

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

VICTOR ROCHA DA CUNHA

**INVESTIGANDO A VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA E AMBIENTAL
DA SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS A COMBUSTÃO POR VEÍCULOS
ELÉTRICOS OU HÍBRIDOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

**JOÃO PESSOA – PB
2020**

VICTOR ROCHA DA CUNHA

**INVESTIGANDO A VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA E AMBIENTAL
DA SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS A COMBUSTÃO POR VEÍCULOS
ELÉTRICOS OU HÍBRIDOS DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Engenharia de Produção
do Centro de Tecnologia da Universidade
Federal da Paraíba para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Darlan Azevedo Pereira

**JOÃO PESSOA – PB
2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluno: VICTOR ROCHA DA CUNHA

Matrícula: 11427783

Título do trabalho: INVESTIGANDO A VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA E AMBIENTAL DA SUBSTITUIÇÃO DE VEÍCULOS A COMBUSTÃO POR VEÍCULOS DE ELÉTRICOS OU HÍBRIDOS DE UMA IES

Trabalho de Conclusão do Curso defendido e aprovado em 31 de março de 2020 pela banca examinadora:

Orientador - Prof. Dr. Darlan Azevedo Pereira

Examinador interno - Profa. Me. Alessandra Berenguer de Moraes

Examinador interno - Prof. Dr. Jonas Alves de Paiva

RESUMO

A criação do primeiro automóvel movido a gasolina é atribuída aos cientistas Karl Benz e Gottlieb Daimler e consistia na adaptação de um motor em uma carroça com capacidade para até quatro pessoas, além dos sistemas de aceleração, frenagem e caixa de direção. No final do século XIX, Henry Ford revolucionou o mercado com o lançamento do Ford T com a produção em massa dos veículos, reduzindo os custos do processo produtivo, aumentando a capacidade de produção e reduzindo o valor do veículo, sendo considerado o responsável pela popularização do automóvel. Atualmente, estima-se que existem aproximadamente 47,1 milhões de veículos em circulação apenas no mercado nacional, o que apresenta impactos para o ambiente e a vida em sociedade, dentre eles, engarrafamentos, expansão das estradas e, principalmente, as emissões de gases de efeito estufa. No setor automotivo existem diversas tecnologias sendo desenvolvidas que emitem pouco ou nenhum gás de efeito estufa, como os veículos elétricos, veículos a célula de hidrogênio e os veículos de combustão de hidrogênio. Em meio ao surgimento de alternativas mais sustentáveis de veículos, o presente estudo buscou investigar a viabilidade econômico-financeira da substituição de veículos de passeio a combustão, pertencentes à frota atual da Universidade Federal da Paraíba, por veículos de passeio elétricos ou elétricos híbridos e quais são os possíveis ganhos ambientais com esta substituição. Utilizamos o método do Custo Anual Uniforme Equivalente junto a Análise de Cenários (esperado, otimista e pessimista), bem como a calculadora de emissão de CO₂. Posteriormente, esses resultados foram comparados visando a análise de viabilidade da substituição de um veículo a combustão por um veículo elétrico ou híbrido, e os possíveis ganhos com essa substituição. Observou-se que é viável, quanto à viabilidade econômico-financeira, a substituição do veículo a combustão pelo veículo elétrico, representando também um ganho ambiental, visto que a substituição acarretaria em uma redução de 97,81% na emissão de CO₂.

Palavras-chave: Engenharia Econômica. Substituição de frota. CAUE. Veículo elétrico. Emissão de CO₂.

ABSTRACT

The creation of the first ever gasoline-powered automobile is attributed to the scientists Karl Benz and Gottlieb Daimler, which consisted in the adaptation of an engine in a cart with a capacity for up to four people in addition to the acceleration, braking and steering systems. At the end of the 19th century, Henry Ford revolutionized the market with the launch of the Ford T with mass production of vehicles, reducing the costs of the production process, increasing the production capacity, reducing the value of the vehicle, being considered the responsible for popularizing the automobile. Currently, it is estimated that there are approximately 47,1 million vehicles in circulation just in the national market, which presents impacts in the environmental and social life, including traffic jams, road expansions and, mainly, the emission of the greenhouse effect gasses. In the automotive sector, several technologies are being developed that emit little to no greenhouse effect gasses, such as electric vehicles, hydrogen cell vehicles and the hydrogen combustion vehicles. In the midst of the emergence of more sustainable vehicles alternatives, the current study sought to investigate the financial and economic viability of replacing combustion passenger vehicles belonging to the current fleet of the Federal University of Paraíba, with hybrid or electric passenger vehicles and which are the possible environmental gains from this replacement. We utilized, the mathematical method of Equivalent Uniform Annual Cost together with the Scenario Analysis (expected, optimistic and pessimistic), as well as the CO₂ emission calculator. Subsequently, these results were compared in order to analyze the feasibility of replacing a combustion vehicle with an electric or hybrid vehicle, and the possible gains from this replacement. It was observed that, as far as economic-financial viability is feasible, replacing the combustion vehicle with the electric vehicle, also representing an environmental gain, since the replacement would result in a 97.81% reduction in CO₂ emissions.

Keywords: Economic Engineering. Fleet replacement. CAUE. Electric vehicle. CO₂ emission.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trenó	12
Figura 2 – Travois.....	13
Figura 3 – Comparativo do custo de manutenção entre um veículo elétrico e um veículo a combustão	18
Figura 4 – Vantagens econômicas do veículo elétrico iEV20.....	19
Figura 5 – Taxa Interna de Retorno.....	26
Figura 6 – Custo Anual Uniforme Equivalente	29
Figura 7 – Documentos dos veículos defensores selecionados para a pesquisa.....	36
Figura 8 – VDESAF1 do VDEF1 na substituição por veículo similar.....	37
Figura 9 – VDESAF2 do VDEF1 na substituição por veículo não similar	38
Figura 10 – VDESAF3 do VDEF1 na substituição por veículo não similar	38
Figura 11 – Estudo de Caso 1.....	39
Figura 12 – Emissão de CO ₂ do VDEF1 e VDESAF1 – EC1.....	45
Figura 13 – Emissão de CO ₂ do VDESAF2 – EC1.....	46
Figura 14 – VDESAF1 do VDEF2 na substituição por veículo similar	47
Figura 15 – Estudo de Caso 2.....	48
Figura 16 – Emissão de CO ₂ do VDEF e VDESAF1 – EC2.....	54
Figura 17 – Emissão de CO ₂ do VDESAF2 – EC2.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Evolução da idade média da frota circulante no Brasil	32
Quadro 2 – Construção dos cenários.....	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frota de veículos circulante e projetada no Brasil em milhões	15
Gráfico 2 – CO ₂ Atmosférico.....	16
Gráfico 3 – Custos de fabricação das baterias dos veículos elétricos em queda	20
Gráfico 4 – Evolução da frota por combustível	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Frota de veículos circulante e projetada no Brasil em unidades	14
Tabela 2 – Idade média da frota dos veículos de passeio do Campus I da UFPB.....	35
Tabela 3 – Possíveis trajetos para um EV da UFPB.....	38
Tabela 4 – CAUE do VDEF1 – Cenário Esperado – EC1.....	39
Tabela 5 – CAUE do VDEF1 – Cenário Otimista – EC1.....	40
Tabela 6 – CAUE do VDEF1 – Cenário Pessimista – EC1.....	40
Tabela 7 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Esperado – EC1	40
Tabela 8 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Otimista – EC1.....	41
Tabela 9 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Pessimista – EC1	41
Tabela 10 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Esperado – EC1	41
Tabela 11 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Otimista – EC1.....	42
Tabela 12 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Pessimista – EC1	42
Tabela 13 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Esperado – EC1	42
Tabela 14 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Otimista – EC1.....	43
Tabela 15 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Pessimista – EC1	43
Tabela 16 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF1, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 no Cenário Esperado – EC1.....	44
Tabela 17 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF1, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 no Cenário Otimista – EC1	44
Tabela 18 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF1, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 no Cenário Pessimista – EC1.....	45
Tabela 19 – CAUE do VDEF2 – Cenário Esperado – EC2.....	48
Tabela 20 – CAUE do VDEF2 – Cenário Otimista – EC2.....	48
Tabela 21 – CAUE do VDEF2 – Cenário Pessimista – EC2.....	49
Tabela 22 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Esperado – EC2	49
Tabela 23 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Otimista – EC2.....	50
Tabela 24 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Pessimista – EC2	50
Tabela 25 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Esperado – EC2	50
Tabela 26 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Otimista – EC2.....	51
Tabela 27 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Pessimista – EC2	51
Tabela 28 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Esperado – EC2	51
Tabela 29 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Otimista – EC2.....	52
Tabela 30 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Pessimista – EC2	52
Tabela 31 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF2 e VDESAF1, VDESAF2, VDESAF3 no Cenário Esperado – EC2.....	52
Tabela 32 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF2 e VDESAF1, VDESAF2, VDESAF3 no Cenário Otimista – EC2.....	53
Tabela 33 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF2 e VDESAF1, VDESAF2, VDESAF3 no Cenário Pessimista – EC2.....	54

LISTA DE SIGLAS

Abipeças	Associação Brasileira da Indústria de Autopeças
AE	Anuidade Equivalente
ALERT	<i>Alliance of Leading Environmental Researchers and Thinkers</i>
CAUE	Custo Anual Uniforme Equivalente
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
CTDR	Centro de Tecnologia de Desenvolvimento Regional
DIVITRANS/UFPB	Divisão de transportes da UFPB
EC1	Estudo de Caso 1
EVs	Veículos elétricos
FC	Fluxo de Caixa
FV	Valor futuro do fluxo de caixa
HEVs	Veículos elétricos híbridos
Idesam	Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia
IPAM	Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia
IEMA	Instituto de Energia e Meio Ambiente
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
N ₂ O	Óxido Nitroso
PHEVs	Veículos elétricos do tipo <i>plug-in</i>
Sindipeças	Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores
SP	São Paulo
T	Payback – Tempo de Retorno
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
UCS	<i>Union of Concerned Scientists</i>
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VDEF1	Veículo Defensor 1
VDEF2	Veículo Defensor 2
VI	Valor Inicial
VPL	Valor Presente Líquido
VRT	Valor de Revenda ao final do ano T

SUMÁRIO

1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	12
2	OBJETIVOS.....	22
2.1	OBJETIVO GERAL.....	22
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
3.1	ENGENHARIA ECONÔMICA NA AVALIAÇÃO DE PROJETOS.....	23
3.2	VIABILIDADE DE UM PROJETO.....	23
3.3	MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS.....	25
3.3.1	Valor Presente Líquido (VPL).....	25
3.3.2	Taxa Interna de Retorno (TIR).....	26
3.3.3	Payback (Tempo de Retorno) – T.....	27
3.3.4	Anuidade Equivalente (AE) e Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE).....	27
3.4	SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	29
3.5	VIDA ÚTIL E VIDA ECONÔMICA.....	30
3.6	TEMPO DE VIDA DO VEÍCULO.....	31
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	33
4.1	AMOSTRA DA PESQUISA.....	35
5	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	37
5.1	ESTUDO DE CASO 1 (EC1).....	37
5.1.1	Substituição por Veículo Similar.....	37
5.1.2	Substituição por Veículo Não Similar.....	37
5.1.2.1	Veículo Elétrico (EV).....	37
5.1.2.2	Veículo Híbrido Elétrico (HEV).....	38
5.1.3	CAUE das Análises dos Cenários – EC1.....	39
5.1.3.1	CAUE VDEF1 – EC1.....	39
5.1.3.2	CAUE VDESAF1 – EC1.....	40
5.1.3.3	CAUE VDESAF2 – EC1.....	41
5.1.3.4	CAUE VDESAF3 – EC1.....	42
5.1.3.5	Comparativo dos CAUEs do VDEF1, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 - EC1.....	43
5.1.4	Estimativa de emissão de CO₂ e Crédito de Carbono - EC1.....	45
5.2	ESTUDO DE CASO 2 (EC2).....	46
5.2.1	Substituição por Veículo Similar.....	47
5.2.2	Substituição por Veículo Não Similar.....	47
5.2.2.1	Veículo Elétrico (EV).....	47
5.2.2.2	Veículo Híbrido Elétrico (HEV).....	47
5.2.3	CAUE das análises dos cenários – EC2.....	48

5.2.3.1	CAUE VDEF2 – EC2.....	48
5.2.3.2	CAUE VDESAF1 – EC2.....	49
5.2.3.3	CAUE VDESAF2 – EC2.....	50
5.2.3.4	CAUE VDESAF3 – EC2.....	51
5.2.3.5	Comparativo dos CAUEs do VDEF2, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 – EC2....	52
5.2.4	Estimativa de emissão de CO₂ e Crédito de Carbono – EC2.....	54
6	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	56
6.1	ANÁLISE GERAL – EC1.....	56
6.1	ANÁLISE GERAL – EC2.....	56
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS.....	59

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Desde os tempos pré-históricos, o homem busca desenvolver tecnologias que facilitem todas as suas atividades cotidianas, de forma a atender as suas necessidades. Conforme afirma Faria (2014, p. 1 *apud* SILVA, 2017, p. 52), “[...] o homem sempre procurou criar instrumentos que atendessem as suas necessidades de sobrevivência, bem-estar e de conforto: habitação, adornos, recipientes, instrumentos e armas, bem como o transporte [...]”, classificados em aéreos, aquáticos e terrestres.

Ainda em concordância com Faria (2014 *apud* SILVA, 2017), os primeiros transportes terrestres que se tem registro são os trenós, construídos inicialmente com cascas de árvores e peles de animais, e os travois, dispositivos de arrastos que, basicamente, consistem no uso de duas varas cruzadas presas ao dorso do animal. Conforme ilustrados nas Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Trenó



Fonte: Portal Polygon¹ (2018, on-line).

¹ Disponível em: <https://www.polygon.com/2018/1/29/16945418/a-brief-history-of-sledding-history-of-fun-podcast>

Figura 2 – Travois

Fonte: Harmon (1934, on-line).

Posteriormente, com a criação da roda, estima-se que há cerca de 3.500 anos a.C. surgiram as primeiras carroças puxadas tanto por animais como por humanos. Esse dispositivo revolucionou os meios de transportes terrestres se mantendo como o principal ao longo dos milênios seguintes (NAVARRO, 2011).

Nos anos posteriores, diversos povos construíram variações de transportes terrestres baseados nas invenções apresentadas anteriormente, dentre as quais destacamos as bigas, carruagens e liteiras.

Com a expansão da Revolução Industrial, por volta do século XVIII, a utilização de máquinas a vapor se tornou cada vez mais comum na indústria. A partir dessas máquinas, o engenheiro francês Nicolas-Joseph Cugnot desenvolveu a primeira carruagem movida a vapor (GODINHO, 2011).

De acordo com a Revista Paineis (2016, p. 5), “[...] entende-se por automóvel todo o veículo que se move por meio de motor de propulsão, seja ele a vapor, elétrico ou por combustão interna [...]”. Desta forma, o veículo desenvolvido por Cugnot é considerado o primeiro automóvel já produzido.

Ressaltamos que, no decorrer da história, vários outros inventores propuseram veículos movidos a vapor e a combustão, evidenciaremos a seguir alguns destes.

