrico do MERCOSUL, sendo o segmento de canais de distribuição responsável por essa contribuição.

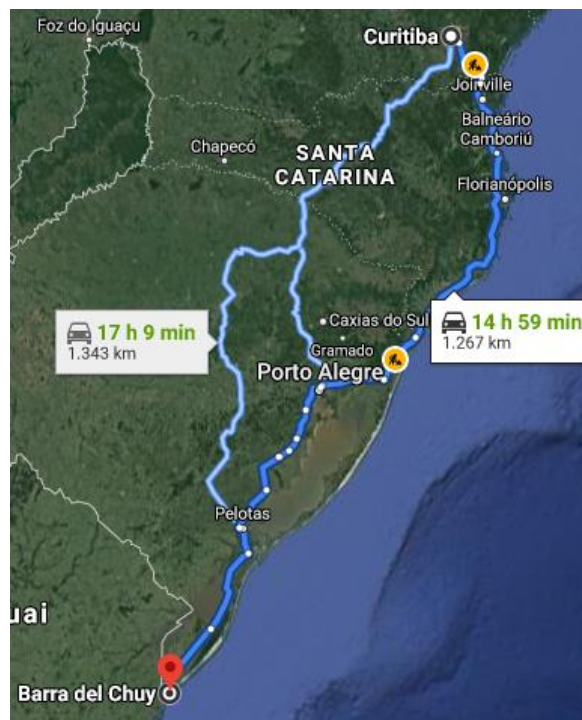
3 METODOLOGIA

Neste capítulo é retratado o cenário, o método e as etapas da pesquisa, além do cronograma da execução das atividades do estudo.

3.1 CENÁRIO

As rodovias que compõem o corredor elétrico do Mercosul são a BR-101 (Curitiba-PR a Osório-RS), BR-290 (Osório-RS a Porto Alegre-RS), BR-116 (Porto Alegre-RS a Pelotas-RS), BR-392 (Pelotas-RS a BR-471, acesso a Rio Grande-RS) e por fim a BR-471 que termina em Chuí no Uruguai. Este percurso tem uma distância percorrida de 1.267 quilômetros, o qual é apresentado Figura 02.

Figura 02 – Percurso de Curitiba no Brasil a Chuí no Uruguai.



Fonte: Google Maps (2020).

Para o desenvolvimento da pesquisa é considerado o veículo totalmente elétrico do modelo Nissan Leaf, o qual está ilustrado no Anexo B. Ele apresenta uma autonomia de 240 quilômetros podendo chegar até 389 quilômetros e sua bateria tem uma potência de 40 kilowatt hora, sendo que para realizar 100% de seu carregamento no cabo de emergência tem uma duração de até 20 horas e no Wallboz é de até 8 horas. Na recarga rápida, carrega a bateria em até 80% requerendo aproximadamente 40 minutos. É necessário salientar o modelo de carro

elétrico escolhido somente recebe energia elétrica (NISSAN, 2020).

3.2 MÉTODO DE PESQUISA

O projeto de pesquisa é de natureza aplicada porque se destina à busca de conhecimento para resolver problemas específicos, a partir de uma situação em particular (NASCIMENTO; SOUZA, 2015). A abordagem é quantitativa porque se relaciona à objetividade a partir de uma análise de dados para a compreensão da realidade e, conforme Teixeira (2005, p.125), a pesquisa objetiva investigar fatos de uma determinada perspectiva ou para definir níveis e analisar diversas variáveis com interações simultâneas.

Com base nos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória em razão da busca de maiores informações sobre o tema e orientar a fixação dos objetivos para que assim sejam construídas as hipóteses ou um novo enfoque para o assunto (PRODANOV; FREITAS, 2013, p. 51). Por fim, os procedimentos são do tipo Estudo de Caso porque esta é uma pesquisa de campo de investigação baseada na experiência que será realizada no local onde ocorreu um fenômeno.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

Nesta seção são apresentadas as etapas que constituem a pesquisa para desenvolver um modelo de negócio que tenha como foco a definição das estações de recarga no corredor elétrico no Mercosul. A primeira etapa consiste na definição da estrutura e das características da eletrovia e também do automóvel elétrico.

A segunda fase forma-se pelo desenvolvimento do modelo de negócio por meio da metodologia *Business Model Canvas*, que é considerado o método padrão para desenvolvimento de Modelos de Negócios. A metodologia busca representar graficamente através de blocos os 9 principais fatores que devem ser considerados para construir um novo negócio (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2011). Diante disso, foram definidos, na sequência, o Segmentos de clientes, a Propostas de Valor, os Canais de Distribuição, o Relacionamento com os clientes, o Fluxo de Receita, os Recursos-Chave, as Atividades-Chave, as Parcerias-Chave e por fim, a Estrutura de Custo.

No subitem de Canais de distribuição, foram utilizados conceitos da Logística para a definição da localização das estações de recarga, como a definição da cadeia de suprimentos e seus estágios. Por fim, foram particularizados os conceitos de gestão da cadeia de suprimentos

e do projeto da rede, com o emprego de modelos de programação linear inteira para a definição das localizações dos postos de recarga, que fornecem a solução ótima mais viável para o problema.

Na Figura 03 a seguir, são ilustradas no desenho do processo as etapas da pesquisa:

Figura 03 – Desenho do Processo das etapas da pesquisa



Fonte: Autora.

4 RESULTADOS

Neste tópico são apresentados os resultados do estudo a fim de atingir os objetivos propostos.

4.1 DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA E DAS CARACTERÍSTICAS DA ELETROVIA E DO AUTOMÓVEL ELÉTRICO

A estrutura da eletrovia se baseia em postos de carregamentos elétricos localizados estrategicamente em uma rodovia com fluxos de automóveis, a qual será planejada a partir da estrutura da primeira eletrovia desenvolvida no Brasil, situada na BR-277 entre Paranaguá e Foz do Iguaçu no estado do Paraná. Segundo a Band Paraná (2019), esta eletrovia com distância de 740 quilômetros, foi lançada pela Copel e consta com 12 eletropostos, distanciados por 70 quilômetros entre eles, com três tipos de conectores para efetuar a recarga do veículo elétrico.

