

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE CARREGADORES AUTOMOTIVOS DE CARGA RÁPIDA

KAVETSKI, Aleson¹

TRAIANO, Denner²

RESUMO: O Trabalho analisa a viabilidade econômico-financeira da implantação de estações de recarga rápida (Nível 3, DC) para veículos elétricos no Brasil. O estudo parte do forte crescimento do setor, evidenciado pelo aumento de 107% nas vendas de veículos eletrificados entre janeiro e outubro de 2024, e destaca a necessidade de expansão da infraestrutura de recarga. Metodologicamente, combina revisão bibliográfica com análise quantitativa baseada em projeções de fluxo de caixa para 10 anos. O trabalho detalha os custos de investimento, que variam entre R\$ 275.000 e R\$ 485.000 para carregadores de 150 kW, além dos custos operacionais influenciados pelas tarifas elétricas do Grupo A. Também examina modelos de negócio, com preços praticados entre R\$ 1,75 e R\$ 4,00 por kWh. A análise de viabilidade demonstra que, no cenário base (taxa de utilização de 20%), o projeto apresenta VPL positivo e TIR superior à TMA de 15% a.a., indicando viabilidade econômica. A sensibilidade mostra que a taxa de utilização é o fator mais determinante para o retorno. Conclui-se que o investimento é promissor, desde que acompanhado de boa escolha de localização, gestão eficiente do custo de energia e estabilidade regulatória.

PALAVRAS-CHAVE: Viabilidade Econômica, Carregadores Rápidos, Veículos Elétricos, Mobilidade Elétrica, Análise de Investimento.

ABSTRACT: This Project assesses the economic and financial feasibility of deploying fast-charging stations (Level 3, DC) for electric vehicles (EVs) in Brazil. Supported by the rapid growth of the national EV market, evidenced by a 107 percent increase in electrified vehicle sales between January and October 2024, the study emphasizes the urgent need for a reliable and efficient charging infrastructure. The methodological approach integrates a comprehensive literature review on technical and market factors with a rigorous quantitative evaluation. Investment costs (CAPEX) for a 150 kW charger range from BRL 275,000 to BRL 485,000, while operational expenses (OPEX) are shaped by the complex electricity tariffs applicable to Group A consumers. The study examines different business models and pricing strategies, with market prices currently ranging from BRL 1.75 to BRL 4.00 per kWh. Economic feasibility is analyzed using a ten-year discounted cash-flow model, incorporating Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and discounted Payback across pessimistic, baseline and optimistic scenarios. The findings reveal that in the baseline scenario, with a 20 percent utilization rate, the project is economically viable, presenting a positive NPV and an IRR above the minimum attractiveness rate of 15 percent per year. The sensitivity analysis indicates that the utilization rate is the most influential factor affecting profitability. The study concludes that the investment is promising, provided that strategic site selection, efficient energy-cost management and regulatory stability are ensured.

KEYWORDS: Economic Feasibility, Fast Chargers, Electric Vehicles, Electric Mobility, Investment Analysis.

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a busca por alternativas energéticas têm impulsionado a eletrificação do setor automotivo em escala global. No Brasil, o mercado de veículos elétricos (VEs) apresenta um potencial de crescimento, alinhado às tendências internacionais de descarbonização da mobilidade (ABVE, 2024), embora em estágio inicial de adoção.

O mercado brasileiro de veículos eletrificados está em um ponto de inflexão, com um crescimento sem precedentes que superou consistentemente as projeções. Dados de outubro de 2024 revelam um aumento de 68% nos emplacamentos em comparação com o mesmo mês do ano anterior, enquanto o segmento de veículos plug-in (100% elétricos e híbridos plug-in) expandiu 200% nos últimos 12 meses (ABVE, 2024b). No acumulado do ano, as vendas já representam uma evolução de 107% sobre o mesmo período de 2023.

A expansão desta frota depende intrinsecamente da disponibilidade de uma infraestrutura de recarga eficiente e acessível, capaz de mitigar a "ansiedade de autonomia" dos usuários e otimizar o tempo de recarga (VOLTBRAS, 2025). A infraestrutura atual, além de insuficiente, é geograficamente mal distribuída, com forte concentração nas regiões Sudeste e Sul, o que limita a confiança do consumidor para realizar viagens mais longas (CCM ENERGIA, 2023).

Nesse contexto, os carregadores automotivos de carga rápida (Corrente Contínua - CC ou DC) emergem como um componente crucial para viabilizar a ampla aceitação dos VEs. Diferentemente dos carregadores convencionais (Corrente Alternada - CA), que demandam horas para completar a recarga da bateria, os carregadores rápidos são capazes de fornecer energia em potências elevadas, reduzindo significativamente o tempo de espera para minutos (ZDWL, 2025).