A criação do primeiro automóvel movido a gasolina é atribuída aos cientistas Karl Benz e Gottlieb Daimler e consistia na adaptação de um motor em uma carroça com capacidade para até quatro pessoas, além dos sistemas de aceleração, frenagem e caixa de direção. Com o sucesso desta invenção, os cientistas passaram a revender os seus motores para novas empresas automotivas, contribuindo para um avanço significativo na área, devido, principalmente, à redução no tamanho dos veículos (automóveis movidos a vapor necessitavam de uma estrutura mais abrangente em virtude dos tanques de água) (PAINEL, 2016).

Outro inventor de grande relevância, não apenas na história do automóvel, mas também em toda a indústria, foi o engenheiro Henry Ford que, no final do século XIX, revolucionou o mercado com o lançamento do Ford T, uma vez que, enquanto os demais fabricantes produziam seus veículos de forma artesanal e destinados a um público seletivo, Ford desenvolveu um processo de produção em massa dos seus veículos, reduzindo os custos do processo produtivo, aumentando a capacidade de produção e, conseqüentemente, oferecendo o veículo por um valor inferior ao dos concorrentes. Atingindo, assim, novas camadas da sociedade econômica da época, sendo considerado o responsável pela popularização do automóvel (WOMACK *et al.*, 2004).

Quanto à popularização do automóvel, recentemente, em 2019, o Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (Sindipeças) e a Associação Brasileira da Indústria de Autopeças (Abipeças), em seu Relatório Balança Comercial do Setor de Autopeças do ano de 2019², apresentou-nos um cenário nacional em que até o ano de 2018 existiam cerca de 44,80 milhões de veículos (incluindo automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus) e 13,12 milhões de motocicletas.

O relatório ainda realiza uma projeção para os anos de 2019 e 2020 com as quantidades de 45,8 milhões e 47,1 milhões de veículos para os respectivos anos, conforme apresentado na Tabela 1 e Gráfico 1.

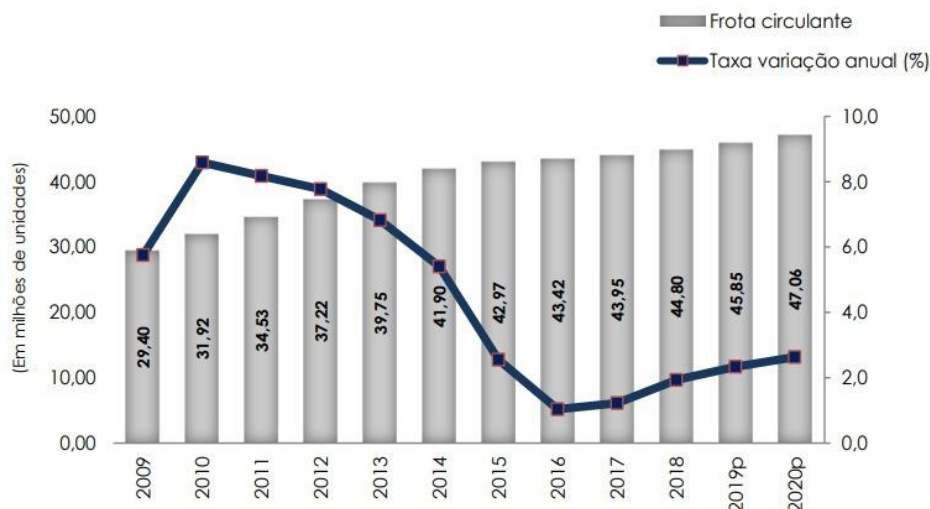
Tabela 1 – Frota de veículos circulante e projetada no Brasil em unidades

Segmento	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019p	2020p	Variação Anual (%)		
										18/17	19/18	20/19
Automóveis	30.898.766	32.992.248	34.712.948	35.621.014	35.996.611	36.430.823	37.098.282	37.933.988	38.911.558	1,8%	2,3%	2,6%
Comerciais Leves	4.199.866	4.522.584	4.853.583	4.996.122	5.072.404	5.173.023	5.333.843	5.520.661	5.727.520	3,1%	3,5%	3,7%
Caminhões	1.761.280	1.863.787	1.947.888	1.965.220	1.962.036	1.961.068	1.983.149	2.008.330	2.031.135	1,1%	1,3%	1,1%
Ônibus	357.090	376.329	389.445	391.867	389.331	386.231	386.417	386.313	387.196	0,0%	0,0%	0,2%
Total Autoveículos	37.217.002	39.754.948	41.903.864	42.974.223	43.420.382	43.951.145	44.801.691	45.849.292	47.057.409	1,9%	2,3%	2,6%
Motocicletas	12.318.092	12.904.611	13.350.842	13.593.202	13.529.204	13.286.420	13.121.015	13.047.862	13.007.290	-1,2%	-0,6%	-0,3%
Autoveículos + Motos	49.535.094	52.659.559	55.254.706	56.567.425	56.949.586	57.237.565	57.922.706	58.897.154	60.064.699	1,2%	1,7%	2,0%

Fonte: Sindipeças e Abipeças (2019).

² Disponível em:

https://www.sindipeças.org.br/sindinews/Economia/2019/RelatorioFrotaCirculante_Maio_2019.pdf

Gráfico 1 – Frota de veículos circulante e projetada no Brasil em milhões

Fonte: Sindipeças e Abipeças (2019).

Deparamo-nos, assim, com um cenário em que a quantidade de veículos automotivos no mercado nacional encontra-se em crescimento, e, em contrapartida, também com as suas implicações para o ambiente e a vida em sociedade.

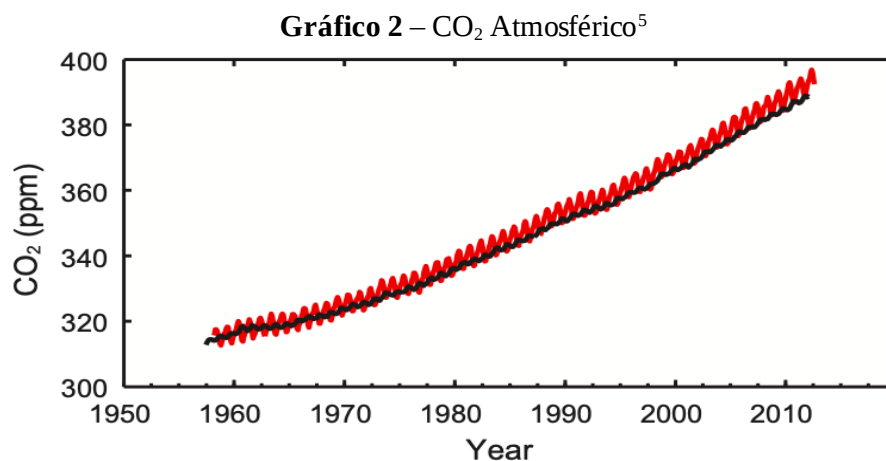
Nessa perspectiva, em matéria publicada no ano de 2017³, o portal *Alliance of Leading Environmental Researchers and Thinkers* (ALERT), que se configura como uma aliança entre os principais pesquisadores e pensadores ambientais, alerta-nos sobre esse crescimento e suas implicações. A matéria aponta que, em 2010, a terra alcançou a marca de um bilhão de veículos automotivos (carros, ônibus, motocicletas e etc.), sendo a grande maioria alimentada por combustíveis fósseis, além de prever que, em apenas vinte anos, essa quantidade será dobrada. Dentre as principais implicações apresentadas na publicação, destacam-se os engarrafamentos, a expansão das estradas e as emissões de gases.

Ainda no que concerne à emissão de gases, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), relatório publicado em 2013⁴ com a colaboração de mais de 30 pesquisadores de 14 nacionalidades diferentes nos adverte sobre o crescimento acelerado das emissões de gases de efeito estufa, alegando que de 1750 (período que antecede a industrialização) até 2011 as concentrações atmosféricas dos gases de efeito estufa, Dióxido de Carbono (CO₂), Metano

³ Disponível em: <http://alert-conservation.org/issues-research-highlights/2016/5/8/are-you-ready-for-a-planet-with-2-billion-cars-hg583>

⁴ Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

(CH₄) e Óxido Nitroso (N₂O) aumentaram em 40, 150 e 20%, respectivamente, conforme apresentado no Gráfico 2.



Fonte: IPCC (2013).

No âmbito nacional, em 2006, foi fundado o Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEMA), organização sem fins lucrativos cujo objetivo é desenvolver e disseminar conhecimento técnico-científico nas áreas de: energia e clima; qualidade do ar; redução de emissões de gases de efeito estufa e; mobilidade urbana.

Em 2017, em meio às diversas áreas de atuação, o instituto lançou um estudo inédito, em vigor até os dias atuais, em que os dados são atualizados e disponibilizados diariamente de forma on-line⁶ quanto a emissão de gases provenientes dos automóveis, motocicletas e ônibus existentes na cidade de São Paulo (SP). A partir destes dados é possível observar que os automóveis são os responsáveis por 72% da quantidade de material particulado emitido pelos transportes analisados no estudo, realidade que se estende a todo o território brasileiro (com maior ou menor intensidade).

Visando uma redução na emissão desses gases, alguns eventos e acordos foram firmados, a exemplo da ECO-92, sediada no Rio de Janeiro em 1992, onde foi criado o mercado de carbono. Por convenção, determinou-se que uma tonelada de CO₂ equivale a um crédito de carbono, que pode ser negociado como uma moeda no mercado internacional onde países com menor nível de emissão vendem esta moeda a países com maior nível de emissão.

Com o objetivo de desacelerar o rápido crescimento das emissões de gases que agravam o efeito estufa em todo o mundo, em 16 de Fevereiro de 2005, entrou em vigor o Protocolo de Quioto, tratado internacional cujos países signatários estabelecem o compromisso com a

⁵ Atmospheric CO₂.

⁶ Disponível em: <http://emissoes.energiaemambiente.org.br>

diminuição das suas emissões. Com a vigência do Protocolo de Quioto, os créditos de carbono passaram a ter maior valor econômico (IPAM, on-line).

Apesar do surgimento do crédito de carbono possuir mais de duas décadas, pouco tempo atrás existia uma baixa quantidade de operações de compra e venda destes créditos com valores considerados muito baixos. Devido à forte política ambiental imposta pela União Europeia aos seus membros, o valor do crédito de carbono cresceu de forma significativa. A exemplo do periódico *Financial Times*, que em 2019 publicou uma matéria⁷ destacando que o preço do crédito de carbono, naquele momento avaliado em €29,27, havia duplicado seu valor quando comparado com o mesmo período do ano anterior – janeiro/2018 a janeiro/2019. Além disso, o periódico também projetou um valor de mercado para os anos de 2019 e 2020, podendo chegar a €45,00 e €65,00, respectivamente.

Segundo Vonbum (2015), no setor automotivo existem atualmente diversas tecnologias sendo desenvolvidas que emitem pouco ou nenhum gás de efeito estufa, dentre as quais podemos citar os veículos elétricos, veículos a célula de hidrogênio e os veículos de combustão de hidrogênio.

Para Vonbum (2015), os veículos elétricos são classificados em três categorias, a saber:

- **Veículos elétricos (EVs):** possuem motores elétricos com a energia oriunda das baterias que são abastecidas por meio da rede elétrica;
- **Veículos elétricos híbridos (HEVs):** embora possuam motores elétricos, também utilizam motores a combustão, podendo servir apenas para o carregamento das baterias como serem responsáveis pela tração dos veículos;
- **Veículos elétricos do tipo plug-in (PHEVs):** diferenciam-se dos HEVs pela capacidade de serem conectados à rede elétrica para abastecimento das baterias, permitindo que para pequenos trajetos não seja necessário o acionamento do motor a combustão.

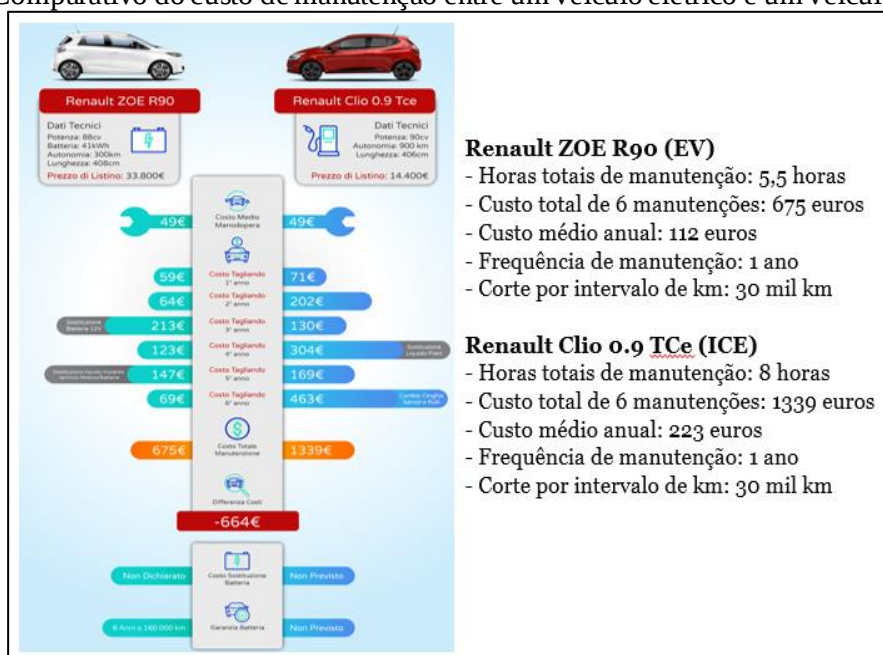
Vonbum (2015) destaca ainda que, do ponto de vista das eficiências energéticas, térmicas e da viabilidade econômica, os veículos elétricos apresentam superioridade frente as demais alternativas consideradas menos poluentes, porém, não implica que a substituição dos veículos movidos a combustão pelos elétricos seja simples, diante do seu alto custo de aquisição, alto custo de substituição das baterias e o tempo de recarga elevado.

⁷ Disponível em: <https://www.ft.com/content/d1d9fcf4-a7c0-11e9-984c-fac8325aaa04>

Em contrapartida, alguns estudos mostram dados que contrapõem tais dificuldades. Como exemplo, mencionamos uma pesquisa realizada pelo portal italiano SicurAUTO⁸, em que os custos de manutenção de 40 veículos, sendo dez veículos elétricos, dez híbridos e 20 veículos com motores a combustão, foram analisados. Esta pesquisa teve como objetivo realizar um comparativo entre os modelos elétricos e híbridos a modelos equivalentes movidos a combustão, tendo como parâmetro os seis primeiros anos de utilização dos veículos com dois tipos de custos: custos com peças para reposição e custos com a mão de obra (relação entre o tempo gasto na execução da manutenção e o custo médio da hora trabalhada pelo profissional que executa o serviço).

Dentre os comparativos apresentados pelo portal, destacamos os modelos ZOE R90 (veículo elétrico) e Clio 0.9 TCe (veículo a combustão), ambos da montadora Renault. Conforme pode ser observado na Figura 3, o custo de manutenção do modelo elétrico é, aproximadamente, 50% mais baixo do que o valor do modelo a combustão.

Figura 3 – Comparativo do custo de manutenção entre um veículo elétrico e um veículo a combustão



Fonte: Adaptado de SicurAUTO (2019, on-line).