Na seção 4.4 é definido os locais adequados para a instalação das estações de carregamento elétricos, bem como as quantidades e suas capacidades. Considerando a estrutura da eletrovia citada anteriormente, o corredor elétrico que compõe o trajeto de Curitiba a Chuí

terá uma distância de 70 a 100 quilômetros entre os postos de recargas, os quais terão três tipos diferentes de capacidade. As estações são compostas por carregadores rápidos, que fornecem carga de 80% em um curto tempo a fim de evitar problemas de ansiedade de alcance e tempos de espera (ANJOS; GENDRON; JOYCE-MONIZ, 2020).

As características consideradas do automóvel do Nissan Leaf são sua autonomia de 240 quilômetros e a potência de sua bateria que corresponde a 40 kilowatt hora. O foco é no seu carregamento rápido, que necessita de 50 kW carregando sua bateria em até 80% por 40 minutos e vale salientar, que o automóvel possui uma bateria maior que busca entregar mais potência e autonomia no seu uso.

4.2 SEGMENTO DE CLIENTES

Os clientes são segmentados pelos consumidores de veículos elétricos, sendo as pessoas físicas que compram o automóvel para locomoção urbana e conseqüentemente, para viagens a lazer. Estes estão localizados na região do estado do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul no Brasil. Além disso, tem os que se encontram no departamento Rocha no Uruguai.

4.3 PROPOSTA DE VALOR

A proposta de valor está vinculada ao desenvolvimento de uma infraestrutura que atenda os clientes oferecendo praticidade no carregamento, que se relaciona com o menor tempo de recarga, estrutura com boa recepção do local e opções usuais de pagamento. Além disso, em segundo plano está a consequência de ter uma boa infraestrutura de recarga, que é o aumento de veículos elétricos. Diante disso, busca oferecer aos futuros clientes uma melhor economia quanto ao valor pago para carregar o automóvel em vez de abastecer com gasolina.

Na busca de exemplificar esta economia é importante ressaltar algumas informações. Para carregar 80% da bateria do Nissan Leaf é consumido 50 kilowatts por 40 minutos com capacidade de percorrer 192 quilômetros, equivalente a um custo de R\$ 35,82, cálculo demonstrado na próxima seção. Em contrapartida, um Nissan March que é movido a combustão faz 10 quilômetros por litro e concebe-se um custo em média do litro da gasolina de R\$ 4,50, conforme os dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2020). Logo, o seu custo para percorrer os 192 quilômetros é no total de R\$ 86,40. À vista disso, a economia é de R\$ 50,58.

4.4 CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO

Os canais de distribuição do empreendimento são classificados pelas estações de recarga dos veículos elétricos situadas na eletrovia, as quais são as transportadoras de energia elétrica geograficamente fixas, ressaltando que os automóveis elétricos somente recebem a energia elétrica destes postos elétricos. Os veículos elétricos são considerados a demanda que se desloca a fim de se ajustarem aos postos de recarga mais próximos da localização atual ou do trajeto realizado pela viagem.

Para o início do Projeto da Rede da Cadeia de Suprimentos foi definido a localização dos clientes como as vias que compõem a eletrovia, que são percorridas pelos usuários de veículos elétricos, e como fonte de suprimentos a energia elétrica que abastece os postos de recarga. Os mercados e áreas localizacionais para instalações em potencial são pontos na rodovia que percorre a eletrovia, sendo estabelecidos diante de algumas condições.

Os fatores considerados para a escolha dos possíveis locais para os postos elétricos são: conhecimento dos dados da demanda do local, distância entre cada estação (70 a 100 quilômetros), pontos próximos a grandes centros populacionais e a restaurantes ou locais que oferecem uma boa recepção aos motoristas. O objetivo é que os carregadores sejam instalados a fim de permitir que os motoristas completem o percurso sem acabar a bateria de seus automóveis e que sua capacidade não fique abaixo de 20%, o que significa locomover em até 192 quilômetros, ação que justifica para uma não danificação da bateria sendo opção do motorista.

Os possíveis locais candidatos totalizam-se em 20. Destes 20 pontos, 8 foram definidos pelo conhecimento da demanda do tráfego nas vias que percorrem a eletrovia, os quais estão localizados na BR-376/PR Km 662 (Tijucas do Sul/PR), BR-101/SC Km 13 (Garuva/SC), BR-101/SC Km 103 (Balneário Piçarras/SC), BR-101/SC Km 154 (Porto Belo/SC), BR-101/SC Km 273 (Imbituba/SC), BR-101/SC Km 339 (Tubarão/SC), BR-290/RS Km 49.54 (Glorinha/RS) e BR-116/RS km 292 (Eldorado do Sul/RS). A demanda é o fator considerado mais importante para o estudo e todos os outros dados estabelecidos partiram das informações destes pontos. No Apêndice A é ilustrado os locais candidatos das instalações e seus fatores de escolha.

Para o cálculo da demanda do volume de tráfego foi analisado os dados de tráfego misto das vias BR-376/PR Km 662, BR-101/SC Km 13, BR-101/SC Km 103, BR-101/SC Km 154, BR-101/SC Km 273, BR-101/SC Km 339, BR-290/RS Km 49.54 e BR-116/RS km 292, as quais compõem o trajeto da eletrovia no Brasil e que foram encontradas informações existentes.

Nas demais vias não foram encontrados dados de tráfego, sendo assim, necessário a realização de uma estimativa. De acordo com as referências do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2019), é apresentado na Figura 04 o volume médio mensal do tráfego misto e a média estabelecida de cada via, que são utilizados para o cálculo da demanda.

Figura 04 - Dados Volume Médio Mensal Tráfego Misto nas vias do estudo

BR	KM	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
376	662	41.966	33.650	29.310	28.309	25.881	24.912	29.623	25.930	28.178	28.168			29.593
101	13	46.304	37.021	37.527	35.357	33.064	32.544	36.002	34.335	35.179	35.351	36.899	40.598	36.682
	103		48.986	45.335	45.055	42.129	43.216	47.702	42.821	44.905	44.182	44.459	50.000	45.345
	154	60.910	56.415	51.009	47.201	43.825	45.519	49.536	46.309	48.905	49.624	51.779		50.094
	273	41.260	38.775	31.958	31.140	27.697	28.158	31.880	28.776	30.145	29.626	31.618	38.499	32.461
	339	41.500	40.887	35.567	32.961	25.828	25.499							33.707
290	49.54	45.840	42.869	31.787	26.430	24.145	27.416	29.890	29.151	31.883	32.365	34.670	40.900	33.112
116	292	29.344	29.205	20.021	29.774	29.100	29.123	29.396	29.307	29.170	29.414	29.278	29.391	28.544
Total														36.192

Fonte: Autora.