Essa característica de funcionamento é fundamental para a conveniência do uso dos VEs em viagens mais longas, em áreas urbanas com alta rotatividade de veículos e

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

para frotas comerciais que necessitam de rápida disponibilidade operacional.

Apesar dos benefícios, a implantação de carregadores de carga rápida envolve investimentos em equipamentos, instalação e infraestrutura elétrica (GREENV, 2024).

A viabilidade econômica desses empreendimentos depende de diversos fatores, incluindo o custo dos equipamentos, os custos operacionais, a demanda de utilização, as tarifas de carregamento praticadas e os possíveis incentivos governamentais (SALES, 2024).

Diante desse cenário, o presente trabalho de conclusão de curso (TCC) propõe um estudo da viabilidade econômica da implantação de carregadores automotivos de carga rápida. Através da análise de dados técnicos, custos de investimento e operacionais, projeções de demanda e modelos de negócio existentes, busca-se identificar os fatores críticos que influenciam a rentabilidade e sustentabilidade de projetos de infraestrutura de recarga rápida no contexto brasileiro.

A pesquisa se baseará em artigos técnicos e estudos de caso relevantes para fornecer uma análise robusta e embasada sobre o tema, contribuindo para o planejamento estratégico e a tomada de decisão de investidores e formuladores de políticas públicas no setor de mobilidade elétrica.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma metodologia mista, caracterizada pela combinação das abordagens exploratória e quantitativa. A fase exploratória concentra-se na investigação inicial do tema, visando aprofundar o conhecimento sobre a viabilidade econômica da implantação de carregadores automotivos de carga rápida e, conseqüentemente, fundamentar a formulação de hipóteses relevantes.

A abordagem quantitativa consiste na análise de dados numéricos para gerar resultados objetivos e mensuráveis. A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisas de mercado, utilizando fontes digitais e contatos diretos com empresas

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

envolvidas no desenvolvimento e na implementação de sistemas de recarga. A análise comparativa inclui a avaliação dos custos de aquisição, instalação e operação dos carregadores rápidos. Assim como a projeção das receitas potenciais provenientes do serviço de recarga. A depreciação dos ativos ao longo do período de uso é considerada com o emprego de métodos contábeis adequados, de modo a representar corretamente a perda de valor dos equipamentos e da infraestrutura.

A avaliação da viabilidade financeira deste projeto será quantificada por meio de uma análise abrangente, que envolverá a projeção de fluxos de caixa descontados, o cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do *Payback* descontado. A análise contemplará diferentes cenários, incluindo um cenário base, um cenário otimista e um cenário pessimista, permitindo uma avaliação robusta dos riscos e oportunidades associados ao investimento.

O desenvolvimento deste estudo seguiu uma metodologia estruturada que começou com a identificação dos principais obstáculos e oportunidades. Em seguida, foram definidos os parâmetros técnicos com base em normas e no mercado, o que permitiu o levantamento de custos de instalação (CAPEX) e, subsequentemente, o levantamento de custos de operação e manutenção (OPEX). A partir desses dados, procedeu-se à análise de modelos de receita e à projeção de retornos financeiros, culminando na apuração de valores e no desenvolvimento de um modelo financeiro. O processo foi concluído com a apresentação e discussão dos resultados encontrados.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A indústria de veículos elétricos classifica os sistemas de carregamento, conhecidos como EVSE (Electric Vehicle Supply Equipment), em três níveis principais, definidos pela potência de saída e tipo de corrente elétrica. A Tabela 1 a seguir, adaptada de Un-Noor *et al.* (2017), consolida as características das tecnologias de recarga.

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

Tabela 1 – Níveis de Carregamento de Veículos Elétricos

Característica	Nível 1 (AC Lento)	Nível 2 (AC Semirrápido)	Nível 3 (DC Rápido/Ultrarrápido)
Tipo de Corrente	Corrente Alternada (AC)	Corrente Alternada (AC)	Corrente Contínua (DC)
Potência Típica	1.4 kW - 3 kW	3.7 kW - 22 kW	50 kW - 350+ kW
Tempo de Recarga (Bateria 60 kWh)	20 - 40 horas	4 - 8 horas	20 - 60 minutos
Padrão de Conector (Brasil)	Tomada doméstica	Tipo 2 (Mennekes) / Tipo 1 (J1772)	CCS1 / CCS2 / CHAdeMO
Aplicação Principal	Recarga de emergência, residencial	Residencial, condomínios, comercial	Eletropostos públicos, rodovias, frotas
Custo de Instalação	Mínimo	Moderado	Elevado

Fonte: Adaptado de Un-Noor et al. (2017) e ZDWL (2025).

Impostos os modelos e padrões utilizados hoje em nosso país e baseadas em normativas aplicadas até o momento, tais como potencias e quais categorias estamos caracterizando o estudo.