Desta forma, embora o motor elétrico exija uma mão de obra mais qualificada, o fato de possuir um número inferior de peças móveis, não possuir caixa de câmbio, velas de ignição, correias ou necessitar de trocas de óleo, faz com que a manutenção aconteça de forma menos recorrente e mais rápida se comparada aos motores a combustão.

⁸ Disponível em: <https://www.sicurauto.it/news/auto-elettriche-ibride/renault-zoe-vs-renault-clio-quanto-costa-la-manutenzione/>

A nível brasileiro, não foram localizadas pesquisas nesta vertente com o comparativo dos custos de manutenção entre os veículos elétricos e a combustão. Entretanto, a montadora Jac Motors apresenta, em seu site, um comparativo⁹ entre o seu modelo de veículo elétrico iEV20 e um veículo convencional. Essa montadora destaca a discrepância tanto no custo de abastecimento como no de manutenção, conforme exposto na Figura 4.

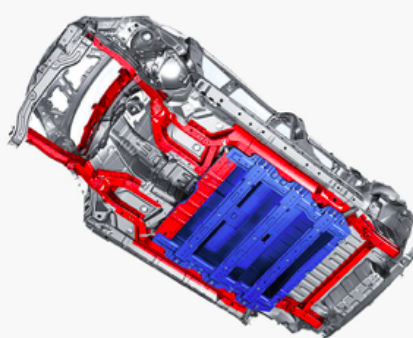
Figura 4 – Vantagens econômicas do veículo elétrico iEV20

VANTAGENS ECONÔMICAS

O custo do consumo de energia elétrica do JAC iEV20 é de apenas R\$ 5,00 a cada 100KM (10KWh para 100km). Equivale a um carro térmico realizar 90km com um litro de gasolina. Além disso, o JAC iEV20 não tem câmbio, radiador, filtro de ar, filtro de óleo, filtro de combustível, sistema de escapamento, correias, velas, catalisador etc. Por esse motivo o custo de manutenção do JAC iEV20 é até 6 vezes mais barato que o custo de manutenção de um carro térmico equivalente.

No Brasil, qualquer carro com motor flex ou a gasolina vai ter uma despesa de revisões até 60.000 km entre R\$ 3.000 e R\$ 5.000. No caso do JAC iEV20, a soma dessas despesas é de apenas 649,00 reais.

Outra grande vantagem da linha iEV é ter um par térmico, ou seja, a carroceria é a mesma para as duas linhas, garantindo compartilhamento de peças e um custo de reposição muito inferior ou de veículos elétricos de outras marcas.

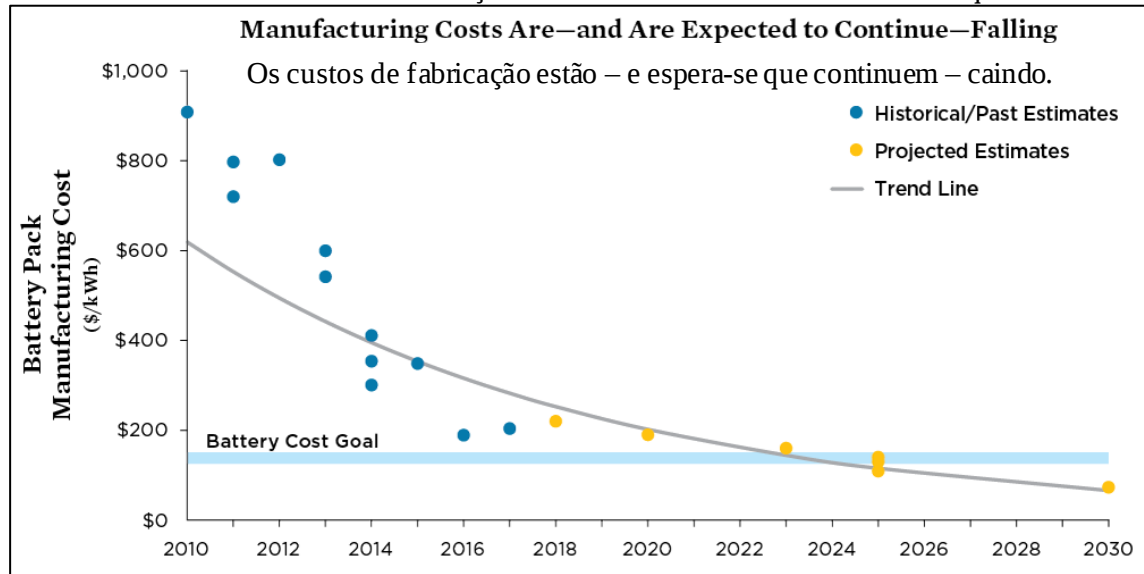


Fonte: Jac Motors (on-line).

Outro fator restritivo à popularização dos veículos elétricos está relacionado ao alto custo de substituição das baterias, porém, estudos recentes apontam para uma queda acelerada no custo das baterias nos últimos anos. A título de exemplo, destacamos o estudo¹⁰ realizado pela *Union of Concerned Scientists* (UCS), organização sem fins lucrativos de cientistas para proteção ambiental, que traz uma demonstração do comportamento do custo das baterias dos veículos elétricos com o passar dos anos, demonstrando que à medida que a produção dos veículos cresce no mundo, seus custos caem acentuadamente, como se pode verificar no Gráfico 3.

⁹ Disponível em: <https://www.jacmotors.com.br/veiculos/eletricos-detalhes/iev20>

¹⁰ Disponível em: <https://www.ucsusa.org/resources/ev-batteries>

Gráfico 3 – Custos de fabricação das baterias dos veículos elétricos em queda

Fonte: Union of Concerned Scientists (2018, on-line).

Portanto, embora as pesquisas apontem positivamente para a redução nos custos das baterias dos veículos elétricos, no cenário atual, o custo deste componente é considerado a principal barreira enfrentada para a comercialização dos veículos elétricos. Uma das alternativas encontradas pelas montadoras para amenizar esta barreira e atrair novos clientes para o mercado de veículos elétricos está na comercialização dos veículos sem a bateria, desta forma, o cliente adquire o veículo por um valor menor utilizando um serviço de mensalidade para locação da bateria.

Nessa perspectiva, em meio ao surgimento de alternativas mais sustentáveis de veículos, este estudo busca investigar as viabilidades econômico-financeira e ambiental da substituição de veículos de passeio a combustão, pertencentes à frota atual da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), por veículos de passeio elétricos ou elétricos híbridos. Esse trabalho parte do pressuposto de que a Divisão de Transportes da UFPB (DIVITRANS/UFPB), órgão responsável pela gestão de toda a frota, apenas monitora o uso e o estado da mesma, além do consumo de combustível, não havendo critérios e medidas que avaliem a utilização destes recursos financeiros, nem os impactos causados decorrentes das emissões dos gases de efeito estufa (GABEU, 2018).

Dessa forma, em meio às considerações iniciais apresentadas e à realidade emergente dos veículos elétricos, indagamos: **Quais os impactos esperados com a substituição do modelo de veículo a combustão adotado atualmente pela Universidade Federal da Paraíba por um veículo de passeio elétrico?**

Ressaltamos que a realização do presente estudo, além de incentivada pelo interesse pessoal no assunto, é instigada pela necessidade da busca por alternativas capazes de minimizar os impactos ambientais ocasionados pelos transportes terrestres no mundo, usando como amostra a UFPB que serve como referência para a comunidade na qual está inserida.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Quanto ao objetivo geral, este estudo busca investigar as viabilidades econômico-financeira e ambiental da substituição de veículos de passeio a combustão, pertencentes à frota atual da Universidade Federal da Paraíba, por veículos de passeio elétricos ou elétricos híbridos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Levantar os veículos de passeio a combustão que compõem a frota atual do *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba;
- b) Analisar a idade dos veículos de passeio a combustão que compõem a frota atual do *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba;
- c) Definir os critérios para a seleção dos veículos de passeio a combustão que irão compor a amostra da pesquisa;
- d) Definir os critérios para a seleção dos veículos de passeio elétricos e elétricos híbridos que irão compor a amostra da pesquisa;
- e) Analisar a viabilidade econômico-financeira da substituição dos modelos de veículos de passeio a combustão para os modelos de veículos de passeio elétricos e elétricos híbridos selecionados;
- f) Analisar os possíveis ganhos ambientais da substituição dos modelos de veículos de passeio a combustão para os modelos de veículos de passeio elétricos e elétricos híbridos selecionados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ENGENHARIA ECONÔMICA NA AVALIAÇÃO DE PROJETOS

Conforme Avila (2013), a Engenharia Econômica tem como objeto de estudo a decisão em meio às alternativas financeiras de investimento. Além disso, Ehrlich e Moraes (2013) acrescentam a contribuição para a tomada de decisão através da análise dos aspectos econômico-financeiros por meio da abordagem quantitativa.

Avila (2013) defende que a tomada de decisão se torna possível apenas quando, ao menos, duas alternativas são comparadas, alegando que “não havendo alternativas não haverá decisão a tomar” (AVILA, 2013, p. 91). Deste modo, podemos afirmar que a Engenharia Econômica tem papel fundamental para auxiliar os gestores em suas tomadas de decisões em meio aos aspectos econômico-financeiros.

Quanto à abordagem quantitativa desses aspectos econômico-financeiros para a tomada de decisão, Avila (2013) alega ainda que a Engenharia Econômica faz uso, tanto de técnicas provenientes da Matemática, mais especificamente da Matemática Financeira, que realiza o cálculo para a tomada de decisões financeiras por meio da relação *Tempo versus Dinheiro*, quanto da análise de viabilidade que abordaremos a seguir.

3.2 VIABILIDADE DE UM PROJETO

Em conformidade com Torres (2006), para que uma alternativa possa ser considerada viável, tanto a viabilidade técnica quanto a viabilidade econômica devem ser atendidas. A viabilidade técnica refere-se às condições favoráveis para a execução do projeto do ponto de vista técnico, isto é, a possível realização do projeto por meio dos procedimentos da Engenharia, bem como dos equipamentos disponíveis. Quanto à viabilidade econômica, é relacionada à remuneração adequada do capital investido, ou seja, quando os benefícios obtidos com a escolha de determinada alternativa devem ser superiores aos custos.

Para Avila (2013) a viabilidade consiste no quantificar as premissas, construir a projeção dos fluxos de caixa, que serão descritas a seguir, além de verificar se o projeto propicia um aumento de riqueza. Para o processo de quantificar as premissas, Avila (2013) elenca cinco fatores fundamentais para este processo, a saber:

- 1) **Orçamento de investimento:** considera os investimentos em capital fixo/imobilizado (relacionado à aquisição de máquinas, móveis, prédios, veículos,

ou seja, investimento em itens do ativo imobilizado) e em capital de giro (reserva de recursos que são utilizados para suprir as necessidades financeiras da empresa ao longo do tempo);

- 2) **Projeções operacionais:** consideram as estimativas da demanda do produto, preço de venda do produto e custos de produção a cada nível de demanda;
- 3) **Horizonte do prazo de investimento ou tempo de vida:** concerne no espaço de tempo que leva o ativo à obsolescência;
- 4) **Custo de capital** (taxa “i”): refere-se ao percentual de rentabilidade mínimo esperado pelos proprietários pelo capital aplicado;
- 5) **Fontes de recursos disponíveis:** basicamente existem apenas dois tipos de fontes, o capital próprio (que corresponde à utilização de recurso dos acionistas da empresa) e o capital de terceiros (que consiste na utilização de capital proveniente de financiamentos ou empréstimos).

No que concerne ao fluxo de caixa, podemos conceituá-lo como um conjunto de todas as entradas e saídas financeiras de uma empresa durante um determinado período, normalmente relacionado a um projeto. Desta forma, para que a análise da viabilidade econômica seja possível, faz-se necessário que a projeção dos fluxos de caixa de cada uma das alternativas seja analisada.

De acordo com Avila (2013), para a construção de um fluxo de caixa projetado devem ser levantadas as seguintes informações:

- Avaliação da variação da demanda do produto durante o horizonte de projeto;
- Preço da venda do produto;
- Custos de produção a cada nível de demanda;
- Alíquotas dos tributos incidentes sobre o lucro e o faturamento;
- Utilização do capital próprio ou de terceiros;
- Valor residual dos ativos imobilizados a serem alienados;
- Taxa de mínima atratividade ou de retorno do capital;
- Horizonte do projeto.

Ressaltamos que, ao longo da avaliação da viabilidade de um projeto, é necessário darmos atenção especial ao fator de risco, elemento essencial para atingirmos os resultados previstos.

De acordo com Lima *et al.* (2008), utilizar técnicas de simulação e gerenciamento de riscos possibilita que os gestores realizem um prognóstico e minimizem os riscos e as incertezas

existentes ao longo dos fluxos de caixa projetados. Dentre as técnicas probabilísticas mais utilizadas no estudo de viabilidade, temos a Análise de Cenários que, conforme Gitman (2003), consiste em selecionar variáveis que serão manipuladas simultaneamente a fim de analisar os impactos ao longo desses fluxos.

Segundo Weston e Brigham (2000, p. 582), a análise de cenários permite construir três tipos de cenários, sendo eles:

- **Esperado ou mais provável:** as variáveis selecionadas não apresentam variação significativa ao longo do tempo em relação ao previsto no fluxo de caixa;
- **Otimista:** as variáveis selecionadas apresentam variação de modo a afetar positivamente o fluxo de caixa, ou seja, sob o aspecto econômico, o projeto se torna mais viável;
- **Pessimista:** as variáveis selecionadas apresentam variação de modo a afetar negativamente o fluxo de caixa, ou seja, sob o aspecto econômico, o projeto se torna menos viável.

Para efeitos desta pesquisa, estudaremos os três cenários de todos os veículos, de forma a aproximar os fluxos de caixa projetados da realidade.

3.3 MÉTODOS MATEMÁTICOS PARA ANÁLISE DE INVESTIMENTOS

De acordo com Camargo (2007), o termo investimento é definido como o ato de decidir alocar determinada quantia de recursos em um ativo com a expectativa de aumento de riqueza através de ganhos futuros. Desta forma, os métodos matemáticos para análise de investimento são amplamente utilizados dentro das organizações com o objetivo de auxiliar na tomada de decisão a partir de aspectos econômicos. Dentre os métodos mais comuns estão: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), Payback – Tempo de Retorno (T) e a Anuidade Equivalente (AE) ou o Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE).

3.3.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O método de análise por meio do Valor Presente Líquido (VPL) apura em valores atuais se os ganhos financeiros previstos para o projeto ao longo de sua vida útil são capazes de compensar o investimento, gerando receita. Consiste na atualização de todo o fluxo de caixa de um investimento para o valor de hoje, utilizando uma taxa de desconto no cálculo conhecida como Taxa Mínima de Atratividade (TMA) (SAMANEZ, 2009).