Como os dados são relacionados ao tráfego misto, que inclui todos os tipos de veículos que percorrem as vias, é preciso relacionar o quanto seriam provenientes somente de automóveis e comerciais leves, devido as informações de veículos elétricos se referirem somente a estes dois modelos. Conforme a Anfavea (2019), o número total de veículos no ano de 2019 é de 2.490.192 milhões, sendo que deste dado, 84% corresponde aos automóveis e 12% aos comerciais leves, totalizando 2.371.041 destes tipos de veículos.

De acordo com a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (2020) os emplacamentos de veículos elétricos, automóveis e comerciais leves, no Brasil, correspondem a 30.092. Para o cálculo da demanda dos veículos elétricos das vias apresentadas foi considerada a porcentagem deste total citado em relação ao total de automóveis e comerciais leves, resultando em 1,27%, cálculo representado na Equação 1.2.

$$\frac{\text{Total Veículos Elétricos (Aut.+ Comer.Lev)}}{\text{Total Veículos (Aut.+ Comer.Lev)}} = \frac{30.092}{2.371.041} * 100 = 1.27\% \quad (1.2)$$

Diante disso, na Tabela 01 mostra a previsão da demanda de veículos elétricos que vão percorrer nas vias do corredor elétrico.

Tabela 01 - Previsão da demanda de veículos elétricos nas vias da eletrovia.

BR	KM	Volume Médio Tráfego VE
376	662	358
	13	443
	103	548
101	154	605
	273	392
	339	407
290	49.54	400
116	292	345
Total		437

Fonte: Autora.

O cálculo realizado é apresentado na Equação 1.3 e em sequência a classificação dos dados utilizados:

$$V.M.VE = \frac{(Média V.T.M \times T.A/T.V) \times T.VE/T.A}{100} \quad (1.3)$$

V.M. VE = Volume Médio do Tráfego de Veículos Elétricos.

Média V.T.M = Média do Volume do Tráfego Misto.

T.A/T.V = Relação de Automóveis e Comerciais Leves sobre o Total de Veículos em porcentagem.

T.VE/T. A = Relação de Veículos Elétricos sobre o Total de Automóveis e Comerciais Leves em porcentagem.

O cenário informado é estabelecido para o ano de 2020 e estima-se que nos próximos anos tenha um alto crescimento no mercado de veículos elétricos. Diante disso, segundo a Associação Brasileira do Veículo Elétrico (2020), o número de emplacamentos de veículos elétricos do ano de 2020 cresceu 221% em relação ao ano de 2019.

Em um cenário de 2025, seguindo o ritmo de crescimento apresentado anteriormente, o mercado de veículos elétricos tende a crescer 1.105%, totalizando 332.517 veículos elétricos, ponto que deve ser considerado para a definição das estruturas dos postos de recarga. Conforme a Anfavea (2019), baseado nos dados dos últimos cinco anos, estima-se que o crescimento total de veículos, dos automóveis e dos comerciais leves, será de, respectivamente, 558%, 560% e 547%.

A previsão da demanda de veículos elétricos no Brasil no ano de 2025 foi dada pelos mesmos cálculos e os números previstos dos automóveis e automóveis elétricos. Na Tabela 02 abaixo é apresentado os resultados dos cálculos.

Tabela 02 - Previsão da demanda de veículos elétricos no Brasil no ano de 2025

BR	KM	Volume Médio Tráfego VE
376	662	708
	13	878
	103	1085
101	154	1199
	273	777
	339	807
290	49.5	792
	4	
116	292	683
Total		866

Fonte: Autora.

Após estas análises, observa-se que os números apresentados são essenciais para definir a estrutura dos postos de recarga, como também, as localizações que eles devem se situar. A projeção geográfica das estações de recarga deve ser desenvolvida a fim de atender a demanda projetada.

Baseado nos dados encontrados do ano de 2020, foi estimada a demanda para os outros possíveis locais definidos. A demanda do ponto 1 foi definida a partir da demanda do ponto posterior e a dos pontos 13 e 17, do ponto anterior, com uma estimativa de acréscimo de 40%, devido estarem localizados em grandes centros populacionais. O local 6 se igualou a maior demanda da BR 101, pois é um local de um grande centro populacional.

Os pontos 9, 10 e 11, foi baseado em um decréscimo de 05% do local 8, pois são pontos que passam por pequenas cidades, além de serem pontos no final desta via. Os lugares 15 e 16 se igualaram na demanda do local 14 por estarem próximos à via BR 116. Já os pontos 18, 19 e 20, baseiam-se na estimativa de um decréscimo de 50% do ponto 17, devido ser a última via do trajeto da eletrovia, as quais são próximas de pequenas cidades. No Apêndice B é apresentado os dados da demanda mensal e diária de todas as posições.

O custo de instalação foi estipulado por meio do estudo em Canadá de Anjos, Gendron e Joyce-Moniz (2020), os quais afirmam que o custo de cada estação de recarga corresponde a \$45.000,00 (R\$ 232.650,00) e para estação instalada em centros populacionais é de \$60.000,00 (R\$ 310.200,00). Além disso, o custo para instalar cada carregador na estação é de \$22.500,00 (R\$ 128.250,00).

Outro fator que foi somado ao custo fixo é o custo da manutenção das estações, sendo considerado um valor de 10% anual do custo da estação e 20% anual do custo da estação dos

centros populacionais. O último ponto considerado para o cálculo é o custo de contratação da demanda em cada estação, que garante à concessionária de energia que a demanda não será extrapolada, sendo calculado pela quantidade de conectores, 50 kW para carregar um veículo elétrico e a média do custo da Demanda R\$/kW, que se encontra na Tabela 03. A Equação 1.4 define o custo fixo total, no qual CIE é o custo de instalação da estação, CIC o custo dos conectores, CM o custo de manutenção e CD o custo da demanda.

$$\text{Custo Fixo Total} = \text{CIE} + \text{CIC} + \text{CM} + \text{CD} \quad (1.4)$$

O custo variável, que é o custo de transporte, armazenamento, produção e encargos da energia elétrica, foi calculado segundo os conceitos estabelecidos pela Aneel e pelas principais concessionárias de energia elétrica que atende os estados que cortam a eletrovia, sendo elas a Copel, Celesc e Cee. O grupo de energia que os postos de recarga serão incluídos será o grupo A e o subgrupo A4, que segundo a Aneel (2020) tem tensão de fornecimento de 2,3kV a 25kV.