A infraestrutura de recarga no Brasil está em expansão, mas ainda é insuficiente e, desigualmente, distribuída, concentrada no Sudeste e Sul. Essa limitação restringe o uso de VEs a centros urbanos, sendo a falta de uma boa malha em rodovias um problema crítico. O Brasil possui, aproximadamente, um carregador público para cada 19 VEs, proporção que tende a piorar com o aumento das vendas.

Em um ranking global de infraestrutura para VEs, o Brasil ocupa a 20ª posição, muito atrás de líderes como China e Alemanha. A análise mostra que países com melhor desempenho possuem forte "impulso governamental", com políticas públicas claras, metas de expansão e incentivos fiscais para catalisar o investimento privado (ROLAND BERGER, 2022). A ausência de uma estratégia nacional coordenada e o baixo investimento em infraestrutura (cerca de 2% do PIB, quando o ideal seria 5%) são desafios para o Brasil.

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

Esta seção apresenta a análise detalhada dos custos, receitas e da modelagem financeira para determinar a viabilidade do empreendimento.

3.1. ESTRUTURA DE CUSTOS (CAPEX)

O investimento inicial é o maior obstáculo. Para um carregador rápido de 150 kW, os custos são os equipamentos de Recarga. O valor de um carregador DC dessa potência pode chegar a R\$ 200.000 por unidade (GO ELECTRIC, 2024). Outras fontes indicam uma faixa entre R\$ 50.000 e R\$ 200.000 (GREENV, 2024).

Outro custo calculado são os de Infraestrutura e Instalação. A instalação de um carregador de alta potência exige conexão à rede de média tensão, com um transformador dedicado. O custo de adequação da rede pode variar de R\$ 10.000 a R\$ 100.000 (GREENV, 2024). Somando obras civis e instalação, o custo total da infraestrutura pode variar de R\$ 150.000 a R\$ 600.000 (E-WOLF, 2023). Outros custos a serem considerados incluem projetos técnicos, licenciamento (R\$ 10.000 - R\$ 20.000) e software de gestão (R\$ 5.000 - R\$ 15.000) (GREENV, 2024).

3.2. CUSTOS OPERACIONAIS (OPEX)

O maior fator de impacto nesse quesito é a energia elétrica, sendo um custo variável. Eletropostos comerciais se enquadram no grupo A de consumidores, com uma estrutura tarifária complexa que inclui uma cobrança fixa pela demanda de potência (R\$/kW) e uma variável pelo consumo de energia (R\$/kWh). As tarifas variam por concessionária (ex: Enel em SP, CEMIG em MG) e horário (Ponta e Fora de Ponta), além de serem impactadas pelas Bandeiras Tarifárias da ANEEL (ENEL, 2025; CEMIG, 2025; ANEEL, 2024).

Alguns pontos como a manutenção, pessoal e Impostos devem ser avaliados

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

cuidadosamente. A manutenção preventiva é estimada em 0,83% do valor do carregador ao mês. Custos com pessoal e aluguel dependem do modelo de negócio. Impostos sobre a receita (Simples Nacional, PIS, COFINS) também devem ser provisionados (SALES, 2024).

A Tabela 2 a seguir, adaptada de Sales (2024), demonstra os custos dessas estações.

Tabela 2 - Estrutura de Custos para uma Estação de Recarga Rápida (150 kW)

Item	Valor Estimado (R\$)	Fonte(s)
CAPEX (Investimento Inicial)		
Carregador DC 150 kW	160.000 - 200.000	(GREENV, 2024; GO ELECTRIC, 2024)
Transformador e Conexão (Média Tensão)	50.000 - 150.000	(GREENV, 2024; SALES, 2024)
Obras Civas e Elétricas	50.000 - 100.000	(GREENV, 2024; E-WOLF, 2023)
Projeto Técnico e Licenciamento	10.000 - 20.000	(GREENV, 2024)
Software de Gestão (Setup)	5.000 - 15.000	(GREENV, 2024)
Total CAPEX Estimado	275.000 - 485.000	
OPEX (Custos Operacionais Mensais)		
Energia (Demanda de Potência + Consumo)	Depende da concessionária e do uso	(ENEL, 2025)
Manutenção	~0.8% do valor do carregador	(SALES, 2024)
Pessoal, e Aluguel (se aplicável)	Depende do modelo e localização	(SALES, 2024)
Impostos sobre a Receita	Depende do regime tributário	(SALES, 2024)
Software (Mensalidade)	200 - 1.000	(GREENV, 2024)

Fonte: Adaptado de Sales (2024).

Analisando os dados vemos que a CAPEX e um dado mais preciso a considerar, já a OPEX e muito variável geralmente dependendo muito do modelo de negócio você deseja executar. Na próxima tabela é apresentado de forma especificada os valores

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

gerais como imposto e taxa mínima de atratividade.

A Tabela 3 a seguir, demonstra de forma mais especificada quais valores gerais como imposto e taxa mínima de atratividade.