A fórmula para o cálculo da VPL é dada por:

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1 + TMA)^j} - Investimento\ Inicial$$

Onde:

FC = Fluxo de Caixa;

TMA = Taxa Mínima de Atratividade;

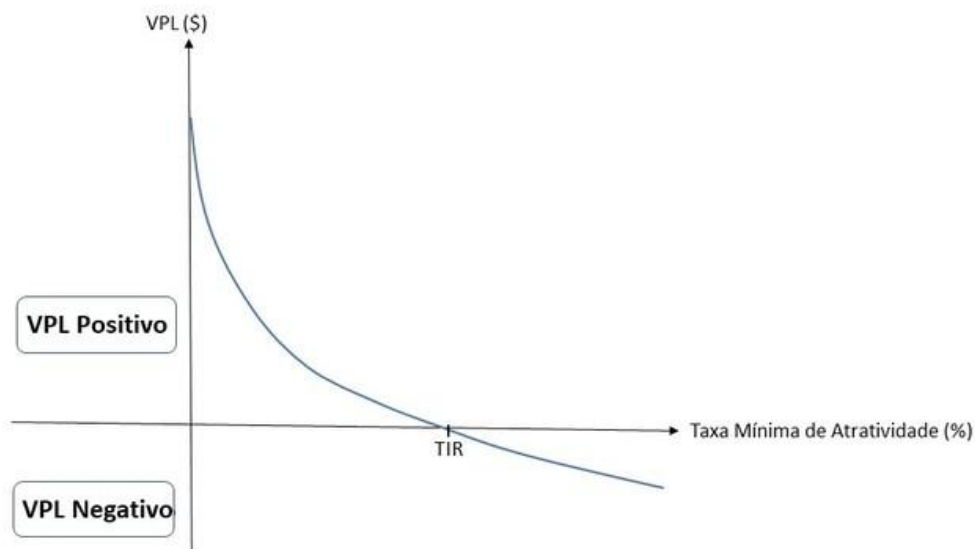
j = período de cada fluxo de caixa.

Desta forma, se o resultado do VPL for superior a zero, significa que o projeto deve continuar em análise, por outro lado, se o resultado for negativo (inferior a zero), o projeto deve ser descartado.

3.3.2 Taxa Interna De Retorno (TIR)

Para Samanez (2009), a Taxa Interna de Retorno (TIR) consiste em uma taxa hipotética que garante um VPL igual a zero, configurando-se como o ponto em que o projeto não apresenta nem lucro e nem prejuízo. Conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Taxa Interna de Retorno



Fonte: Samanez (2009).

Conforme Gitman (2003), a TIR e a TMA relacionam-se da seguinte forma:

- Se a TIR for maior que a TMA, o VPL é positivo e o investimento é bom;
- Se a TIR for menor que a TMA, o VPL é negativo e o investimento é ruim.

$$\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1 + TIR)^i} - \text{Investimento inicial} = 0$$

Onde:

FC = fluxos de caixa;

i = período de cada investimento;

N = período final do investimento.

3.3.3 *Payback* (Tempo de Retorno) – T

Este método consiste em determinar o tempo necessário para que o projeto apresente retorno positivo, de modo que o projeto só é considerado aceitável quando o tempo máximo obtido é igual ou inferior ao período de vida útil do projeto.

Para o cálculo do *Payback* Simples adotamos a seguinte fórmula:

$$T = I / E$$

Onde:

T = Tempo de retorno em anos;

I = Investimento;

E = Fluxo de caixa anual.

No caso do *Payback* Descontado utiliza-se os fluxos já trazidos ao valor presente, considerando assim a taxa de retorno esperada para o negócio. Este método é considerado mais efetivo em comparação ao *payback* simples visto que ele considera as taxas envolvidas e o custo de capital atrelado à operação.

3.3.4 Anuidade Equivalente (AE) e Custo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)

Embora o VPL seja uma ferramenta muito útil e comumente adotada na análise de alternativas de investimentos, é considerada um modelo de análise limitado para casos em que se observam alternativas com durações previstas diferentes. Para estes casos, utilizamos o critério da regra da cadeia, que consiste em igualar os horizontes econômicos, selecionar a alternativa de menor vida útil e substituir uma ou mais vezes, ao fim de sua vida útil, por outra idêntica, até que seu horizonte econômico seja igual ao da alternativa avaliada.

Segundo Sarmanez (2009), o método da Anuidade Equivalente (AE) surge como um modelo mais prático para análise de alternativas com diferentes vidas úteis e consiste em transformar o VPL em uma série uniforme equivalente ao longo da vida útil da alternativa.

A anuidade equivalente (AE) pode ser calculada através da seguinte expressão:

$$AE = \frac{VPL}{a_{n|k\%}}$$

Onde:

$$a_{n|k\%} = \text{fator de valor presente de séries uniformes} \left[\frac{(1+k)^n - 1}{(1+k)^n \times k} \right]$$

AE = anuidade equivalente;

K = custo do capital;

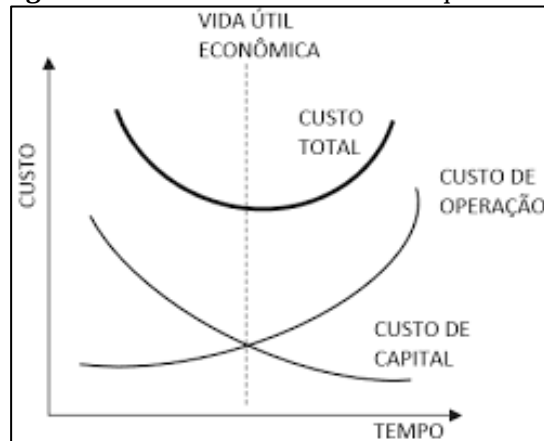
n = prazo da alternativa.

Em conformidade com Cruz *et al.* (2015, p. 7), o Custo Anual Equivalente (CAUE)

[...] é uma ferramenta de comparação entre projetos que possuem diferentes horizontes de tempo. No entanto, neste caso o cálculo é realizado com base nos custos do projeto e não em seu retorno, como acontece para o AE. A forma de cálculo do CAUE prevê apenas as saídas do fluxo de caixa.

Portanto, o CAUE é apenas uma variação da anuidade equivalente onde são considerados apenas custos, sem entradas no fluxo de caixa. Assim como no AE, faz-se necessário a obtenção dos custos totais (manutenção e operação) de cada ano do equipamento analisado, assim como os custos de capital.

Segundo Casarotto Filho e Kopittke (2000), ao ser aplicado para análise da substituição de equipamentos, o CAUE permite desenvolver uma curva de custos período a período, de forma que ao obter o CAUE mínimo terá alcançado o fim da vida útil econômica do equipamento, nos períodos seguintes os custos tendem a subir e a continuidade da operação deste equipamento se torna inviável financeiramente. Conforme apresentado na Figura 6.

Figura 6 – Custo Anual Uniforme Equivalente

Fonte: Adaptado de Casarotto Filho e Kopittke (2010).

Desse modo, este estudo optou por determinar a vida econômica do ativo em análise pelo CAUE, tendo em vista que o método pode ser aplicado utilizando-se apenas dados referentes aos custos do bem, podendo-se desprezar as informações sobre as receitas.

3.4 SUBSTITUIÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Para Souza e Clemente (1999), o conceito de “equipamentos” dentro de uma empresa é bastante amplo, podendo referir-se a qualquer ativo fixo como, por exemplo, veículos, móveis ou máquinas.

Ehrlich e Moraes (2013) apresentam um modelo de comparação cujo equipamento em uso é chamado de defensor, visto que necessita defender-se da obsolescência, enquanto o equipamento novo proposto para substituí-lo é chamado de desafiante. Dentro dos desafiantes encontramos dois tipos de equipamentos, conforme descritos a seguir:

- **Equipamento de reposição:** quando são comparados os custos de manutenção de operação do equipamento em uso com os custos de um equipamento idêntico novo;
- **Equipamentos de substituição:** quando os custos de um equipamento diferente são comparados aos do equipamento que está em uso.

De acordo com Souza e Clemente (1999), existem três tipos de substituição de equipamentos. São eles:

- **Baixa sem reposição:** quando a utilização de determinado equipamento é descontinuada;
- **Substituição por equipamento similar:** foca em determinar o ponto ótimo para a substituição do equipamento por outro idêntico;

- **Substituição por equipamento não similar:** quando pretende-se substituir por um equipamento com características distintas.

Quanto às principais razões para uma empresa optar pela substituição de um equipamento, Hummel e Taschner (1995) elencam as seguintes:

- Existência de alternativas melhores;
- Obsolescência física: equipamento gasto com alto custo de manutenção;
- Inadequação: baixa capacidade de produção ou o equipamento não é mais capaz de atender às mudanças nas exigências da produção;
- Obsolescência funcional: a demanda para o produto do equipamento decresceu;
- Probabilidade de arrendamento ou aluguel de outros meios de produção.

3.5 VIDA ÚTIL E VIDA ECONÔMICA

A vida útil de um equipamento, de acordo com Torres (2006), é definida como o período em que ele continua desempenhando sua função de forma satisfatória e é consequência de um conjunto de fatores, dentre os principais temos o projeto do equipamento, a operação adequada, a manutenção e o obsoleto.

Ainda em concordância com Torres (2006), podemos classificar os equipamentos em duas categorias: equipamentos de eficiência decrescente e vida útil previsível e equipamentos de eficiência constante e vida útil imprevisível.

Equipamentos de eficiência decrescente e vida útil previsível são mais comuns e englobam aqueles equipamentos que ao longo da sua utilização vão se desgastando e, conseqüentemente, apresentam um aumento nos custos de manutenção, ao passo em que seu valor de mercado diminui. Com o passar do tempo, ainda que o equipamento apresente o desempenho adequado, é mais viável, economicamente, parar de utilizá-lo, já que o mesmo atingiu o fim da sua vida econômica. Problemas desta categoria são denominados problemas de substituição.

Já os equipamentos de eficiência constante e vida útil imprevisível são aqueles que mantêm sua eficiência até que falham de forma repentina, de modo imprevisível e aleatório, problemas desta categoria são denominados problemas de reposição.

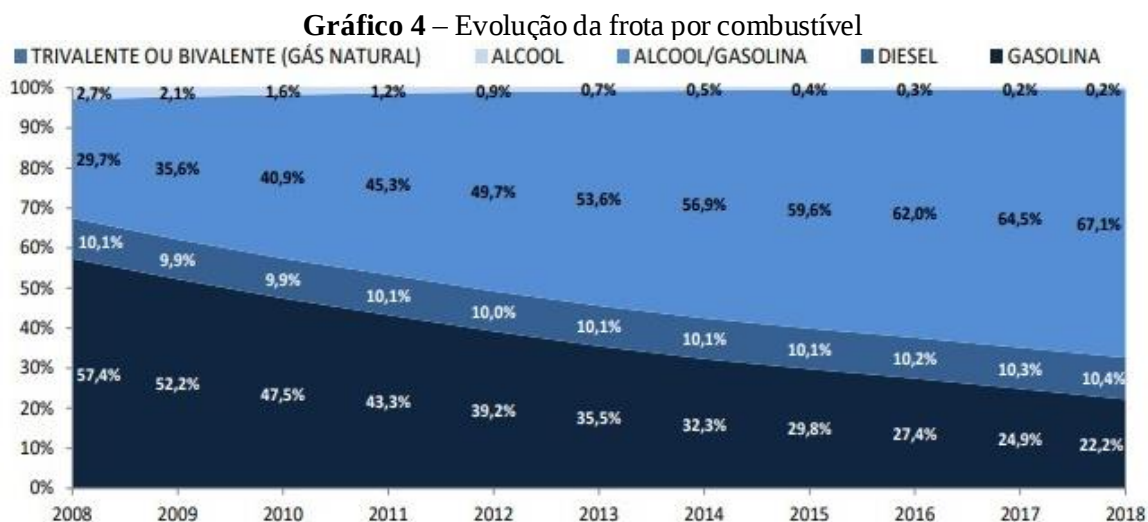
Para Casarotto Filho e Kopittke (2010), podemos utilizar o CAUE para determinar o fim da vida útil de um equipamento, de modo que o período que apresentar menos valor será o período do fim da vida útil do equipamento.

3.6 TEMPO DE VIDA DO VEÍCULO

O tempo de vida de um veículo, assim como de outros equipamentos, está diretamente relacionado a sua aplicabilidade, ou seja, às condições nas quais foi projetado e às condições de uso (distância percorrida, qualidade das vias de tráfego, regularidade e qualidade dos serviços de manutenção). Portanto, não há como determinar com precisão qual a durabilidade de um veículo.

Levando em consideração o ponto de vista da depreciação, a Receita Federal estima uma vida útil de 5 anos, quando o manter do veículo em operação é economicamente viável. Mas, com o uso adequado – ao qual foi projetado – e com a manutenção e substituição de equipamento de forma regular, estima-se uma durabilidade de 10 a 20 anos.

Seguindo em conformidade com o relatório, os veículos flex representam 67,1% da frota total, a gasolina 22,2%, a diesel 10%, enquanto os veículos elétricos e híbridos possuem representatividade insignificante de 0,025% (11.038 unidades), conforme o Gráfico 4.



Fonte: Sindipeças e Abipeças (2019).

Seguindo os dados disponíveis no relatório, observamos que a idade média da frota circulante é de, aproximadamente, 10 anos, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Evolução da idade média da frota circulante no Brasil

Segmento	2015	2016	2017	2018
Automóveis	8 anos e 11 meses	9 anos e 3 meses	9 anos e 6 meses	9 anos e 7 meses
Comerciais Leves	7 anos e 3 meses	7 anos e 6 meses	7 anos e 9 meses	7 anos e 11 meses
Caminhões	10 anos	10 anos e 6 meses	11 anos	11 anos e 4 meses
Ônibus	9 anos e 3 meses	9 anos e 8 meses	10 anos e 1 mês	10 anos e 4 meses
Total	8 anos e 9 meses	9 anos e 1 mês	9 anos e 4 meses	9 anos e 6 meses
Motocicletas	6 anos e 5 meses	6 anos e 11 meses	7 anos e 4 meses	7 anos 9 meses

Fonte: Sindipeças e Abipeças (2019).

Dos 44,8 milhões de veículos cotados para o ano de 2018, 28% apresentam idade média de até 5 anos, 55% entre 6 e 15 anos, e 17% acima de 16 anos. Para os anos de 2019 e 2020, o relatório projeta, aproximadamente, 20 milhões de veículos com idade superior a 11 anos, e 19,4 milhões entre 4 e 10 anos. Diante disso, consideramos um tempo de vida de 15 a 20 anos para o produto veículo.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para uma melhor compreensão dos procedimentos metodológicos adotados ao longo da pesquisa, optamos por dividi-los em etapas, as quais serão descritas a seguir.