A partir da equação e das taxas estabelecidas pela COPEL (2019), CELESC (2020) e CEE (2020), foi feita uma média para o cálculo da tarifa, a qual é mostrada na Tabela 03.

Tabela 03 - Média dos valores da Copel, Celesc e Cee.

	COPEL	CELECS	CEE	Média
Energia R\$/kWh	0,467175	0,808715	0,920000	0,7320
Demanda R\$/kW	13,75	14,69	18,89	15,7767
PIS	1,11%	0,28%	0,6969%	0,70%
COFINS	5,09%	1,29%	3,1968%	3,19%
ICMS	29,00%	25,00%	30,00%	28,00%

Fonte: Autora.

A Equação 1.5 foi utilizada para o cálculo da tarifa. Para encontrar a Tarifa Homologada foi utilizada a média de Energia R\$/kWh, 50 kW e 0,67 hora para carregar 80% da bateria do veículo elétrico, totalizando em R\$ 24,40. O resultado da tarifa final é de R\$ 35,82.

$$\text{Tarifa R\$} = \frac{\text{Tarifa Homologada}}{1 - (\text{PIS}(\%) + \text{COFINS}(\%) + \text{ICMS}(\%))} \quad (1.5)$$

Para o cálculo do custo variável de cada estação foram utilizadas as informações da Tarifa R\$ e a demanda diária (DD) para encontrar o custo anual, o qual é apresentado na Equação 1.6.

$$\text{Custo Variável} = \text{Tarifa R\$} * \text{DD} * 365 \quad (1.6)$$

A fim de definir a capacidade de cada posto de recarga, foi considerado um horário médio de utilização diário, que seria das 8:00 até às 18:00, totalizando 10 horas de funcionamento. Além disso, foi analisada a demanda diária de veículos elétricos para estabelecer quantos conectores teriam em cada estação de recarga, considerando-se que, para percorrer o trajeto o veículo elétrico precisa parar em 8 postos de recarga para carregar o automóvel.

Diante disso, o tempo de resposta desejado em cada instalação é igual ao tempo de atendimento, o qual corresponde a 40 minutos de espera para carregar 80% do veículo elétrico. As estações terão três tipos de capacidades, sendo compostas por um, dois e três conectores a fim de não deixar mais que um motorista espere para carregar o automóvel. No Apêndice B está ilustrado a quantidade dos conectores e no Apêndice C os custos de cada posto de recarga candidato.

Para a escolha dos melhores e mais viáveis pontos para instalar as estações de recarga utilizou-se o Modelo de Localização de Instalação. Logo, foram incluídos os valores para caracterizar a instância do modelo de otimização da equação 1.1 e das restrições 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5, assumindo $n = 20$, $m = 20$, $f_i =$ Custo Fixo Total, que se encontra no Apêndice C, $c_{ij} =$ Custo Variável Anual e $Z = 8$.

O Custo Variável de quando $i = j$ também, se encontra no Apêndice C. Para o cálculo do custo variável quando $i \neq j$ foi considerado o custo para locomover o veículo elétrico até o ponto determinado. Sabe-se que o custo para o automóvel elétrico percorrer 192 Km é a Tarifa R\$ encontrada na Equação 1.4, isto posto, é feita uma relação da distância entre os pontos a fim de descobrir o custo da mesma.

No Apêndice D é ilustrado todo o modelo matemático resolvido por meio do Solver *GNU Linear Programming Kit* (GLPK) (SOURCE FORCE, 2018). O resultado da solução ideal consiste que as instalações de menor custo serão a 3 (Garuva/SC), 7 (Imbituba/SC), 9 (Araranguá/SC), 12 (Glorinha/RS), 15 (Barra do Ribeiro/RS), 18 (Taim/RS), 19 (Santa Vitoria do Palmar/RS) e 20 (Chuí/UR). No Quadro 01, apresentado na próxima seção, é indicado as coordenadas da região dos pontos escolhidos que foram sugeridas para as localizações dos

postos de recarga dispostas a satisfazerem melhor os motoristas com comodidades mais próximas aos pontos.

Na Figura 05 é ilustrado em pontos vermelhos as estações de recarga escolhidas para serem instaladas no corredor elétrico do Mercosul.

Figura 05 – Localizações das estações de recarga no corredor elétrico do Mercosul.



Fonte: Autora.

4.5 RELACIONAMENTO COM OS CLIENTES

A principal relação que o negócio terá com os usuários dos veículos elétricos será promover um fácil acesso aos postos de recarga. Com isso, deve ser introduzido um aplicativo que contém as informações de um mapa com as localizações dos postos de recarga, suas disponibilidades, se haverá fila de espera ou não, a distância em que a próxima estação de recarga se encontra e o tempo que falta para chegar até ela.

Outro ponto importante, é noticiar as principais comodidades locais, como restaurantes, conveniências, hotéis e parques, os quais são indicados no Quadro 01 correspondentes a cada estação de recarga definida no estudo. Para a fidelização dos usuários e ter uma usabilidade maior do aplicativo, estes locais apresentados terão parcerias com o negócio, oferecendo desconto para as pessoas que estão carregando os veículos elétricos.

Quadro 01 - Principais Comodidades locais próximas às estações de recarga.

Estação de Recarga	Coordenadas	Comodidades
3- Garuva/SC	-26.09525, -48.86603	Banca Monte Crista e "Casa Amarela" - Pesque Pague
7- Imbituba/SC	-28.135069444, -48.692255555	Parada 275, Cervejaria Urutau e Motel Della Rosa
9- Araranguá/SC	-29.004458, -49.562099	Havan, Madero e Churrascaria Cabanhas
12- Glorinha/RS	-29.905, -50.75306	-
15- Barra do Ribeiro/RS	-30.431121, -51.474258	Restaurante das Cucas
18- Taim/RS	-32.493540, -52.580114	Praias próximas, Restaurante Mirim
19- Santa Vitória do Palmar/RS	-33.528840, -53.343460	Pórtico e Mini Mercado Karimar
20- Chuí/UR	-33.681192, -53.449183	Posto Atlântica

Fonte: Autora.

O programa deve apresentar também, o status do carregamento, para que os usuários consigam visualizar quanto falta para carregar totalmente o veículo elétrico. Diante disso, a principal relação do empreendimento é a que o aplicativo fornecerá para os motoristas proporcionando uma viagem mais planejada com maior conforto e precisão. Um ponto muito favorável é que o usuário vai obter essas informações apenas olhando para o telefone, então terá elas em qualquer lugar.