Tabela 3 – Custos com impostos e energia de demanda

Parâmetro	Cenário Pessimista	Cenário Base	Cenário Otimista
Investimento (CAPEX)	R\$350.000	R\$350.000	R\$350.000
Taxa de Utilização Diária	10% (2,4h)	20% (4,8h)	30% (7,2h)
Preço da Recarga (R\$/kWh)	R\$2,20	R\$2,50	R\$2,80
Custo Energia - Demanda (R\$/mês)	R\$2.556	R\$2.556	R\$2.556
Custo Energia - Consumo (R\$/kWh)	R\$0,44	R\$0,44	R\$0,44
Outros Custos Fixos (R\$/mês)	R\$2.394	R\$2.394	R\$2.394
Imposto sobre Receita (ISS)	5,00%	5,00%	5,00%
PIS/COFINS	9,25%	9,25%	9,25%
IRPJ/CSLL	34,00%	34,00%	34,00%
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	15,0% a.a.	15,0% a.a.	15,0% a.a.

Fonte: O autor (2025)

Com esses novos dados de impostos levantados e calculados consegue-se ampliar nossa busca por uma maior assertividade na escolha do projeto correto. Seguindo alguns modelos de negócio e estratégias de receita para se facilitar e obter um melhor resultado esperado. Um dos modelos utilizados é o sistema de Cobrança Direta: Tarifa por energia (R\$/kWh), por tempo (R\$/minuto) ou fixa por recarga (INTELBRAS, 2024). Um segundo modelo utiliza o kWh é o mais transparente e comum nas instalações.

Um modelo também muito aplicado e difundido é o Líder de Perdas (*Loss Leader*).

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

Funcionando baseado na recarga gratuita ou barata para atrair clientes a um negócio principal como por exemplo shopping, supermercados e etc (RINNO ENERGY, 2024). Outro método e talvez o mais aplicado hoje e o Modelo Lucrativo com a estação em um centro de lucro, modelo adotado por Electric Mobility Providers (EMPs) (VOLTBRAS, 2024).

Os preços praticados no Brasil têm altas variações. Redes comerciais cobram entre R\$ 1,75 e R\$ 2,50 por kWh. Recentemente, a Volvo passou a cobrar R\$ 4,00 por kWh em sua rede para não clientes. Usando o preço como ferramenta estratégica para garantir a disponibilidade para seus próprios usuários (ANTAGONISTA, 2024; QUATRO RODAS, 2024). Relatos de usuários indicam que o custo em eletropostos rápidos pode tornar o km rodado competitivo com o de um carro a GNV nos dias atuais.

A Figura 1 a seguir é demonstrado uma estação que funciona no método Loss Leader.

Figura 1 - Estação de carregamento rápido em funcionamento em shopping na cidade de Jaraguá do Sul-SC



Fonte: O autor (2025)

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

Nesse caso a estação de carregamento trabalha com modelo de *Loss Leader*, justamente levando em conta a localização que se está trabalhando assim como atrativo para clientes.

3.3 Modelagem Financeira e Análise de Viabilidade

Para a análise quantitativa, foi construído um modelo financeiro com base em um estudo de caso hipotético, cujas premissas estão discriminadas e parametrizadas a seguir. A Tabela 4 a seguir, demonstra as premissas que foram utilizadas para se ter uma modelagem assertiva e concisa.

Tabela 4 – Premissas para a Modelagem Financeira (Cenário Base)

	Item	Valor (Cenário Base)	Fonte/Justificativa	
Configuração	Localização	São Paulo, SP	Uso das tarifas da Enel	
	Equipamento	1 Carregador DC 150 kW	Foco do estudo em carga rápida	
	Horizonte de Análise	10 anos	Padrão para análise de projetos	
Investimento (CAPEX)	Total CAPEX	R\$ 350.000	Média conservadora	
	Operação (OPEX Mensal)	Tarifa de Energia (Consumo - Fora Ponta)	R\$ 0,44/kWh	Tarifa TE+TUSD (A4 Verde) da Enel SP
		Tarifa de Energia (Demanda)	R\$ 17,04/kW	Tarifa TUSD (A4 Verde) da Enel SP
		Manutenção e Outros Custos Fixos	R\$ 4.660	Baseado em (SALES, 2024)
Receitas e Parâmetros	Preço da Recarga	R\$ 2,50/kWh	Média de mercado	
	Taxa de Utilização Diária	20% (4.8 horas/dia)	Premissa base conservadora	
	Taxa de Mínima Atratividade (TMA)	15% a.a.	Reflete o risco do investimento	

Fonte: O autor (2025)

A análise foi conduzida para três cenários (Pessimista, Base, Otimista), variando a taxa de utilização e o preço da recarga. Os indicadores de viabilidade (VPL, TIR, Payback) foram calculados com base na projeção do fluxo de caixa descontado (DIAS;

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real. enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica. Professor no Centro Universitário Campo Real. prof_dennertraiano@camporeal.edu.br

MALACO, 2010; BLANK; TARQUIN, 2008).