- **Etapla 1 – Definição dos objetos de estudo**
 - Escolha da frota do *Campus I* da UFPB;
 - Escolha dos veículos a combustão que compõem a amostra da pesquisa;
 - Escolha dos veículos elétricos e híbridos que compõem a amostra da pesquisa.
- **Etapla 2 – Definição das ferramentas utilizadas na pesquisa**
 - Escolha do método matemático CAUE;
 - Aplicação da análise de cenários (esperado, otimista, pessimista) dentro do CAUE;
 - Comparativo entre os CAUEs;
 - Calculadora de emissão de CO₂ do Instituto de Conservação e Desenvolvimento Sustentável da Amazônia (Idesam)¹¹.
- **Etapla 3 – Definição dos critérios para coleta de dados**
 - Visita in loco e nos sites das montadoras para coleta de dados (quantidades de veículos por departamento, modelos dos veículos, quilometragem, idade, consumo, entre outros);
 - Custos de aquisição, manutenção e revenda dos veículos a combustão, elétricos e híbridos que compõem a amostra da pesquisa;
 - Adoção da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 14%, com base na perspectiva atual do mercado. Foram realizadas simulações com outras taxas e os resultados apresentaram similaridade com os observados com o percentual escolhido;
 - Adoção de um período de 16 anos para o fluxo de caixa, leva-se em conta a vida útil de duas baterias para os veículos elétricos;
 - Valor de revenda baseado na Tabela FIPE, em que, para veículos a combustão, adotamos uma queda de 10% no valor de mercado nos dois primeiros anos,

¹¹ Disponível em: <https://idesam.org/calculadora/>

7,5% do terceiro ao quinto ano e 5% nos demais anos. Já para os veículos elétricos e híbridos adotamos uma queda de 17,5% no valor de mercado nos dois primeiros anos, 10% do terceiro ao quinto ano e 7,5% nos demais anos;

- Para o cálculo dos custos com manutenção foram englobados apenas os custos referentes aos componentes responsáveis pela propulsão do veículo, considerando que os demais componentes possuem desgaste similar, tanto para os veículos a combustão como também para os modelos elétricos e híbridos. Foi realizado um levantamento do custo médio inicial de manutenção dos veículos com base nos sites das montadoras e definição de um percentual de acréscimo por período – 13% – em conformidade com Tusi *et al.* (2019);
- Definição da variável IPVA, calculada como sendo 2,5% do valor de revenda do veículo no período em questão, limitando-se aos dez primeiros anos;
- Para a análise de cenários adotamos os seguintes critérios:

QUADRO 2 – Construção dos cenários.

PREÇO DA GASOLINA	OTIMISTA	10% MAIS ALTO QUE PROJETADO
	REALISTA	VALOR PROJETADO
	PESSIMISTA	10% MAIS BAIXO QUE PROJETADO
IPVA	OTIMISTA	ISENTO
	REALISTA	VALOR PROJETADO
	PESSIMISTA¹²	VALOR PROJETADO
PREÇO DA ENERGIA ELÉTRICA	OTIMISTA	10% MAIS BAIXO QUE PROJETADO
	REALISTA	VALOR PROJETADO
	PESSIMISTA	10% MAIS ALTO QUE PROJETADO
INVESTIMENTO	OTIMISTA	10% MAIS BAIXO QUE PROJETADO
	REALISTA	VALOR PROJETADO
	PESSIMISTA	10% MAIS ALTO QUE PROJETADO
CUSTO DA MANUTENÇÃO	OTIMISTA	10% MAIS BAIXO QUE PROJETADO
	REALISTA	VALOR PROJETADO
	PESSIMISTA	10% MAIS ALTO QUE PROJETADO

Fonte: elaborado pelo próprio autor, 2020.

• Etapa 4 – Análise dos dados

- Divisão da pesquisa em dois estudos de caso;

¹² Para a variável IPVA não houve alteração no cenário pessimista em comparação ao realista por não acreditarmos existir a possibilidade de mudança desfavorável aos veículos elétricos e híbridos.

- Estudo de Caso 1 – Veículo Defensor 1 (maior quilometragem e baixo valor de mercado) confronta Veículos Desafiante 1, 2, 3 (1 – similar, 2 – elétrico e 3 – híbrido);
 - Estudo de Caso 2 – Veículo Defensor 2 (menor quilometragem e alto valor de mercado) confronta Veículos Desafiante 1, 2, 3 (1 – similar, 2 – elétrico e 3 – híbrido);
 - Cálculo do CAUE para os três cenários;
 - Comparativo dos CAUEs;
 - Cálculo da emissão de CO₂.
- **Etapas 5 – Análise dos resultados**
 - Verificação da viabilidade econômico-financeira;
 - Possíveis ganhos ambientais.

4.1 AMOSTRA DA PESQUISA

Selecionamos os veículos componentes da frota do *Campus I* da UFPB, que totaliza 85 veículos. Destes, 51 (71%) são classificados como veículos de transporte (misto e de carga) e 34 (29%) são classificados como veículos de passeio e movidos a gasolina, etanol ou flex. A idade média dos veículos varia de 0 a 15 anos ou mais, conforme exposto na Tabela 2.

Tabela 2 – Idade média da frota dos veículos de passeio do *Campus I* da UFPB

IDADE	QUANTIDADE DE VEÍCULOS
0 a 5 anos	1
6 a 10 anos	21
11 a 15 anos	11
Mais de 15 anos	1
TOTAL	34

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Para efeitos desta pesquisa, selecionamos dois veículos, assumindo o papel de veículos defensores, como amostra deste universo, escolha que se deu a partir de um relatório disponibilizado pela DIVITRANS da UFPB, foram selecionados dois veículos.

O Veículo Defensor 1 – VDEF1 selecionado, pertencente ao estudo de Caso 1, foi um Volkswagen Gol, lotado no Centro de Tecnologia de Desenvolvimento Regional (CTDR), por apresentar a maior quilometragem média anual (53.561 quilômetros percorridos), ser do tipo passeio e movido tanto a álcool como a gasolina.

O Veículo Defensor 2 – VDEF2, pertencente ao estudo de Caso 2, foi um Honda Civic, lotado no Gabinete da Reitoria, por apresentar uma das menores quilometragens médias anuais (18.528 quilômetros percorridos) e ser o veículo de passeio movido a gasolina e/ou álcool com maior valor comercial. Conforme apresentados na Figura 7.

Figura 7 – Documentos dos veículos defensores selecionados para a pesquisa

INFORMAÇÕES SOBRE O VEÍCULO		INFORMAÇÕES SOBRE O VEÍCULO	
QFF2030		OGE5036	
			
Último Licenciamento: 2019 Proprietário: ***** Placa: QFF2030 Combustível: ALCO/GASOL Marca/Modelo: VW/GOL TL MC S Espécie/Tipo: PASSA / AUTOMOVEL Ano de Fabricação: 2014 Ano Modelo: 2015 Categoria: OFICIAL Cor Predominante: BRANCA Vencimento Licenciamento: 29/12/2020 Observação: Restrição: Financeira: Município: JOAO PESSOA Situação: EM CIRCULACAO Data da Consulta: 11/02/2020		Último Licenciamento: 2019 Proprietário: ***** Placa: OGE5036 Combustível: ALCO/GASOL Marca/Modelo: HONDA/CIVIC LXR Espécie/Tipo: PASSA / AUTOMOVEL Ano de Fabricação: 2013 Ano Modelo: 2014 Categoria: OFICIAL Cor Predominante: BRANCA Vencimento Licenciamento: 31/08/2020 Observação: Restrição: Financeira: Município: JOAO PESSOA Situação: EM CIRCULACAO Data da Consulta: 15/02/2020	

Fonte: Detran PB (on-line).

5 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

5.1 ESTUDO DE CASO 1 (EC1)

No Estudo de Caso 1, elencamos três veículos desafiante para o VDEF1, um para a substituição por veículo similar à combustão (VDESAF1) e dois para a substituição por veículo não similar que seriam o elétrico e o híbrido (VDESAF2 e VDESAF3).

5.1.1 Substituição por Veículo Similar

Para efeitos desta pesquisa, selecionamos como veículo desafiante – VDESAF1 do VDEF1, o Gol modelo “1.6 VHT Trendline (Flex) 4p”, do ano de 2020 e com valor de aquisição de R\$53.550,00 e valor inicial de manutenção R\$509,77 a cada 10.000Km, por apresentar similaridade com o VDEF1. Conforme apresentado na Figura 8.

Figura 8 – VDESAF1 do VDEF1 na substituição por veículo similar

	MODELO:	Gol
	FABRICANTE	Volkswagen
	VALOR DE AQUISIÇÃO (R\$)	53550,00
	AUTONOMIA (KM/L)	10,78
	COMBUSTÍVEL	Etanol/Gasolina
	DESVALORIZAÇÃO MÉDIA (ANO)	1 – 2 : 10% 3 – 5 : 7,5% 6 – X : 5%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.1.2 Substituição por Veículo Não Similar

5.1.2.1 Veículo Elétrico (EV)

O veículo elétrico, comparado aos demais veículos deste estudo, possui um fator limitante devido a autonomia da bateria, a dificuldade de acesso aos pontos de recarga e o tempo de abastecimento. Por esta razão, o principal critério adotado para a escolha do veículo elétrico foi a autonomia mínima capaz de realizar os trajetos de ida e volta das cidades onde estão localizados os campi da universidade, como também das capitais dos estados vizinhos a Paraíba. Conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Possíveis trajetos para um EV da UFPB

CIDADE – ESTADO	DISTÂNCIA (KM)	DISTÂNCIA DE IDA E VOLTA (KM)
Areia - PB	140	280
Rio Tinto - PB	70	140
Bananeiras - PB	135	270
Recife - PE	130	260
Natal - RN	190	380

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Analisando os modelos disponíveis no mercado nacional, o modelo que atende ao requisito descrito anteriormente com o menor custo de aquisição é o iEV20, da montadora Jac Motors, com o valor de aquisição de R\$120.000,00 e o valor inicial de manutenção de R\$108,23 a cada 10.000Km. Conforme descrito na Figura 9.

Figura 9 – VDESAF2 do VDEF1 na substituição por veículo não similar

	MODELO:	iEV20
	FABRICANTE	Jac Motors
	VALOR DE AQUISIÇÃO (R\$)	120.000,00
	AUTONOMIA (KM)	400
	COMBUSTÍVEL	Energia elétrica
	DESVALORIZAÇÃO MÉDIA (ANO)	1 – 2 : 17,5% 3 – 5 : 10% 6 – X : 7,5%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.1.2.2 Veículo Híbrido Elétrico (HEV)

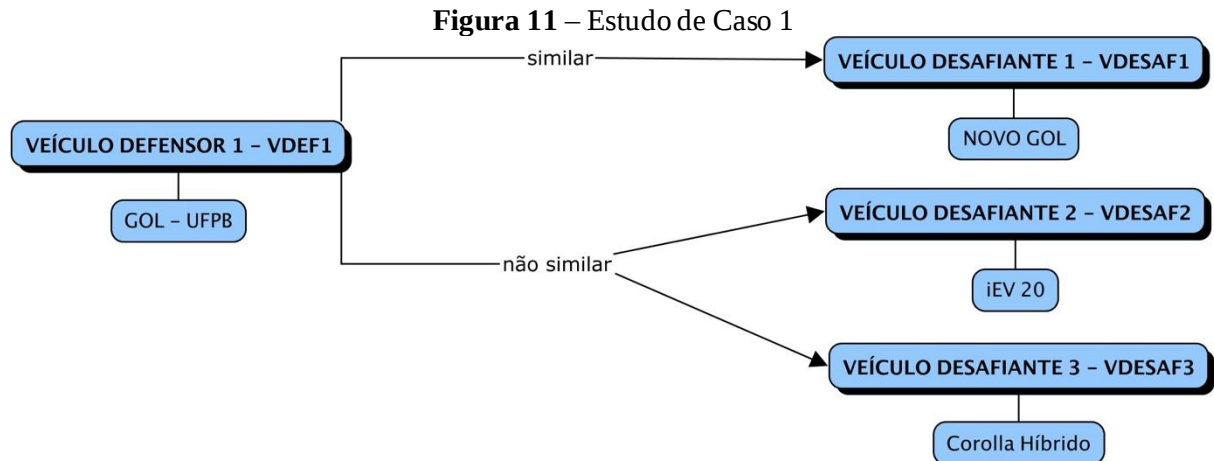
Para a seleção do HEV escolhemos o modelo de veículo híbrido com o menor valor de mercado, que foi o Corolla, da montadora Toyota, sendo o veículo desafiante 3 – VDESAF3 do defensor 1 – VDEF1, que possui um valor de aquisição de R\$125.000,00, com valor inicial de manutenção de R\$562,00 a cada 10.000Km. Conforme apresentado na Figura 10.

Figura 10 – VDESAF3 do VDEF1 na substituição por veículo não similar

	MODELO:	Corolla Híbrid
	FABRICANTE	Toyota
	VALOR DE AQUISIÇÃO (R\$)	125.000,00
	AUTONOMIA (KM/L)	16,3
	COMBUSTÍVEL	Etanol/Gasolina + Energia Elétrica
	DESVALORIZAÇÃO MÉDIA (ANO)	1 – 2 : 17,5% 3 – 5 : 10% 6 – X : 7,5%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Para um melhor entendimento do Estudo de Caso 1, com os respectivos veículos desafiante do VDEF1, tanto por substituição de veículo similar, quando não similar, elaboramos a Figura 11 apresentada a seguir.



Fonte: O autor (2020).

5.1.3 CAUE das Análises dos Cenários – EC1

Para efeitos desta pesquisa, consideramos a mesma quilometragem média do VDEF1 (53.561Km/ano) para todos os veículos desafiante.

5.1.3.1 CAUE VDEF1 – EC1

Para o VDEF1, os três cenários estudados apresentaram um CAUE indicando o fim da vida útil econômica já no primeiro período, desse modo, recomenda-se a substituição desse veículo ainda no primeiro período analisado. Vejamos nas Tabelas 4, 5 e 6.

Tabela 4 – CAUE do VDEF1 – Cenário Esperado – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 33.000,00	R\$ -	R\$ 27.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 24.058,35	R\$ 6.270,00	R\$ 27.426,52	R\$ 33.696,52
1	R\$ 31.350,00	R\$ 27.426,52	R\$ 22.916,67	R\$ 10.083,33	R\$ 45.635,12	R\$ 6.123,50	R\$ 27.713,74	R\$ 33.837,24
2	R\$ 29.782,50	R\$ 28.041,17	R\$ 19.097,22	R\$ 13.902,78	R\$ 65.035,68	R\$ 5.988,36	R\$ 28.012,31	R\$ 34.001,28
3	R\$ 28.293,38	R\$ 28.742,78	R\$ 15.914,35	R\$ 17.085,65	R\$ 82.527,10	R\$ 5.863,88	R\$ 28.323,69	R\$ 34.187,57
4	R\$ 26.878,71	R\$ 29.542,31	R\$ 13.261,96	R\$ 19.738,04	R\$ 98.011,43	R\$ 5.749,37	R\$ 28.549,12	R\$ 34.298,48
5	R\$ 25.534,77	R\$ 29.813,77	R\$ 11.051,63	R\$ 21.948,37	R\$ 112.079,88	R\$ 5.644,19	R\$ 28.822,18	R\$ 34.466,37
6	R\$ 24.258,03	R\$ 30.879,84	R\$ 9.209,69	R\$ 23.790,31	R\$ 124.902,04	R\$ 5.547,72	R\$ 29.126,20	R\$ 34.673,92
7	R\$ 23.045,13	R\$ 32.084,51	R\$ 7.674,75	R\$ 25.325,25	R\$ 136.626,76	R\$ 5.459,37	R\$ 29.452,63	R\$ 34.912,00
8	R\$ 21.892,87	R\$ 33.445,78	R\$ 6.395,62	R\$ 26.604,38	R\$ 147.384,62	R\$ 5.378,56	R\$ 29.796,51	R\$ 35.175,08
9	R\$ 20.798,23	R\$ 34.984,01	R\$ 5.329,68	R\$ 27.670,32	R\$ 157.290,21	R\$ 5.304,77	R\$ 30.154,66	R\$ 35.459,44
10	R\$ 19.758,32	R\$ 36.722,21	R\$ 4.441,40	R\$ 28.558,60	R\$ 166.444,08	R\$ 5.237,48	R\$ 30.524,89	R\$ 35.762,37
11	R\$ 18.770,40	R\$ 38.686,39	R\$ 3.701,17	R\$ 29.298,83	R\$ 174.934,47	R\$ 5.176,20	R\$ 30.905,56	R\$ 36.081,76
12	R\$ 17.831,88	R\$ 40.905,90	R\$ 3.084,31	R\$ 29.915,69	R\$ 182.838,83	R\$ 5.120,48	R\$ 31.295,36	R\$ 36.415,84
13	R\$ 16.940,29	R\$ 43.413,95	R\$ 2.570,26	R\$ 30.429,74	R\$ 190.225,10	R\$ 5.069,87	R\$ 31.693,24	R\$ 36.763,11
14	R\$ 16.093,27	R\$ 46.248,05	R\$ 2.141,88	R\$ 30.858,12	R\$ 197.152,95	R\$ 5.023,98	R\$ 32.098,27	R\$ 37.122,25
15	R\$ 15.288,61	R\$ 49.450,58	R\$ 1.784,90	R\$ 31.215,10	R\$ 203.674,74	R\$ 4.982,41	R\$ 32.509,63	R\$ 37.492,04
16	R\$ 14.524,18	R\$ 53.069,43						