4.6 FLUXO DE RECEITA

O Fluxo de Receita da organização se dá pelo recebimento do valor para abastecer o veículo elétrico no tempo determinado. O pagamento será realizado somente pelo aplicativo para que tenha uma maior segurança e praticidade ao usuário, o qual será indicado baixar no celular quando é feito a compra do veículo elétrico.

A forma de pagamento será pelo cartão de crédito cadastrado no programa, que quando

cadastrado basta o motorista escolher o tempo que será usufruído por ele, que assim, será fornecido o custo e posteriormente, será creditado no cartão, liberando um código de acesso para introduzir na estação de recarga e realizar o carregamento.

4.7 RECURSOS-CHAVE

O foco do empreendimento é na implementação dos postos de recarga. Logo, a principal infraestrutura é a estrutura desenvolvida nos pontos definidos para receber as estações de recarga e os conectores a fim de atender a demanda do local. Outro ponto fundamental, foi na execução destes postos para receber a energia elétrica das concessionárias de energia, a qual passa por várias etapas até chegar no destino final, explicado melhor na seção 2.4.3.1.

4.8 ATIVIDADES-CHAVE

A atividade fundamental da organização para o bom funcionamento da recarga dos veículos elétricos é nas inspeções e manutenções periódicas realizadas para que evite erros e estragos das estações. Além disso, deve-se obter um bom fluxo de informação entre a organização e os dados informados no aplicativo, de modo que os motoristas saibam de todas as alterações e situação dos postos de recarga.

4.9 PARCERIAS-CHAVE

As parcerias-chave se dão pela relação da organização com as principais comodidades locais próximas as estações de recarga, que são apresentados no Quadro 01. O foco é dado às atividades que os parceiros conseguem realizar para melhorar a experiência do motorista ao carregar o veículo elétrico, como possibilitar um local para realizar as refeições com um preço adequado, para descanso e espera do carregamento.

4.10 ESTRUTURA DE CUSTO

Para a implementação dos postos de recarga é preciso construir nos pontos escolhidos. Os principais custos para a implementação das estações foram definidos na seção 4.4. Não foi assumido os custos da área comercializada, devido em algumas situações haver concessões e permissões públicas para a usabilidade do terreno.

5 CONCLUSÃO

Com o aumento dos veículos elétricos, uma fonte mais renovável deve ser explorada, e o Brasil tem que contar com uma infraestrutura eficiente para facilitar os carregamentos destes automóveis. Diante disso, novos Modelos de Negócio são essenciais para auxiliar no desenvolvimento deste mercado e principalmente, para indicar os melhores pontos que serão instalados os postos de recarga que irão carregá-los.

O modelo de negócio proposto por meio do *Business Model Canvas* focou em oferecer uma infraestrutura adequada para as estações de recarga, a fim de atender os segmentos de clientes estabelecidos, para que eles realizassem o carregamento dos veículos elétricos de forma rápida, confortável e prática. Após considerar diversos fatores e desenvolvido o Projeto de Rede da Cadeia de Suprimentos, definiu-se a localização das 8 estações de recarga que irão compor o corredor elétrico do Mercosul, como também, as capacidades em cada ponto.

Com o levantamento das características do veículo elétrico e do comportamento de sua recarga é concebível estabelecer um carregamento de forma clara nos postos de recarga escolhidos, sendo eles localizados no Município de Garuva/SC, Imbituba/SC, Araranguá/SC, Glorinha/RS, Barra do Ribeiro/RS, Taim/RS, Santa Vitoria do Palmar/RS e Chuí/UR. O negócio busca obter uma relação com os usuários dos veículos elétricos a fim de promover um fácil acesso as estações de recarga. Com isso, o aplicativo desenvolvido será base para estas conexões, como receber os pagamentos e divulgar todas as informações essenciais para efetivar o carregamento.

As principais atividades estão ligadas com as instalações das estações de recarga nos pontos definidos, considerando todos os custos envolvidos para sua instituição. Os parceiros têm o objetivo de criar relações para que ofereçam uma maior comodidade quando o motorista e seus acompanhantes estiverem carregando o automóvel. Alguns pontos devem ser levados em considerações nos estudos futuros, como o fato que no estado do Paraná não teve uma instalação de estação viável e também, enfatizar análises qualitativas, as quais podem interferir na escolha dos pontos para a instalação dos postos de recarga.

Conclui-se que os objetivos foram alcançados com a finalidade de possibilitar uma infraestrutura para o carregamento dos veículos elétricos em uma eletrovia brasileira e uma maior gestão de informação e facilidade de todo o processo. As principais dificuldades para a realização da pesquisa estão no acesso de dados deste mercado no Brasil, devido ser uma área não muito explorada, sendo assim, muitas informações foram baseadas em estimativas e referências de outros países com estes tópicos mais avançados.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **A tarifa de Energia Elétrica**. Brasília, 2016. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/tarifas>>. Acesso em 09 jun. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Distribuição de Energia Elétrica**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=77&idPerfil=2>>. Acesso em 08 jun. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Estações de Recarga de Veículos Elétricos**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/estacoes-de-recarga-de-veiculos-eletricos>>. Acesso em 12 maio. 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Modalidades tarifárias**. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em 14 dez . 2020.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anuário Estatístico Brasileiro: do petróleo, gás natural e biocombustíveis**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/arquivos/central-conteudos/anuario-estatistico/2020/anuario-2020.pdf>>. Acesso em 09 dez. 2020.
- ANFAVEA. **Estatísticas**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://anfavea.com.br/estatisticas>>. Acesso em 10 dez. 2020.
- ANJOS, M. F; GENDRON, B.; JOYCE-MONIZ, M. Increasing electric vehicle adoption through the optimal deployment of fast-charging stations for local and long-distance travel. **European Journal of Operational Research**, v. 285, n. 1, p. 263-278, ago., 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221720300928>>. Acesso em 08 dez. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. Mercado de veículos elétricos volta a crescer. **ABVE**, São Paulo, 31 jul. 2020. Disponível em: <<http://www.abve.org.br/mercado-de-carros-eletricos-volta-a-crescer-no-brasil-e-bate-recorde-no-semester/#:~:text=Em%202019%2C%20o%20Brasil%20registrou,presidente%20de%20Leves%20da%20ABVE>> . Acesso em 05 nov. 2020.
- BAND PARANÁ. Maior eletrovia do Brasil completa um ano de existência. **Band Cidade**, Curitiba, 06 maio. 2019. Disponível em: <<https://bandparana.com.br/video/band-cidade-2a-edicao-06-05-2019-maior-eletrovia-do-brasil-completa-um-ano-de-existencia/>>. Acesso em 21 out. 2020.
- CEE. **Tarifas e Taxas de energia**. Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.cee.com.br/a-cee/distribuicao-arquivos/FolderGrupoA_2020.pdf>. Acesso em 14 dez . 2020.