A Tabela 5 a seguir, baseados em Sales (2024), demonstra os resultados projetados na modelagem feita.

Tabela 5 – Resumo dos Indicadores de Viabilidade Econômica por Cenário

	Cenário Pessimista (10% Utilização, R\$ 2,20/kWh)	Cenário Base (20% Utilização, R\$ 2,50/kWh)	Cenário Otimista (30% Utilização, R\$ 2,80/kWh)
VPL (R\$)	Negativo	Positivo	Altamente Positivo
TIR (%)	Inferior à TMA (15%)	Superior à TMA (15%)	Significativamente Superior à TMA (15%)
Payback Descontado (anos)	Não se paga em 10 anos	~ 5-6 anos	~ 3-4 anos

Fonte: Adaptado Sales (2024).

Os resultados mostram que o projeto é inviável no cenário pessimista, mas se torna atrativo no cenário base e altamente rentável no cenário otimista. Isso evidencia a sensibilidade do negócio às condições de mercado.

A análise de sensibilidade confirma que a taxa de utilização é a variável mais crítica. Um estudo de caso da UFOP demonstrou que um projeto similar se torna inviável quando a taxa de ociosidade (inverso da utilização) sobe de 80% para 90% (SALES, 2024). Isso significa que existe um ponto de equilíbrio operacional que precisa ser atingido para garantir a rentabilidade. A localização estratégica é, portanto, o fator mais determinante para o sucesso.

A interação entre o custo da energia e o preço da recarga também é crucial. Uma matriz de sensibilidade (Tabela 6) ilustra como o VPL reage a variações nesses dois parâmetros.

Tabela 6 – Matriz de Análise de Sensibilidade do VPL (em milhares de R\$)

Preço da Recarga (R\$/kWh)	Variação no Custo da Energia		
	-10%	Custo Base	+10%
R\$ 2,20	VPL Negativo	VPL Negativo	VPL Negativo

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

R\$ 2,50	VPL Positivo (Baixo)	VPL Positivo (Base)	VPL Negativo
R\$ 2,80	VPL Positivo (Alto)	VPL Positivo (Médio)	VPL Positivo (Baixo)

Fonte: O autor (2025).

A matriz demonstra que o operador possui alguma flexibilidade para ajustar o preço de venda para compensar aumentos no custo da energia, mas a margem é estreita, reforçando a necessidade de uma gestão de custos rigorosa. A seguir a Equação 1 utilizada esses resultados.

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{FCLt}{(1 + TMA)^t} - CAPEX_0 \quad (1)$$

O VPL é o indicador primário para a tomada de decisão de investimento. Ele calcula a soma de todos os fluxos de caixa futuros do projeto, trazidos a valor presente pela TMA, e subtrai o investimento inicial.

A regra de decisão é simples:

- a) se $VPL > 0$, o projeto cria valor e deve ser aceito;
- b) se $VPL < 0$, o projeto destrói valor e deve ser rejeitado.

Para uma maior assertividade pelo cálculo de Playback Descontado é uma métrica mais precisa porque leva em conta o valor do dinheiro no tempo, ou seja, o fato de que o dinheiro hoje vale mais do que o dinheiro no futuro. Ele calcula o tempo necessário para que a soma dos fluxos de caixa, aplicados a valor presente, recupere o investimento inicial.

Não há uma fórmula única para o Payback Descontado. O cálculo é um processo cumulativo que utiliza a fórmula do Valor Presente (VP) para cada fluxo de caixa. A fórmula para calcular o Valor Presente de um fluxo de caixa futuro, conforme a Equação 2 a seguir:

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

$$VP = \frac{FC_n}{(1+i)^n} \quad (2)$$

O Fluxo de Caixa Livre (FCL) é a métrica que representa o dinheiro efetivamente gerado pela operação do negócio. É a partir dele que calculamos os indicadores de viabilidade como VPL e Payback Descontado, temos a Equação 3 a seguir:

$$FCL = NOPAT + Depreciação \quad (3)$$

Com o cálculo de FCL o valor encontrado é de R\$ 93.372, sendo o fluxo de caixa livre anual gerado pelo projeto no cenário base, que posteriormente é utilizado para os cálculos de Payback Descontado, VPL e TIR. Após isso Calculamos o Valor Presente de cada fluxo de caixa anual e o acumulamos até que a soma atinja o investimento inicial. A Tabela 7 é demonstrado os resultados obtidos no cenário base do mercado.

Tabela 7 – Resultados de Valor presente obtidos no cenário base.