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 5 – CAUE do VDEF1 – Cenário Otimista – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 33.000,00	R\$ -						
1	R\$ 31.350,00	R\$ 29.587,84	R\$ 27.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 25.954,24	R\$ 6.270,00	R\$ 29.587,84	R\$ 35.857,84
2	R\$ 29.782,50	R\$ 30.202,49	R\$ 22.916,67	R\$ 10.083,33	R\$ 49.194,08	R\$ 6.123,50	R\$ 29.875,06	R\$ 35.998,56
3	R\$ 28.293,38	R\$ 30.904,11	R\$ 19.097,22	R\$ 13.902,78	R\$ 70.053,47	R\$ 5.988,36	R\$ 30.174,23	R\$ 36.162,60
4	R\$ 26.878,71	R\$ 31.703,63	R\$ 15.914,35	R\$ 17.085,65	R\$ 88.824,56	R\$ 5.863,88	R\$ 30.485,01	R\$ 36.348,89
5	R\$ 25.534,77	R\$ 31.975,09	R\$ 13.261,96	R\$ 19.738,04	R\$ 105.431,42	R\$ 5.749,37	R\$ 30.710,44	R\$ 36.459,80
6	R\$ 24.258,03	R\$ 33.041,16	R\$ 11.051,63	R\$ 21.948,37	R\$ 120.484,53	R\$ 5.644,19	R\$ 30.983,50	R\$ 36.627,69
7	R\$ 23.045,13	R\$ 34.245,83	R\$ 9.209,69	R\$ 23.790,31	R\$ 134.170,44	R\$ 5.547,72	R\$ 31.287,52	R\$ 36.835,24
8	R\$ 21.892,87	R\$ 35.607,10	R\$ 7.674,75	R\$ 25.325,25	R\$ 146.652,83	R\$ 5.459,37	R\$ 31.613,95	R\$ 37.073,32
9	R\$ 20.798,23	R\$ 37.145,33	R\$ 6.395,62	R\$ 26.604,38	R\$ 158.075,32	R\$ 5.378,56	R\$ 31.957,83	R\$ 37.336,40
10	R\$ 19.758,32	R\$ 38.883,53	R\$ 5.329,68	R\$ 27.670,32	R\$ 168.563,91	R\$ 5.304,77	R\$ 32.315,98	R\$ 37.620,76
11	R\$ 18.770,40	R\$ 40.847,71	R\$ 4.441,40	R\$ 28.558,60	R\$ 178.229,19	R\$ 5.237,48	R\$ 32.686,21	R\$ 37.923,69
12	R\$ 17.831,88	R\$ 43.067,22	R\$ 3.701,17	R\$ 29.298,83	R\$ 187.168,18	R\$ 5.176,20	R\$ 33.066,88	R\$ 38.243,08
13	R\$ 16.940,29	R\$ 45.575,27	R\$ 3.084,31	R\$ 29.915,69	R\$ 195.466,04	R\$ 5.120,48	R\$ 33.456,68	R\$ 38.577,16
14	R\$ 16.093,27	R\$ 48.409,37	R\$ 2.570,26	R\$ 30.429,74	R\$ 203.197,50	R\$ 5.069,87	R\$ 33.854,56	R\$ 38.924,44
15	R\$ 15.288,61	R\$ 51.611,90	R\$ 2.141,88	R\$ 30.858,12	R\$ 210.428,15	R\$ 5.023,98	R\$ 34.259,59	R\$ 39.283,57
16	R\$ 14.524,18	R\$ 55.230,75	R\$ 1.784,90	R\$ 31.215,10	R\$ 217.215,54	R\$ 4.982,41	R\$ 34.670,95	R\$ 39.653,36

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 6 – CAUE do VDEF1 – Cenário Pessimista – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 33.000,00	R\$ -						
1	R\$ 31.350,00	R\$ 25.265,19	R\$ 27.500,00	R\$ 5.500,00	R\$ 22.162,45	R\$ 6.270,00	R\$ 25.265,19	R\$ 31.535,19
2	R\$ 29.782,50	R\$ 25.879,85	R\$ 22.916,67	R\$ 10.083,33	R\$ 42.076,16	R\$ 6.123,50	R\$ 25.552,42	R\$ 31.675,92
3	R\$ 28.293,38	R\$ 26.581,46	R\$ 19.097,22	R\$ 13.902,78	R\$ 60.017,89	R\$ 5.988,36	R\$ 25.851,59	R\$ 31.839,96
4	R\$ 26.878,71	R\$ 27.380,99	R\$ 15.914,35	R\$ 17.085,65	R\$ 76.229,63	R\$ 5.863,88	R\$ 26.162,37	R\$ 32.026,25
5	R\$ 25.534,77	R\$ 27.652,45	R\$ 13.261,96	R\$ 19.738,04	R\$ 90.531,45	R\$ 5.749,37	R\$ 26.387,80	R\$ 32.137,16
6	R\$ 24.258,03	R\$ 28.718,52	R\$ 11.051,63	R\$ 21.948,37	R\$ 103.675,22	R\$ 5.644,19	R\$ 26.660,86	R\$ 32.305,05
7	R\$ 23.045,13	R\$ 29.923,19	R\$ 9.209,69	R\$ 23.790,31	R\$ 115.633,64	R\$ 5.547,72	R\$ 26.964,88	R\$ 32.512,60
8	R\$ 21.892,87	R\$ 31.284,45	R\$ 7.674,75	R\$ 25.325,25	R\$ 126.600,69	R\$ 5.459,37	R\$ 27.291,31	R\$ 32.750,68
9	R\$ 20.798,23	R\$ 32.822,69	R\$ 6.395,62	R\$ 26.604,38	R\$ 136.693,93	R\$ 5.378,56	R\$ 27.635,19	R\$ 33.013,75
10	R\$ 19.758,32	R\$ 34.560,89	R\$ 5.329,68	R\$ 27.670,32	R\$ 146.016,51	R\$ 5.304,77	R\$ 27.993,34	R\$ 33.298,12
11	R\$ 18.770,40	R\$ 36.525,06	R\$ 4.441,40	R\$ 28.558,60	R\$ 154.658,98	R\$ 5.237,48	R\$ 28.363,57	R\$ 33.601,05
12	R\$ 17.831,88	R\$ 38.744,58	R\$ 3.701,17	R\$ 29.298,83	R\$ 162.700,77	R\$ 5.176,20	R\$ 28.744,24	R\$ 33.920,44
13	R\$ 16.940,29	R\$ 41.252,63	R\$ 3.084,31	R\$ 29.915,69	R\$ 170.211,61	R\$ 5.120,48	R\$ 29.134,04	R\$ 34.254,52
14	R\$ 16.093,27	R\$ 44.086,73	R\$ 2.570,26	R\$ 30.429,74	R\$ 177.252,70	R\$ 5.069,87	R\$ 29.531,92	R\$ 34.601,79
15	R\$ 15.288,61	R\$ 47.289,25	R\$ 2.141,88	R\$ 30.858,12	R\$ 183.877,76	R\$ 5.023,98	R\$ 29.936,95	R\$ 34.960,93
16	R\$ 14.524,18	R\$ 50.908,11	R\$ 1.784,90	R\$ 31.215,10	R\$ 190.133,94	R\$ 4.982,41	R\$ 30.348,30	R\$ 35.330,72

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.1.3.2 CAUE VDESAF1 – EC1

Para o VDSAF1, os três cenários estudados apresentaram um CAUE indicando o fim da vida útil econômica ocorrendo entre o oitavo e o décimo período. Portanto, permanecer com este veículo por mais dez anos não é viável do ponto de vista econômico. Vejamos nas Tabelas 7, 8 e 9.

Tabela 7 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Esperado – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 53.550	R\$ 0						
1	R\$ 48.195	R\$ 25.548	R\$ 42.276	R\$ 11.274	R\$ 22.410	R\$ 12.852	R\$ 25.548	R\$ 38.400
2	R\$ 43.376	R\$ 25.782	R\$ 33.376	R\$ 20.174	R\$ 42.249	R\$ 12.251	R\$ 25.657	R\$ 37.909
3	R\$ 40.122	R\$ 26.102	R\$ 27.081	R\$ 26.469	R\$ 59.867	R\$ 11.401	R\$ 25.787	R\$ 37.188
4	R\$ 37.113	R\$ 26.480	R\$ 21.974	R\$ 31.576	R\$ 75.545	R\$ 10.837	R\$ 25.928	R\$ 36.765
5	R\$ 34.330	R\$ 26.922	R\$ 17.830	R\$ 35.720	R\$ 89.528	R\$ 10.405	R\$ 26.078	R\$ 36.483
6	R\$ 32.613	R\$ 27.458	R\$ 14.858	R\$ 38.692	R\$ 102.038	R\$ 9.950	R\$ 26.240	R\$ 36.190
7	R\$ 30.983	R\$ 28.071	R\$ 12.382	R\$ 41.168	R\$ 113.256	R\$ 9.600	R\$ 26.410	R\$ 36.011
8	R\$ 29.433	R\$ 28.771	R\$ 10.318	R\$ 43.232	R\$ 123.342	R\$ 9.319	R\$ 26.589	R\$ 35.908
9	R\$ 27.962	R\$ 29.569	R\$ 8.598	R\$ 44.952	R\$ 132.435	R\$ 9.088	R\$ 26.774	R\$ 35.862
10	R\$ 26.564	R\$ 30.478	R\$ 7.165	R\$ 46.385	R\$ 140.656	R\$ 8.893	R\$ 26.966	R\$ 35.858
11	R\$ 25.235	R\$ 30.880	R\$ 5.971	R\$ 47.579	R\$ 147.963	R\$ 8.726	R\$ 27.136	R\$ 35.861
12	R\$ 23.974	R\$ 32.085	R\$ 4.976	R\$ 48.574	R\$ 154.622	R\$ 8.582	R\$ 27.317	R\$ 35.899
13	R\$ 22.775	R\$ 33.446	R\$ 4.147	R\$ 49.403	R\$ 160.712	R\$ 8.456	R\$ 27.508	R\$ 35.964
14	R\$ 21.636	R\$ 34.984	R\$ 3.456	R\$ 50.094	R\$ 166.299	R\$ 8.346	R\$ 27.707	R\$ 36.053
15	R\$ 20.554	R\$ 36.722	R\$ 2.880	R\$ 50.670	R\$ 171.444	R\$ 8.250	R\$ 27.913	R\$ 36.162
16	R\$ 19.527	R\$ 38.686	R\$ 2.400	R\$ 51.150	R\$ 176.198	R\$ 8.164	R\$ 28.124	R\$ 36.288

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 8 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Otimista – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 53.550	R\$ 0						
1	R\$ 48.195	R\$ 27.709,24	R\$ 42.276	R\$ 11.274	R\$ 24.306	R\$ 12.852	R\$ 27.709	R\$ 40.561
2	R\$ 43.376	R\$ 27.943,64	R\$ 33.376	R\$ 20.174	R\$ 45.808	R\$ 12.251	R\$ 27.819	R\$ 40.070
3	R\$ 40.122	R\$ 28.263,32	R\$ 27.081	R\$ 26.469	R\$ 64.885	R\$ 11.401	R\$ 27.948	R\$ 39.349
4	R\$ 37.113	R\$ 28.641,24	R\$ 21.974	R\$ 31.576	R\$ 81.843	R\$ 10.837	R\$ 28.089	R\$ 38.926
5	R\$ 34.330	R\$ 29.083,71	R\$ 17.830	R\$ 35.720	R\$ 96.948	R\$ 10.405	R\$ 28.239	R\$ 38.644
6	R\$ 32.613	R\$ 29.619,41	R\$ 14.858	R\$ 38.692	R\$ 110.442	R\$ 9.950	R\$ 28.401	R\$ 38.351
7	R\$ 30.983	R\$ 30.232,49	R\$ 12.382	R\$ 41.168	R\$ 122.524	R\$ 9.600	R\$ 28.572	R\$ 38.172
8	R\$ 29.433	R\$ 30.932,61	R\$ 10.318	R\$ 43.232	R\$ 133.368	R\$ 9.319	R\$ 28.750	R\$ 38.070
9	R\$ 27.962	R\$ 31.730,71	R\$ 8.598	R\$ 44.952	R\$ 143.125	R\$ 9.088	R\$ 28.935	R\$ 38.023
10	R\$ 26.564	R\$ 32.639,18	R\$ 7.165	R\$ 46.385	R\$ 151.930	R\$ 8.893	R\$ 29.127	R\$ 38.020
11	R\$ 25.235	R\$ 33.041,16	R\$ 5.971	R\$ 47.579	R\$ 159.748	R\$ 8.726	R\$ 29.297	R\$ 38.023
12	R\$ 23.974	R\$ 34.245,83	R\$ 4.976	R\$ 48.574	R\$ 166.856	R\$ 8.582	R\$ 29.478	R\$ 38.060
13	R\$ 22.775	R\$ 35.607,10	R\$ 4.147	R\$ 49.403	R\$ 173.339	R\$ 8.456	R\$ 29.669	R\$ 38.125
14	R\$ 21.636	R\$ 37.145,33	R\$ 3.456	R\$ 50.094	R\$ 179.271	R\$ 8.346	R\$ 29.868	R\$ 38.214
15	R\$ 20.554	R\$ 38.883,53	R\$ 2.880	R\$ 50.670	R\$ 184.719	R\$ 8.250	R\$ 30.074	R\$ 38.323
16	R\$ 19.527	R\$ 40.847,70	R\$ 2.400	R\$ 51.150	R\$ 189.739	R\$ 8.164	R\$ 30.285	R\$ 38.450