CELESC. **Tarifas e Taxas de energia**. Curitiba, 2020. Disponível em: <<https://www.celesc.com.br/tarifas-de-energia#tarifas-vigentes>>. Acesso em 14 dez . 2020.

CENTRO DE ESTUDOS DE ENERGIA DA FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Carros Elétricos**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/19179/Caderno%20Carros%20Eletricos-FGV-BOOK%20FINAL.pdf>>. Acesso em 06 maio. 2020.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 1. ed. São Paulo: Person, 2002. 480 p.

COPEL. **Taxas e Tarifas**. Curitiba, 2019. Disponível em: <<https://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Ftarifas%2Fpageopel2.nsf%2Fverdocatual%2F23BF37E67261209C03257488005939EB>>. Acesso em 14 dez . 2020.

CPFL SOLUÇÕES. **Mercado de energia elétrica: tudo o que você precisa saber**. Campinas, 2019. Disponível em: <<https://cpflsolucoes.com.br/blog/mercado-de-energia-eletrica-tudo-o-que-voce-precisa-saber/>>. Acesso em 08 jun. 2020.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **Dados de Tráfego Contagem Contínua**. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://servicos.dnit.gov.br/dadospnct/ContagemContinua>>. Acesso em 05 nov. 2020.

ECOTRICITY. **For Electric Vehicles**. Reino Unido, 2019. Disponível em: <<https://www.ecotricity.co.uk/for-the-road>>. Acesso em 04 jun. 2020.

FARIAS, E. da S. F.; BORENSTEIN, D. Modelando o projeto logístico de uma indústria multicommodity. **Gestão & Produção**, v. 24, n. 1, p. 148-160, fev., 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0104-530X2017000100148&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 08 jun. 2020.

GONÇALVES, R. N. L. **Estudo do impacto da introdução dos veículos elétricos nos preços de mercado e nos diagramas de carga**. 2012. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores)–Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.

KAMPMAN, B. et al. **Impact of electric vehicles: Economic analysis and business models**. Delft, 2011. Disponível em: <https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/transport/vehicles/docs/d4_en.pdf>. Acesso em 15 maio. 2020.

KHALIGH, A.; LI, Z. Battery, Ultracapacitor, Fuel Cell, and Hybrid Energy Storage Systems for Electric, Hybrid Electric, Fuel Cell, and Plug-in Hybrid Electric Vehicles: State of Art. **IEE Transactions on Vehicular Technology**, v. 59, n. 6, p. 2806-2814, abri., 2010. Disponível em:< <https://ieeexplore.ieee.org/document/5446335>>. Acesso em 04 jun. 2020.

KO, J. et al. Determining locations of charging stations for electric taxis using taxi operation data. **Transportation Planning and Technology**, v. 40, n. 4, p. 420-433, mar., 2017.

Disponível em:

<<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03081060.2017.1300243?journalCode=gtpt20>>. Acesso em 22 jun. 2020.

KOSTOPOULOS, E. D.; SPYROPOULOS, G. C.; KALDELLIS, J. K. Real-world study for the optimal charging of electric vehicles. **Energy Reports**, v. 06, p. 418-426, nov., 2020.

Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719310911>>.

Acesso em 03 jun. 2020.

LIMA, N. M. D. **Comparação de Estratégias de Carregamento de Veículos Elétricos**.

2012. 56 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores)–Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.

MISHRA, S. Por que um BMS é crucial para baterias EV. **ElectronicsB2B**, Índia, 27 mar.

2018. Disponível em: <<https://www.electronicb2b.com/industry-buzz/bms-crucial-ev-batteries/>>. Acesso em 03 jun. 2020.

MOREIRA, D. M. G. **Simulação de uma rede de distribuição com veículos elétricos e produção renovável**. 2013. 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores)–Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

NASCIMENTO, F. P. do; SOUZA, F. L. L. **Metodologia da Pesquisa Científica: Teoria e Prática**. 1. ed. Brasília: Thesaurus, 2015. 384 p.

NISSAN. **Nissan Leaf**. 2020. Disponível em:

<https://www.nissan.com.br/veiculos/modelos/leafv2.html?gclid=Cj0KCQjwwr32BRD4ARIsAAJNf_0e_uER3TbGxP8heCgtqOBaT-niK46elPzheIeRL5GuF8pVC7Jj2N0aAml7EALw_wcB&utm_expid=.T59ce-YcRTK5MmcFaYoGJA.1&utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>. Acesso em 28 maio. 2020

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation: Inovação em Modelos de Negócios**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011. 300 p.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013. 279 p.

REGHIN, M. Brasil tem potencial para vender 150 mil carros elétricos ao ano.

Época Negócios, São Paulo, 08 fev. 2018. Disponível em:

<<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/02/brasil-tem-potencial-para-vender-150-mil-carros-eletricos-ao-ano.html>>. Acesso em 15 abr. 2020.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de Suprimentos Projeto e Gestão**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010. 583 p.

SOURCE FORCE. GLPK for JAVA. Mountain View, 2018. Disponível em: <<http://glpk-java.sourceforge.net/>>. Acesso em 13 jan.2021.

TEIXEIRA, E. **As três metodologias**. 8. ed. Petrópolis: Vozes, 2005. 203 p.

VALENTE, J. A. L. **Proposal of action plan to support energy efficiency policies regarding the conservation of energy resources in Brazil**. 2016. 39 f. Monografia (Centro de troca de recursos do Pacífico)–Agência de Cooperação Internacional do Japão, Brasília, DF, 2016. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876412/Monografia+de+Capacita%C3%A7%C3%A3o+Jorge+Augusto+Lima+Valente+2016.pdf>>. Acesso em 28 maio. 2020.

WENIG, J.; SODENKAMP, M.; STAAKE, T. Battery versus infrastructure: Tradeoffs between battery capacity and charging infrastructure for plug-in hybrid electric vehicles. **Applied Energy**, v. 255, n. 113787, dez., 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261919314746>>. Acesso em 23 jun. 2020.