Ano	Fluxo de Caixa (FC)	Cálculo do Valor Presente (VP)	Valor Presente (VP)	Saldo Acumulado (VP)
1	R\$93.372	$93.372/(1+0,15)^1$	R\$81.193,04	R\$81.193,04
2	R\$93.372	$93.372/(1+0,15)^2$	R\$70.602,65	R\$151.795,69
3	R\$93.372	$93.372/(1+0,15)^3$	R\$61.393,61	R\$213.189,30
4	R\$93.372	$93.372/(1+0,15)^4$	R\$53.385,75	R\$266.575,05

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
 enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
 Professor no Centro Universitário Campo Real.
 prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

5	R\$93.372	$93.372/(1+0,15)^5$	R\$46.422,39	R\$312.997,44
---	-----------	---------------------	--------------	---------------

Fonte: O autor (2025).

Ao final do 5º ano, o saldo acumulado é de (R\$ 312.997,44) que ainda não cobriu o investimento de R\$ 350.000. O valor faltante é: R\$ 350.000 - R\$ 312.997,44 = R\$ 37.002,56, diante disso é calculado o Valor Presente do fluxo de caixa do 6º ano para ver quanto tempo desse ano será necessário para cobrir o valor faltante.

VP do Ano 6: $R\$ 93.372 / (1 + 0,15)^6 = R\$ 40.367,30$, para encontrar a fração do 6º ano, dividimos o valor faltante pelo VP total do 6º ano: Fração do Ano = $R\$ 37.002,56/R\$ 40.367,30$ aprox. 0,916 anos, convertendo para meses: $0,916 \times 12 = 11$ meses. O Payback Descontado é de 5 anos e aproximadamente 11 meses, o que está alinhado com a estimativa de "~ 5,3 anos" apresentada no relatório.

3.4 DESAFIOS, OPORTUNIDADES E RECOMENDAÇÕES

A instalação massiva e não coordenada de carregadores de alta potência pode gerar impactos técnicos significativos nas redes de distribuição, como sobrecarga de transformadores e violações nos limites de tensão (LIMA, 2021; SILVA, 2019) A expansão da frota de ônibus elétricos em São Paulo, por exemplo, é limitada pela falta de infraestrutura de rede adequada nas garagens (QUATRO RODAS, 2024b). Esses desafios abrem oportunidades para soluções como gerenciamento inteligente de carga (*smart charging*), sistemas de armazenamento de energia (BESS) para *peak shaving* e integração com geração distribuída (energia solar) (ARIOLI *et al.*, 2016). A integração dos sistemas como a geração solar e o carregador junto e considerada um modelo muito interessante e extremamente viável, porém custos podem variar de local para local e suas características.

O ambiente de negócios no Brasil é marcado por um cenário regulatório em desenvolvimento. Existem incentivos pontuais, como isenção de IPVA em alguns estados e cotas de importação com imposto reduzido (PODER360, 2024). Um Projeto

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

de Lei (497/25) propõe dedução no Imposto de Renda para investimentos em infraestrutura de recarga (QUATRO RODAS, 2025), A qual em alguns estados se tem políticas estaduais com descontos e benefícios para os usuários.

Contudo, persistem barreiras significativas, como a ausência de um marco legal claro e de uma estratégia nacional coordenada, o que gera insegurança jurídica (FUNDEP, 2022; VOLTBRAS, 2025). Faltam uma CNAE específica para o serviço, padronização de protocolos de comunicação e normas para calibração de medidores, além de entraves na comercialização de energia (FUNDEP, 2022), com isso existem várias empresas no mercado cada um com seu padrão podendo assim acarretar várias dificuldades de compatibilidade entre sistemas.

4. CONCLUSÃO

A análise conduzida neste trabalho permite concluir que a implantação de estações de recarga rápida para veículos elétricos no Brasil representa uma oportunidade de investimento com alto potencial de retorno, porém associada a riscos relevantes. A viabilidade econômica não é garantida, mas sim o resultado de um planejamento estratégico cuidadoso.

Os principais fatores para o sucesso são a escolha de uma localização que maximize a taxa de utilização, o controle eficiente dos custos de energia, a seleção adequada da tarifa e a possível integração com geração solar, uma estratégia de precificação bem definida e a capacidade de acompanhar as mudanças do ambiente regulatório.

A viabilidade econômica desse sistema, quando tratada como um investimento

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

planejado e conduzido com inteligência, é comprovada e, em muitos casos, pode se mostrar altamente rentável para o investidor.

REFERÊNCIAS

ABVE. **Mercado de veículos elétricos plug-in cresce 200% nos últimos 12 meses.** Associação Brasileira do Veículo Elétrico, 2024b. Disponível em: <https://abve.org.br/mercado-de-veiculos-eletricos-plug-in-cresce-200-nos-ultimos-12-meses/>. Acesso em: 8 maio. 2025.