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 9 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Pessimista – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 53.550	R\$ 0						
1	R\$ 48.195	R\$ 23.386,60	R\$ 42.276	R\$ 11.274	R\$ 20.515	R\$ 12.852	R\$ 23.387	R\$ 36.239
2	R\$ 43.376	R\$ 23.621,00	R\$ 33.376	R\$ 20.174	R\$ 38.690	R\$ 12.251	R\$ 23.496	R\$ 35.748
3	R\$ 40.122	R\$ 23.940,68	R\$ 27.081	R\$ 26.469	R\$ 54.849	R\$ 11.401	R\$ 23.625	R\$ 35.026
4	R\$ 37.113	R\$ 24.318,60	R\$ 21.974	R\$ 31.576	R\$ 63.248	R\$ 10.837	R\$ 23.766	R\$ 34.603
5	R\$ 34.330	R\$ 24.761,06	R\$ 17.830	R\$ 35.720	R\$ 82.108	R\$ 10.405	R\$ 23.917	R\$ 34.321
6	R\$ 32.613	R\$ 25.296,77	R\$ 14.858	R\$ 38.692	R\$ 93.633	R\$ 9.950	R\$ 24.078	R\$ 34.028
7	R\$ 30.983	R\$ 25.909,85	R\$ 12.382	R\$ 41.168	R\$ 103.988	R\$ 9.600	R\$ 24.249	R\$ 33.849
8	R\$ 29.433	R\$ 26.609,96	R\$ 10.318	R\$ 43.232	R\$ 113.316	R\$ 9.319	R\$ 24.428	R\$ 33.747
9	R\$ 27.962	R\$ 27.408,06	R\$ 8.598	R\$ 44.952	R\$ 121.744	R\$ 9.088	R\$ 24.613	R\$ 33.701
10	R\$ 26.564	R\$ 28.316,54	R\$ 7.165	R\$ 46.385	R\$ 129.382	R\$ 8.893	R\$ 24.804	R\$ 33.697
11	R\$ 25.235	R\$ 28.718,52	R\$ 5.971	R\$ 47.579	R\$ 136.178	R\$ 8.726	R\$ 24.974	R\$ 33.700
12	R\$ 23.974	R\$ 29.923,19	R\$ 4.976	R\$ 48.574	R\$ 142.388	R\$ 8.582	R\$ 25.156	R\$ 33.737
13	R\$ 22.775	R\$ 31.284,45	R\$ 4.147	R\$ 49.403	R\$ 148.084	R\$ 8.456	R\$ 25.347	R\$ 33.803
14	R\$ 21.636	R\$ 32.822,69	R\$ 3.456	R\$ 50.094	R\$ 153.326	R\$ 8.346	R\$ 25.546	R\$ 33.892
15	R\$ 20.554	R\$ 34.560,89	R\$ 2.880	R\$ 50.670	R\$ 158.168	R\$ 8.250	R\$ 25.751	R\$ 34.001
16	R\$ 19.527	R\$ 36.525,06	R\$ 2.400	R\$ 51.150	R\$ 162.657	R\$ 8.164	R\$ 25.963	R\$ 34.127

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.1.3.3 CAUE VDESAF2 – EC1

Para o VDSAF2, no período de 16 anos, o CAUE não apresentou um ponto de fim da vida útil, ou seja, um ponto ótimo para a troca. Vale destacar que nos três cenários, no período referente ao oitavo ano, o CAUE obteve aumento devido a aquisição de uma nova bateria (valor estipulado de R\$19.065,00). Nos anos posteriores seguiu a tendência de declínio do CAUE. Vejamos nas Tabelas 10, 11 e 12.

Tabela 10 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Esperado – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 120.000,00	R\$ -						
1	R\$ 99.000	R\$ 8.423	R\$ 86.842	R\$ 33.158	R\$ 7.388	R\$ 37.800	R\$ 8.423	R\$ 46.223
2	R\$ 81.675	R\$ 8.065	R\$ 62.846	R\$ 57.154	R\$ 13.594	R\$ 34.709	R\$ 8.256	R\$ 42.964
3	R\$ 73.508	R\$ 7.946	R\$ 49.615	R\$ 70.385	R\$ 18.957	R\$ 30.317	R\$ 8.165	R\$ 38.482
4	R\$ 66.157	R\$ 7.858	R\$ 39.170	R\$ 80.830	R\$ 23.610	R\$ 27.741	R\$ 8.103	R\$ 35.844
5	R\$ 59.541	R\$ 7.802	R\$ 30.924	R\$ 89.076	R\$ 27.662	R\$ 25.946	R\$ 8.057	R\$ 34.004
6	R\$ 55.075	R\$ 7.813	R\$ 25.092	R\$ 94.908	R\$ 31.221	R\$ 24.406	R\$ 8.029	R\$ 32.435
7	R\$ 50.945	R\$ 7.849	R\$ 20.353	R\$ 99.641	R\$ 34.358	R\$ 23.235	R\$ 8.012	R\$ 31.247
8	R\$ 47.124	R\$ 26.975	R\$ 16.520	R\$ 103.480	R\$ 43.814	R\$ 22.307	R\$ 9.445	R\$ 31.752
9	R\$ 43.590	R\$ 7.999	R\$ 13.404	R\$ 106.596	R\$ 46.274	R\$ 21.550	R\$ 9.355	R\$ 30.905
10	R\$ 40.320	R\$ 8.117	R\$ 10.876	R\$ 109.124	R\$ 48.464	R\$ 20.921	R\$ 9.291	R\$ 30.212
11	R\$ 37.296	R\$ 7.336	R\$ 8.825	R\$ 111.175	R\$ 50.199	R\$ 20.389	R\$ 9.206	R\$ 29.595
12	R\$ 34.499	R\$ 7.592	R\$ 7.161	R\$ 112.839	R\$ 51.775	R\$ 19.935	R\$ 9.147	R\$ 29.082
13	R\$ 31.912	R\$ 7.881	R\$ 5.810	R\$ 114.190	R\$ 53.210	R\$ 19.545	R\$ 9.108	R\$ 28.653
14	R\$ 29.518	R\$ 8.207	R\$ 4.714	R\$ 115.286	R\$ 54.521	R\$ 19.208	R\$ 9.084	R\$ 28.291
15	R\$ 27.304	R\$ 8.576	R\$ 3.825	R\$ 116.175	R\$ 55.722	R\$ 18.914	R\$ 9.072	R\$ 27.986
16	R\$ 25.257	R\$ 8.994	R\$ 3.104	R\$ 116.896	R\$ 56.828	R\$ 18.658	R\$ 9.071	R\$ 27.729

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 11 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Otimista – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 120.000,00	R\$ -						
1	R\$ 99.000	R\$ 5.353	R\$ 86.842	R\$ 33.158	R\$ 4.696	R\$ 37.800	R\$ 5.353	R\$ 43.153
2	R\$ 81.675	R\$ 5.421	R\$ 62.846	R\$ 57.154	R\$ 8.867	R\$ 34.709	R\$ 5.385	R\$ 40.093
3	R\$ 73.508	R\$ 5.497	R\$ 49.615	R\$ 70.385	R\$ 12.577	R\$ 30.317	R\$ 5.417	R\$ 35.734
4	R\$ 66.157	R\$ 5.584	R\$ 39.170	R\$ 80.830	R\$ 15.883	R\$ 27.741	R\$ 5.451	R\$ 33.192
5	R\$ 59.541	R\$ 5.682	R\$ 30.924	R\$ 89.076	R\$ 18.834	R\$ 25.946	R\$ 5.486	R\$ 31.433
6	R\$ 55.075	R\$ 5.792	R\$ 25.092	R\$ 94.908	R\$ 21.473	R\$ 24.406	R\$ 5.522	R\$ 29.928
7	R\$ 50.945	R\$ 5.917	R\$ 20.359	R\$ 99.641	R\$ 23.838	R\$ 23.235	R\$ 5.559	R\$ 28.794
8	R\$ 47.124	R\$ 23.217	R\$ 16.520	R\$ 103.480	R\$ 31.977	R\$ 22.307	R\$ 6.893	R\$ 29.201
9	R\$ 43.590	R\$ 6.218	R\$ 13.404	R\$ 106.596	R\$ 33.889	R\$ 21.550	R\$ 6.851	R\$ 28.402
10	R\$ 40.320	R\$ 6.398	R\$ 10.876	R\$ 109.124	R\$ 35.615	R\$ 20.921	R\$ 6.828	R\$ 27.748
11	R\$ 37.296	R\$ 6.602	R\$ 8.825	R\$ 111.175	R\$ 37.177	R\$ 20.389	R\$ 6.818	R\$ 27.207
12	R\$ 34.499	R\$ 6.832	R\$ 7.161	R\$ 112.839	R\$ 38.596	R\$ 19.935	R\$ 6.819	R\$ 26.754
13	R\$ 31.912	R\$ 7.093	R\$ 5.810	R\$ 114.190	R\$ 39.887	R\$ 19.545	R\$ 6.827	R\$ 26.372
14	R\$ 29.518	R\$ 7.387	R\$ 4.714	R\$ 115.286	R\$ 41.067	R\$ 19.208	R\$ 6.842	R\$ 26.050
15	R\$ 27.304	R\$ 7.719	R\$ 3.825	R\$ 116.175	R\$ 42.148	R\$ 18.914	R\$ 6.862	R\$ 25.776
16	R\$ 25.257	R\$ 8.094	R\$ 3.104	R\$ 116.896	R\$ 43.143	R\$ 18.658	R\$ 6.886	R\$ 25.545

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 12 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Pessimista – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 120.000,00	R\$ -						
1	R\$ 99.000	R\$ 9.017	R\$ 86.842	R\$ 33.158	R\$ 7.910	R\$ 37.800	R\$ 9.017	R\$ 46.817
2	R\$ 81.675	R\$ 8.667	R\$ 62.846	R\$ 57.154	R\$ 14.579	R\$ 34.709	R\$ 8.854	R\$ 43.563
3	R\$ 73.508	R\$ 8.557	R\$ 49.615	R\$ 70.385	R\$ 20.355	R\$ 30.317	R\$ 8.767	R\$ 39.084
4	R\$ 66.157	R\$ 8.479	R\$ 39.170	R\$ 80.830	R\$ 25.375	R\$ 27.741	R\$ 8.709	R\$ 36.450
5	R\$ 59.541	R\$ 8.433	R\$ 30.924	R\$ 89.076	R\$ 29.755	R\$ 25.946	R\$ 8.667	R\$ 34.614
6	R\$ 55.075	R\$ 8.457	R\$ 25.092	R\$ 94.908	R\$ 33.607	R\$ 24.406	R\$ 8.642	R\$ 33.049
7	R\$ 50.945	R\$ 8.506	R\$ 20.359	R\$ 99.641	R\$ 37.007	R\$ 23.235	R\$ 8.630	R\$ 31.865
8	R\$ 47.124	R\$ 29.555	R\$ 16.520	R\$ 103.480	R\$ 47.367	R\$ 22.307	R\$ 10.211	R\$ 32.518
9	R\$ 43.590	R\$ 8.690	R\$ 13.404	R\$ 106.596	R\$ 50.040	R\$ 21.550	R\$ 10.116	R\$ 31.667
10	R\$ 40.320	R\$ 8.828	R\$ 10.876	R\$ 109.124	R\$ 52.421	R\$ 20.921	R\$ 10.050	R\$ 30.970
11	R\$ 37.296	R\$ 8.069	R\$ 8.825	R\$ 111.175	R\$ 54.330	R\$ 20.389	R\$ 9.964	R\$ 30.353
12	R\$ 34.499	R\$ 8.351	R\$ 7.161	R\$ 112.839	R\$ 56.064	R\$ 19.935	R\$ 9.905	R\$ 29.840
13	R\$ 31.912	R\$ 8.669	R\$ 5.810	R\$ 114.190	R\$ 57.642	R\$ 19.545	R\$ 9.866	R\$ 29.411
14	R\$ 29.518	R\$ 9.028	R\$ 4.714	R\$ 115.286	R\$ 59.084	R\$ 19.208	R\$ 9.844	R\$ 29.052
15	R\$ 27.304	R\$ 9.434	R\$ 3.825	R\$ 116.175	R\$ 60.405	R\$ 18.914	R\$ 9.835	R\$ 28.749
16	R\$ 25.257	R\$ 9.893	R\$ 3.104	R\$ 116.896	R\$ 61.621	R\$ 18.658	R\$ 9.836	R\$ 28.494

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.1.3.4 CAUE VDESAF3 – EC1

No período de 16 anos, nos três cenários estudados, o VDESAF3 não apresentou ponto de fim da vida útil econômica. Mesmo com o acréscimo do custo da bateria no oitavo ano (R\$10.500,00), não houve variação significativa na projeção do CAUE. Vejamos nas Tabelas 13, 14 e 15.

Tabela 13 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Esperado – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 125.000,00	R\$ -						
1	R\$ 103.125	R\$ 19.882	R\$ 90.461	R\$ 34.539	R\$ 17.440	R\$ 39.375	R\$ 19.882	R\$ 59.257
2	R\$ 85.078	R\$ 19.822	R\$ 65.465	R\$ 59.535	R\$ 32.693	R\$ 36.155	R\$ 19.854	R\$ 56.009
3	R\$ 76.570	R\$ 20.052	R\$ 51.683	R\$ 73.317	R\$ 46.227	R\$ 31.580	R\$ 19.912	R\$ 51.492
4	R\$ 68.913	R\$ 20.360	R\$ 40.802	R\$ 84.198	R\$ 58.282	R\$ 28.897	R\$ 20.003	R\$ 48.900
5	R\$ 62.022	R\$ 20.752	R\$ 32.212	R\$ 92.788	R\$ 69.060	R\$ 27.028	R\$ 20.116	R\$ 47.144
6	R\$ 57.370	R\$ 21.274	R\$ 26.137	R\$ 98.863	R\$ 78.753	R\$ 25.423	R\$ 20.252	R\$ 45.675
7	R\$ 53.068	R\$ 21.888	R\$ 21.208	R\$ 103.792	R\$ 87.500	R\$ 24.204	R\$ 20.404	R\$ 44.608
8	R\$ 49.087	R\$ 33.103	R\$ 17.208	R\$ 107.792	R\$ 99.104	R\$ 23.237	R\$ 21.364	R\$ 44.601
9	R\$ 45.406	R\$ 23.431	R\$ 13.963	R\$ 111.037	R\$ 106.309	R\$ 22.448	R\$ 21.492	R\$ 43.941
10	R\$ 42.000	R\$ 24.386	R\$ 11.329	R\$ 113.671	R\$ 112.887	R\$ 21.792	R\$ 21.642	R\$ 43.434
11	R\$ 42.000	R\$ 24.512	R\$ 9.938	R\$ 115.062	R\$ 118.687	R\$ 21.102	R\$ 21.767	R\$ 42.868
12	R\$ 38.850	R\$ 25.840	R\$ 8.064	R\$ 116.936	R\$ 124.051	R\$ 20.659	R\$ 21.916	R\$ 42.575
13	R\$ 35.937	R\$ 27.341	R\$ 6.543	R\$ 118.457	R\$ 129.029	R\$ 20.276	R\$ 22.085	R\$ 42.361
14	R\$ 33.241	R\$ 29.038	R\$ 5.309	R\$ 119.691	R\$ 133.666	R\$ 19.942	R\$ 22.270	R\$ 42.212
15	R\$ 30.748	R\$ 30.954	R\$ 4.308	R\$ 120.692	R\$ 138.003	R\$ 19.650	R\$ 22.468	R\$ 42.118
16	R\$ 28.442	R\$ 33.120	R\$ 3.495	R\$ 121.505	R\$ 142.073	R\$ 19.394	R\$ 22.677	R\$ 42.071