XU, M.; YANG, H.; WANG, S. Mitigate the range anxiety: Siting battery charging stations for electric vehicle drivers. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 114, p. 164-188, maio., 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X19313208>>. Acesso em 04 jun. 2020.

YANG, J.; DONG, J.; HU, L. A data-driven optimization-based approach for siting and sizing of electric taxi charging stations. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 77, p. 462-477, abr., 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X17300542>>. Acesso em 23 jun. 2020.

**APÊNDICE A – LOCAIS CANDIDATOS DAS INSTALAÇÕES E SEUS FATORES
DE ESCOLHA**

Instalações	BR	KM	Município	População (Hab)	Distância entre pontos	Fatores
1	376		São José dos Pinhais/PR	329.058	0	Ponto de saída/Centro Populacional
2		662	Tijucas do Sul/PR	14.526	53,7	Conhecimento Demanda
3	101	13	Garuva/SC	18.484	35,9	Conhecimento Demanda
4		103	Balneário Piçarras/SC	23.147	92,8	Conhecimento Demanda
5		154	Porto Belo/SC	21.388	65,8	Conhecimento Demanda
6			São José/SC	250.181	59,4	Centro Populacional
7		273	Imbituba/SC	45.286	66,1	Conhecimento Demanda
8		339	Tubarão/SC	104.937	67	Conhecimento Demanda
9			Araranguá/SC	68.228	69,4	Distância Média
10			Torres/RS	38.732	67,3	Distância Média
11			Osório/RS	44.190	84,3	Distância Média
12		290	49.54	Glorinha/RS	7.588	60
13			Gravataí/RS	229.712	66,3	Distância Média/Centro Populacional
14	116	292	Eldorado do Sul/RS	41.285	41,8	Conhecimento Demanda
15			Barra do Ribeiro/RS	13.316	45,8	Comodidade Passageiros
16			Camaquã/RS	66.034	62,1	Distância Média
17			Pelotas/RS	306.193	136	Centro Populacional
18	471		Taim/RS	1.500	101,7	Distância Média/Comodidade Passageiros
19			Santa Vitoria do Palmar/RS	29.676	144	Distância Média/Comodidade Passageiros
20		292	Chuí/UR	10.401	21,1	Ponto de chegada

**APÊNDICE B – DADOS DEMANDA MENSAL, DEMANDA DIÁRIA E
QUANTIDADE DE CONECTORES DE CADA INSTALAÇÃO**

Instalações	Município	Demanda Mensal	Demanda Diária	Quantidade Conectores
1	São José dos Pinhais/PR	501	17	3
2	Tijucas do Sul/PR	358	12	2
3	Garuva/SC	443	15	2
4	Balneário Piçarras/SC	548	18	3
5	Porto Belo/SC	605	20	3
6	São José/SC	605	20	3
7	Imbituba/SC	392	13	2
8	Tubarão/SC	407	14	2
9	Araranguá/SC	387	13	2
10	Torres/RS	387	13	2
11	Osório/RS	387	13	2
12	Glorinha/RS	400	13	2
13	Gravataí/RS	560	19	3
14	Eldorado do Sul/RS	345	11	2
15	Barra do Ribeiro/RS	345	11	2
16	Camaquã/RS	345	11	2
17	Pelotas/RS	483	16	3
18	Taim/RS	241	8	1
19	Santa Vitória do Palmar/RS	241	8	1
20	Chuí/UR	241	8	1

**APÊNDICE C – DADOS CUSTO DA ESTAÇÃO, CONECTORES, TOTAL
INSTALAÇÃO, MANUTENÇÃO, DEMANDA, FIXO TOTAL E VARIÁVEL DE
CADA ESTAÇÃO**

Instalações	Custo Estação	Custo Conectores	Custo Total Instalação	Custo Manutenção	Custo Demanda (R\$/KW)	Custo Fixo Total	Custo Variável
1	R\$ 238.200,00	R\$ 267.975,00	R\$ 506.175,00	R\$ 101.235,00	R\$ 28.398,00	R\$ 635.808,00	R\$ 218.195,74
2	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 155.854,10
3	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 193.189,57
4	R\$ 178.650,00	R\$ 267.975,00	R\$ 446.625,00	R\$ 89.325,00	R\$ 28.398,00	R\$ 564.348,00	R\$ 238.813,40
5	R\$ 178.650,00	R\$ 267.975,00	R\$ 446.625,00	R\$ 89.325,00	R\$ 28.398,00	R\$ 564.348,00	R\$ 263.826,10
6	R\$ 238.200,00	R\$ 267.975,00	R\$ 506.175,00	R\$ 101.235,00	R\$ 28.398,00	R\$ 635.808,00	R\$ 263.826,10
7	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 170.960,40
8	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 177.522,63
9	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 168.646,50
10	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 168.646,50
11	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 168.646,50
12	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 174.389,86
13	R\$ 238.200,00	R\$ 267.975,00	R\$ 506.175,00	R\$ 101.235,00	R\$ 28.398,00	R\$ 635.808,00	R\$ 244.145,80
14	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 150.328,78
15	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 150.328,78
16	R\$ 178.650,00	R\$ 178.650,00	R\$ 357.300,00	R\$ 71.460,00	R\$ 18.932,00	R\$ 447.692,00	R\$ 150.328,78
17	R\$ 238.200,00	R\$ 267.975,00	R\$ 506.175,00	R\$ 101.235,00	R\$ 28.398,00	R\$ 635.808,00	R\$ 210.460,29
18	R\$ 178.650,00	R\$ 89.325,00	R\$ 267.975,00	R\$ 53.595,00	R\$ 9.466,00	R\$ 331.036,00	R\$ 105.230,14
19	R\$ 178.650,00	R\$ 89.325,00	R\$ 267.975,00	R\$ 53.595,00	R\$ 9.466,00	R\$ 331.036,00	R\$ 105.230,14
20	R\$ 178.650,00	R\$ 89.325,00	R\$ 267.975,00	R\$ 53.595,00	R\$ 9.466,00	R\$ 331.036,00	R\$ 105.230,14

APÊNDICE D – MODELO MATEMÁTICO POR MEIO DO SOLVER GLPK

j	Fj
	1 635808,00
	2 447692,00
	3 447692,00
	4 564348,00
	5 564348,00
	6 635808,00
	7 447692,00
	8 447692,00
	9 447692,00
	10 447692,00
	11 447692,00
	12 447692,00
	13 635808,00
	14 447692,00
	15 447692,00
	16 447692,00
	17 635808,00
	18 331036,00
	19 331036,00
	20 331036,00