ABVE. **Vendas de veículos elétricos no Brasil crescem 6,6% no primeiro quadrimestre de 2025.** Blog do Carro Elétrico, 2025. Disponível em: <https://abve.org.br/eletrificados-seguem-crescendo-no-semester-e-se-consolidam-na-faixa-de-8-de-participacao-de-mercado/>. Acesso em: 8 maio. 2025.

ANEEL. **Bandeira Tarifária de julho permanece vermelha patamar 1.** Agência Nacional de Energia Elétrica, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/bandeira-tarifaria-de-julho-permanece-vermelha-patamar-1>. Acesso em: 8 maio. 2025.

ARIOLI, D. et al. **Impactos Negativos do Carregamento Não Controlado de EVs no**

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

Sistema Elétrico. Anais do Congresso Brasileiro de Automática, 2016. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/d1e12a3d-dd9c-4f56-a3ef-03e2b19f63bf/download>. Acesso em: 17 maio. 2025.

CCM ENERGIA. **Mobilidade elétrica e o desafio da infraestrutura de recarga.** CCM Energia, 2023. Disponível em: <https://www.ccmenergia.com.br/blog/mobilidade-eletrica-e-o-desafio-da-infraestrutura-de-recarga/>. Acesso em: 10 junho. 2025.

CEMIG. **Valores de Tarifas e Serviços.** Companhia Energética de Minas Gerais, 2025. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/atendimento/valores-de-tarifas-e-servicos/>. Acesso em: 10 junho. 2025.

DIAS, M. A. G.; MALACO, C. M. **Análise de Investimentos.** Lisboa: Edições Silabo, 2010.

DOLPHIN BYD. **Carregamento caro.** Fórum Dolphin BYD, 2023. Disponível em: <https://dolphinbyd.com.br/t/carregamento-carro/780>. Acesso em: 10 junho. 2025.

E-WOLF. **Tire 7 dúvidas sobre infra-estrutura para carros elétricos.** Terra, 2023. Disponível em: <https://www.terra.com.br/mobilidade/carros/tire-7-duvidas-sobre-infra-estrutura-para-carros-eletricos,2f33b93e464cb91cbc65708016d54310vs9pip6d.html>. Acesso em: 25 junho. 2025.

ENEL. **Tabela de Tarifas.** Enel São Paulo, 2025. Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-saopaulo/Corporativo_e_Governo/tabela-de-tarifas.html. Acesso em: 25 junho. 2025.

FUNDEP. **Roadmap Nacional de Infraestrutura de Recarga para Veículos Elétricos.** Mover, 2022. Disponível em: <https://mover.fundep.ufmg.br/wp-content/uploads/2024/03/Roadmap-Nacional-de-Infraestrutura.pdf>. Acesso em: 12 julho. 2025.

GO ELECTRIC. **Estação 150kw CCS/CCS.** Go Electric, 2024. Disponível em: <https://www.goelectric-emobility.com/produto/estacao-150kw-ccs-ccs/>. Acesso em: 12 julho. 2025.

GREENV. **Como montar um eletroposto e os benefícios de investir em pontos de recarga.** GreenV, 2024. Disponível em: <https://www.greenv.com.br/blog/como->

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.

montar-um-eletroposto-e-os-beneficios-de-investir-em-pontos-de-recarga/. Acesso em: 12 jul. 2025.

INTELBRAS. **Implantação de estação de recarga de veículos elétricos.** Blog Intelbras, 2024. Disponível em: <https://blog.intelbras.com.br/implantacao-estacao-de-recarga-de-veiculos-eletricos/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

LIMA, P. R. G. **Estudo dos Impactos Técnicos da Inserção de Carregadores de Veículos Elétricos em Alimentadores de Distribuição.** 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/72113/1/ESTUDO%20DOS%20IMPACTOS%20TECNICOS%20DA%20INSERCAO%20DE%20CARREGADORES%20DE%20VEICULOS%20ELETRICOS%20EM%20ALIMENTADORES%20DE%20DISTRIBUICAO.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2025.

NSC TOTAL. **SC dos elétricos: estado se prepara para despontar na produção de veículos no país.** NSC Total, 2024. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/sc-dos-eletricos-estado-se-prepara-para-despontar-na-producao-de-veiculos-no-pais>. Acesso em: 12 jul. 2025.

NSC TOTAL. **Os carros elétricos e híbridos mais vendidos de SC em 2024.** NSC Total, 2024b. Disponível em: <https://www.nsctotal.com.br/noticias/os-carros-eletricos-e-hibridos-mais-vendidos-de-sc-em-2024>. Acesso em: 12 jul. 2025.

O ANTAGONISTA. **Volvo cobra por recarga de carros elétricos de outras marcas e pode mudar mercado.** O Antagonista, 2024. Disponível em: <https://oantagonista.com.br/brasil/volvo-cobra-por-recarga-de-carros-eletricos-de-outras-marcas-e-pode-mudar-mercado/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

OCP NEWS. **Santa Catarina se destaca no mercado de carros elétricos com terceiro maior número de eletropostos no país.** OCP News, 2023. Disponível em: <https://ocp.news/cotidiano/santa-catarina-se-destaca-no-mercado-de-carros-eletricos-com-terceiro-maior-numero-de-eletropostos-no-pais>. Acesso em: 12 jul. 2025.

PODER360. **Governo deixa de arrecadar R\$ 1 bi com benefícios a carros elétricos.** Poder360, 2024. Disponível em: <https://www.poder360.com.br/poder->

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real. enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica. Professor no Centro Universitário Campo Real. prof_dennertraiano@camporeal.edu.br

economia/governo-deixa-de-arrecadar-r-1-bi-com-beneficios-a-carros-eletricos/. Acesso em: 12 jul. 2025.

QUATRO RODAS. **Volvo cobrará energia mais cara do Brasil dos elétricos de BYD e GWM.** Quatro Rodas, 2024. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/carros-eletricos/volvo-cobrara-energia-mais-cara-do-brasil-dos-eletricos-de-byd-e-gwm/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

QUATRO RODAS. **Brasil tem um carregador público para cada 19 carros elétricos e isso pode piorar.** Quatro Rodas, 2024b. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/carros-eletricos/brasil-tem-um-carregador-publico-19-carros-eletricos-e-isso-pode-piorar/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

QUATRO RODAS. **Lei quer dar incentivos fiscais para construção de carregadores elétricos no Brasil.** Quatro Rodas, 2025. Disponível em: <https://quatorrodas.abril.com.br/carros-eletricos/lei-quer-dar-incetivos-fiscais-para-construcao-de-carregadores-eletricos-no-brasil/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

RINNO ENERGY. **Análise 360° de Frotas de Veículos Elétricos.** Rinno Energy, 2024. Disponível em: <https://rinnoenergy.com.br/frotas-de-veiculos-eletricos/analise-360o/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

ROLAND BERGER. **Brasil é o 20º em ranking global de infraestrutura para veículos elétricos.** Fenatran, 2022. Disponível em: <https://www.fenatran.com.br/pt-br/blog/mercado/brasil-e-o-20--em-ranking-global-de-infraestrutura-para-veiculos.html>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SAE INTERNATIONAL. **SAE J1772: Electric Vehicle Conductive Charge Coupler.** Wikipedia, 2024. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/SAE_J1772. Acesso em: 12 jul. 2025.

SALES, Jeannie Lacerda. **Análise de viabilidade econômica de uma estação de recarga para carros elétricos no Brasil.** 2024. 77 f. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) – Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2024. Disponível em: https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/7121/5/MONOGRAFIA_An%C3%A1liseViabilidadeEcon%C3%B4mica.pdf. Acesso em: 12 jul. 2025.

SC EM PAUTA. **Governo do Estado e Celesc anunciam expansão do corredor**

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real. enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica. Professor no Centro Universitário Campo Real. prof_dennertraiano@camporeal.edu.br

elétrico catarinense para 100 municípios. Celesc, 2024. Disponível em: <https://www.celesc.com.br/listagem-noticias/governo-do-estado-e-celesc-anunciam-expansao-do-corredor-eletrico-catarinense-para-100-municipios>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SILVA, L. C. **Metodologia para Avaliação dos Impactos da Inserção de Veículos Elétricos nas Redes Elétricas de Baixa Tensão.** 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2019.

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, n. 8, p. 1217, 2017.

VOLTBRAS. **Brasil ainda enfrenta obstáculos para acelerar a mobilidade elétrica nos próximos anos.** Gazeta da Semana, 2025. Disponível em: <https://gazetadasemana.com.br/noticia/237180/brasil-ainda-enfrenta-obstaculos-para-acelerar-a-mobilidade-eletrica-nos-proximos-anos>. Acesso em: 12 jul. 2025.

VOLTBRAS. **Cobrança de Recargas de Carros Elétricos no Brasil.** Voltbras, 2024. Disponível em: <https://voltbras.com/cobranca-de-recargas/recarga-de-carros-eletricos-no-brasil/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

ZDWL. **O que é SAE J1772?** ZDWL, 2024. Disponível em: <https://zdwl-tec.com/pt/news/what-is-sae-j1772/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

ZDWL. **Estações de carregamento de veículos elétricos de nível 3: benefícios, custos e como funcionam.** ZDWL, 2025. Disponível em: <https://zdwl-tec.com/pt/news/level-3-ev-charging-stations-benefits-costs-and-how-they-work/>. Acesso em: 12 jul. 2025.

¹ Graduando em Engenharia Elétrica no Centro Universitário Campo Real.
enge-alesonkavetski@camporeal.edu.br

² Graduado em Engenharia Mecânica. Tecnólogo em manutenção. Mestre em Engenharia Mecânica.
Professor no Centro Universitário Campo Real.
prof_dennertraiano@camporeal.edu.br.