APÊNDICE D – MODELO MATEMÁTICO POR MEIO DO SOLVER GLPK

Cij	J																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	218195,74	218237,99	218266,24	218339,26	218391,04	218437,79	218489,80	218542,52	218597,14	218650,10	218716,43	218763,65	218815,82	218848,72	218884,76	218933,63	219040,65	219120,68	219233,99	219250,60
2	155896,35	155854,10	155882,35	155955,37	156007,15	156053,90	156105,91	156158,64	156213,25	156266,21	156332,55	156379,76	156431,93	156464,83	156500,87	156549,74	156656,76	156736,79	156850,11	156866,71
3	193260,08	193217,82	193189,57	193262,60	193314,38	193361,12	193413,14	193465,86	193520,47	193573,43	193639,77	193686,99	193739,16	193772,05	193808,09	193856,96	193963,98	194044,01	194157,33	194173,93
4	238956,93	238914,67	238886,42	238813,40	238865,17	238911,92	238963,93	239016,66	239071,27	239124,23	239190,57	239237,78	239289,96	239322,85	239358,89	239407,76	239514,78	239594,81	239708,13	239724,73
5	264021,42	263979,16	263950,91	263877,88	263826,11	263872,85	263924,86	263977,59	264032,20	264085,16	264151,50	264198,71	264250,89	264283,78	264319,82	264368,69	264475,71	264555,74	264669,06	264685,66
6	264068,16	264025,90	263997,65	263924,63	263872,85	263826,11	263878,12	263930,84	263985,46	264038,42	264104,75	264151,97	264204,14	264237,04	264273,08	264321,95	264428,97	264509,00	264622,31	264638,92
7	171254,47	171212,22	171183,97	171110,94	171059,16	171012,42	170960,40	171013,12	171067,74	171120,70	171187,03	171234,25	171286,42	171319,32	171355,36	171404,23	171511,25	171591,28	171704,59	171721,20
8	177869,43	177827,17	177798,92	177725,90	177674,12	177627,37	177575,36	177522,63	177577,25	177630,21	177696,54	177743,76	177795,93	177828,83	177864,87	177913,73	178020,76	178100,79	178214,10	178230,71
9	169047,91	169005,65	168977,40	168904,38	168852,60	168805,85	168753,84	168701,11	168646,50	168699,46	168765,80	168813,02	168865,19	168898,08	168934,12	168982,99	169090,01	169170,04	169283,36	169299,96
10	169100,87	169058,61	169030,36	168957,34	168905,56	168858,81	168806,80	168754,07	168699,46	168646,50	168712,84	168760,06	168812,23	168845,12	168881,16	168930,03	169037,05	169117,08	169230,40	169247,00
11	169167,21	169124,95	169096,70	169023,67	168971,90	168925,15	168873,14	168820,41	168765,80	168712,84	168646,50	168693,72	168745,89	168778,78	168814,83	168863,69	168970,71	169050,74	169164,06	169180,67
12	174957,78	174915,53	174887,27	174814,25	174762,47	174715,73	174663,71	174610,99	174556,37	174503,41	174437,08	174389,86	174442,03	174474,93	174510,97	174559,84	174666,86	174746,89	174860,20	174876,81
13	244765,90	244723,64	244695,39	244622,37	244570,59	244523,84	244471,83	244419,10	244364,49	244311,53	244245,19	244197,98	244145,80	244178,70	244214,74	244263,61	244370,63	244450,66	244563,98	244580,58
14	150981,77	150939,51	150911,26	150838,23	150786,45	150739,71	150687,69	150634,97	150580,36	150527,40	150461,06	150413,84	150361,67	150328,78	150364,82	150413,69	150520,71	150600,74	150714,05	150730,66
15	151017,81	150975,55	150947,30	150874,27	150822,49	150775,75	150723,73	150671,01	150616,40	150563,44	150497,10	150449,88	150397,71	150364,82	150328,78	150377,64	150484,67	150564,70	150678,01	150694,62
16	151066,68	151024,42	150996,17	150923,14	150871,36	150824,62	150772,60	150719,88	150665,27	150612,31	150545,97	150498,75	150446,58	150413,69	150377,64	150328,78	150435,80	150515,83	150629,15	150645,75
17	211305,21	211262,95	211234,70	211161,67	211109,89	211063,15	211011,13	210958,41	210903,80	210850,84	210784,50	210737,28	210685,11	210652,22	210616,18	210567,31	210460,29	210540,32	210653,63	210670,24
18	106155,09	106112,84	106084,59	106011,56	105959,78	105913,04	105861,02	105808,30	105753,68	105700,72	105634,39	105587,17	105535,00	105502,10	105466,06	105417,20	105310,17	105230,14	105343,46	105360,07
19	106268,41	106226,15	106197,90	106124,88	106073,10	106026,35	105974,34	105921,61	105867,00	105814,04	105747,70	105700,49	105648,32	105615,42	105579,38	105530,51	105423,49	105343,46	105230,14	105246,75
20	106285,02	106242,76	106214,51	106141,48	106089,70	106042,96	105990,94	105938,22	105883,61	105830,65	105764,31	105717,09	105664,92	105632,03	105595,98	105547,12	105440,10	105360,07	105246,75	105230,14

APÊNDICE D – MODELO MATEMÁTICO POR MEIO DO SOLVER GLPK

		j																				
xij		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
i	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
		0	0	4	0	0	0	4	0	2	0	0	3	0	0	3	0	0	2	1	1	

APÊNDICE D – MODELO MATEMÁTICO POR MEIO DO SOLVER GLPK

	y	
j	1	0
	2	0
	3	1
	4	0
	5	0
	6	0
	7	1
	8	0
	9	1
	10	0
	11	0
	12	1
	13	0
	14	0
	15	1
	16	0
	17	0
	18	1
	19	1
	20	1

Custo Fixo	3231568
Custo Variável:	3584492,824
Função Objetivo	Min Custo variável + Custo Fixo
Min Z	6816060,824

ANEXO A - ESTAÇÃO DE CARREGAMENTO DE VEÍCULO ELÉTRICO



Fonte: Kostopoulos, Spyropoulos e Kaldellis (2020).

ANEXO B - AUTOMÓVEL NISSAN LEAF



Fonte: Nissan (2020).