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 14 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Otimista – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 125.000,00	R\$ -						
1	R\$ 103.125	R\$ 15.574	R\$ 90.461	R\$ 34.539	R\$ 13.661	R\$ 39.375	R\$ 15.574	R\$ 54.949
2	R\$ 85.078	R\$ 15.926	R\$ 65.465	R\$ 59.535	R\$ 25.915	R\$ 36.155	R\$ 15.738	R\$ 51.893
3	R\$ 76.570	R\$ 16.324	R\$ 51.683	R\$ 73.317	R\$ 36.934	R\$ 31.580	R\$ 15.908	R\$ 47.488
4	R\$ 68.913	R\$ 16.773	R\$ 40.802	R\$ 84.198	R\$ 46.865	R\$ 28.897	R\$ 16.084	R\$ 44.981
5	R\$ 62.022	R\$ 17.282	R\$ 32.212	R\$ 92.788	R\$ 55.840	R\$ 27.028	R\$ 16.265	R\$ 43.293
6	R\$ 57.370	R\$ 17.856	R\$ 26.137	R\$ 98.863	R\$ 63.975	R\$ 25.423	R\$ 16.452	R\$ 41.875
7	R\$ 53.068	R\$ 18.505	R\$ 21.208	R\$ 103.792	R\$ 71.370	R\$ 24.204	R\$ 16.643	R\$ 40.847
8	R\$ 49.087	R\$ 18.688	R\$ 17.208	R\$ 107.792	R\$ 81.427	R\$ 23.237	R\$ 17.553	R\$ 40.790
9	R\$ 45.406	R\$ 20.067	R\$ 13.963	R\$ 111.037	R\$ 87.598	R\$ 22.448	R\$ 17.710	R\$ 40.158
10	R\$ 42.000	R\$ 21.003	R\$ 11.329	R\$ 113.671	R\$ 93.263	R\$ 21.792	R\$ 17.880	R\$ 39.672
11	R\$ 42.000	R\$ 22.061	R\$ 9.938	R\$ 115.062	R\$ 98.483	R\$ 21.102	R\$ 18.061	R\$ 39.163
12	R\$ 38.850	R\$ 23.256	R\$ 8.064	R\$ 116.936	R\$ 103.310	R\$ 20.659	R\$ 18.252	R\$ 38.911
13	R\$ 35.937	R\$ 24.607	R\$ 6.543	R\$ 118.457	R\$ 107.790	R\$ 20.276	R\$ 18.450	R\$ 38.725
14	R\$ 33.241	R\$ 26.134	R\$ 5.309	R\$ 119.691	R\$ 111.964	R\$ 19.942	R\$ 18.654	R\$ 38.596
15	R\$ 30.748	R\$ 27.859	R\$ 4.308	R\$ 120.692	R\$ 115.867	R\$ 19.650	R\$ 18.864	R\$ 38.514
16	R\$ 28.442	R\$ 29.808	R\$ 3.495	R\$ 121.505	R\$ 119.530	R\$ 19.394	R\$ 19.079	R\$ 38.473

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 15 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Pessimista – EC1

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 125.000,00	R\$ -						
1	R\$ 103.125	R\$ 21.613	R\$ 90.461	R\$ 34.539	R\$ 18.958	R\$ 39.375	R\$ 21.613	R\$ 60.988
2	R\$ 85.078	R\$ 21.592	R\$ 65.465	R\$ 59.535	R\$ 35.573	R\$ 36.155	R\$ 21.603	R\$ 57.758
3	R\$ 76.570	R\$ 21.866	R\$ 51.683	R\$ 73.317	R\$ 50.331	R\$ 31.580	R\$ 21.679	R\$ 53.259
4	R\$ 68.913	R\$ 22.224	R\$ 40.802	R\$ 84.198	R\$ 63.489	R\$ 28.897	R\$ 21.790	R\$ 50.687
5	R\$ 62.022	R\$ 22.673	R\$ 32.212	R\$ 92.788	R\$ 75.265	R\$ 27.028	R\$ 21.923	R\$ 48.951
6	R\$ 57.370	R\$ 23.258	R\$ 26.137	R\$ 98.863	R\$ 85.861	R\$ 25.423	R\$ 22.080	R\$ 47.503
7	R\$ 53.068	R\$ 23.944	R\$ 21.208	R\$ 103.792	R\$ 95.430	R\$ 24.204	R\$ 22.253	R\$ 46.457
8	R\$ 49.087	R\$ 36.290	R\$ 17.208	R\$ 107.792	R\$ 108.152	R\$ 23.237	R\$ 23.314	R\$ 46.551
9	R\$ 45.406	R\$ 25.661	R\$ 13.963	R\$ 111.037	R\$ 116.042	R\$ 22.448	R\$ 23.460	R\$ 45.908
10	R\$ 42.000	R\$ 26.720	R\$ 11.329	R\$ 113.671	R\$ 123.250	R\$ 21.792	R\$ 23.629	R\$ 45.421
11	R\$ 42.000	R\$ 26.963	R\$ 9.938	R\$ 115.062	R\$ 129.630	R\$ 21.102	R\$ 23.773	R\$ 44.875
12	R\$ 38.850	R\$ 28.424	R\$ 8.064	R\$ 116.936	R\$ 135.530	R\$ 20.659	R\$ 23.944	R\$ 44.603
13	R\$ 35.937	R\$ 30.075	R\$ 6.543	R\$ 118.457	R\$ 141.006	R\$ 20.276	R\$ 24.135	R\$ 44.411
14	R\$ 33.241	R\$ 31.941	R\$ 5.309	R\$ 119.691	R\$ 146.107	R\$ 19.942	R\$ 24.343	R\$ 44.284
15	R\$ 30.748	R\$ 34.050	R\$ 4.308	R\$ 120.692	R\$ 150.877	R\$ 19.650	R\$ 24.564	R\$ 44.214
16	R\$ 28.442	R\$ 36.432	R\$ 3.495	R\$ 121.505	R\$ 155.354	R\$ 19.394	R\$ 24.797	R\$ 44.191

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.1.3.5 Comparativo dos CAUEs do VDEF1, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 - EC1

Ao analisarmos os três cenários de todos os veículos juntos observamos que caso a universidade opte por substituir seus veículos após períodos superiores a quatro anos, então a melhor opção do ponto de vista econômico-financeiro é o VDESAF2, conforme exposto na Tabela 16.

Tabela 16 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF1, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 no Cenário Esperado – EC1

	DEFENSOR	DESAFIANTES		
PERÍODO	VDEF1	VDESAF1	VDESAF2	VDESAF3
1	R\$ 33.696,51	R\$ 38.399,92	R\$ 46.222,69	R\$ 59.257,14
2	R\$ 33.837,26	R\$ 37.908,90	R\$ 42.964,39	R\$ 56.009,26
3	R\$ 34.001,25	R\$ 37.187,50	R\$ 38.482,28	R\$ 51.491,59
4	R\$ 34.187,60	R\$ 36.764,64	R\$ 35.844,32	R\$ 48.899,87
5	R\$ 34.298,54	R\$ 36.482,84	R\$ 34.003,98	R\$ 47.143,76
6	R\$ 34.466,31	R\$ 36.189,58	R\$ 32.435,17	R\$ 45.675,05
7	R\$ 34.673,88	R\$ 36.010,49	R\$ 31.247,40	R\$ 44.607,74
8	R\$ 34.912,00	R\$ 35.908,32	R\$ 31.752,30	R\$ 44.600,58
9	R\$ 35.175,01	R\$ 35.861,84	R\$ 30.905,40	R\$ 43.940,55
10	R\$ 35.459,53	R\$ 35.858,31	R\$ 30.211,72	R\$ 43.434,37
11	R\$ 35.762,33	R\$ 35.861,15	R\$ 29.595,11	R\$ 42.868,24
12	R\$ 36.085,99	R\$ 35.902,74	R\$ 29.085,74	R\$ 42.580,01
13	R\$ 36.415,92	R\$ 35.964,12	R\$ 28.652,83	R\$ 42.360,68
14	R\$ 36.763,08	R\$ 36.053,08	R\$ 28.291,27	R\$ 42.211,63
15	R\$ 37.122,25	R\$ 36.162,15	R\$ 27.986,39	R\$ 42.117,92
16	R\$ 37.491,94	R\$ 36.288,17	R\$ 27.728,91	R\$ 42.070,98

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Já no cenário otimista, a vantagem se mostra a partir do terceiro período, conforme exposto na Tabela 17.

Tabela 17 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF1, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 no Cenário Otimista – EC1

	CAUE - CENÁRIO OTIMISTA			
	DEFENSOR	DESAFIANTES		
PERÍODO	VDEF1	VDESAF1	VDESAF2	VDESAF3
1	R\$ 35.857,84	R\$ 40.561,24	R\$ 43.152,92	R\$ 54.948,61
2	R\$ 35.998,58	R\$ 40.070,23	R\$ 40.093,49	R\$ 51.893,27
3	R\$ 36.162,56	R\$ 39.348,82	R\$ 35.734,18	R\$ 47.488,41
4	R\$ 36.348,92	R\$ 38.925,96	R\$ 33.192,49	R\$ 44.981,34
5	R\$ 36.459,87	R\$ 38.644,17	R\$ 31.432,63	R\$ 43.292,97
6	R\$ 36.627,63	R\$ 38.350,90	R\$ 29.928,36	R\$ 41.874,95
7	R\$ 36.835,19	R\$ 38.171,80	R\$ 28.794,25	R\$ 40.846,53
8	R\$ 37.073,32	R\$ 38.069,64	R\$ 29.200,55	R\$ 40.789,98
9	R\$ 37.336,33	R\$ 38.023,16	R\$ 28.401,59	R\$ 40.157,68
10	R\$ 37.620,86	R\$ 38.019,64	R\$ 27.748,49	R\$ 39.672,12
11	R\$ 37.923,65	R\$ 38.022,47	R\$ 27.206,95	R\$ 39.162,90
12	R\$ 38.247,56	R\$ 38.064,31	R\$ 26.757,04	R\$ 38.915,35
13	R\$ 38.577,24	R\$ 38.125,44	R\$ 26.372,39	R\$ 38.725,43
14	R\$ 38.924,40	R\$ 38.214,40	R\$ 26.049,69	R\$ 38.595,86
15	R\$ 39.283,57	R\$ 38.323,47	R\$ 25.776,36	R\$ 38.514,01
16	R\$ 39.653,26	R\$ 38.449,48	R\$ 25.544,60	R\$ 38.472,81

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Por fim, no cenário pessimista, a vantagem se mostra a partir do sétimo período, conforme demonstrado na Tabela 18.

Tabela 18 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF1, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 no Cenário Pessimista – EC1

PERÍODO	CAUE - CENÁRIO PESSIMISTA			
	DEFENSOR	DESAFIANTES		
	VDEF1	VDESAF1	VDESAF2	VDESAF3
1	R\$ 31.535,19	R\$ 36.238,60	R\$ 46.817,46	R\$ 60.987,54
2	R\$ 31.675,94	R\$ 35.747,58	R\$ 43.562,68	R\$ 57.757,95
3	R\$ 31.839,93	R\$ 35.026,18	R\$ 39.084,21	R\$ 53.259,19
4	R\$ 32.026,28	R\$ 34.603,32	R\$ 36.450,02	R\$ 50.687,01
5	R\$ 32.137,22	R\$ 34.321,52	R\$ 34.613,55	R\$ 48.951,03
6	R\$ 32.304,99	R\$ 34.028,27	R\$ 33.048,72	R\$ 47.503,01
7	R\$ 32.512,56	R\$ 33.849,17	R\$ 31.865,06	R\$ 46.456,96
8	R\$ 32.750,68	R\$ 33.747,00	R\$ 32.518,22	R\$ 46.550,94
9	R\$ 33.013,70	R\$ 33.700,53	R\$ 31.666,65	R\$ 45.908,27
10	R\$ 33.298,20	R\$ 33.696,98	R\$ 30.970,38	R\$ 45.421,02
11	R\$ 33.601,01	R\$ 33.699,84	R\$ 30.352,68	R\$ 44.875,05
12	R\$ 33.924,41	R\$ 33.741,16	R\$ 29.843,46	R\$ 44.608,22
13	R\$ 34.254,59	R\$ 33.802,79	R\$ 29.411,40	R\$ 44.410,66
14	R\$ 34.601,76	R\$ 33.891,76	R\$ 29.051,50	R\$ 44.284,33
15	R\$ 34.960,93	R\$ 34.000,83	R\$ 28.748,84	R\$ 44.213,95
16	R\$ 35.330,63	R\$ 34.126,85	R\$ 28.494,04	R\$ 44.190,85

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.1.4 Estimativa de emissão de CO₂ e Crédito de Carbono - EC1

Através da ferramenta de cálculo de emissão de CO₂ do Idesam, considerando uma quilometragem média de 53.561Km, tanto o VDEF1 quanto o VDESAF1 emitem, aproximadamente, 12,67 toneladas de CO₂ por ano, sendo necessário o plantio de 35 árvores para compensação dessa emissão. Conforme apresentado na Figura 12.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Quanto ao VDESAF2, considerando as emissões referentes ao consumo de energia elétrica para o abastecimento das baterias, ao longo de um ano, são emitidos, aproximadamente,

0,31 toneladas de CO₂, sendo necessário o plantio de uma árvore como compensação para esta emissão. Conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13 – Emissão de CO₂ do VDESAF2 – EC1



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A ferramenta fornecida pelo Idesam não possibilita o cálculo da emissão dos veículos híbridos, portanto, em concordância com Book (2009), que alega que a emissão de CO₂ dos veículos híbridos equivale a 70 a 75%, se comparado aos veículos a combustão, obtivemos que o VDESAF3 no EC2 produz, aproximadamente, 9 toneladas.

Considerando o valor do crédito de carbono de €29,27 e o valor do euro frente ao real de R\$4,93, observou-se que a substituição do VDEF1 pelo VDESAF2 pode gerar um lucro de R\$28.273,75 referente à comercialização de créditos de carbono ao longo de 16 anos, enquanto que a substituição por VDESAF3 pode gerar um lucro de R\$8.395,20 referente à comercialização de créditos de carbono ao longo de 16 anos.

5.2 ESTUDO DE CASO 2 (EC2)

No Estudo de Caso 2, elencamos três veículos desafiantes para o VDEF2, um para a substituição por veículo similar à combustão (VDESAF1) e dois para a substituição por veículo não similar, que seriam o elétrico e o híbrido (VDESAF2 e VDESAF3).

5.2.1 Substituição por Veículo Similar

Para comparativo com o VDEF2, o veículo desafiante similar escolhido – VDESAF1 – foi o Honda Civic “Civic 2.0 EX CVT”, do ano de 2020, e com valor de aquisição de R\$97.900,00, por apresentar similaridade com o VDEF2. Conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14 – VDESAF1 do VDEF2 na substituição por veículo similar

	MODELO:	Civic
	FABRICANTE	Honda
	VALOR DE AQUISIÇÃO (R\$)	97.900,00
	AUTONOMIA (KM/L)	8,05
	COMBUSTÍVEL	Etanol/Gasolina
	DESVALORIZAÇÃO MÉDIA (ANO)	1 – 2 : 10% 3 – 5 : 7,5% 6 – X : 5%

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.2.2 Substituição por Veículo Não Similar

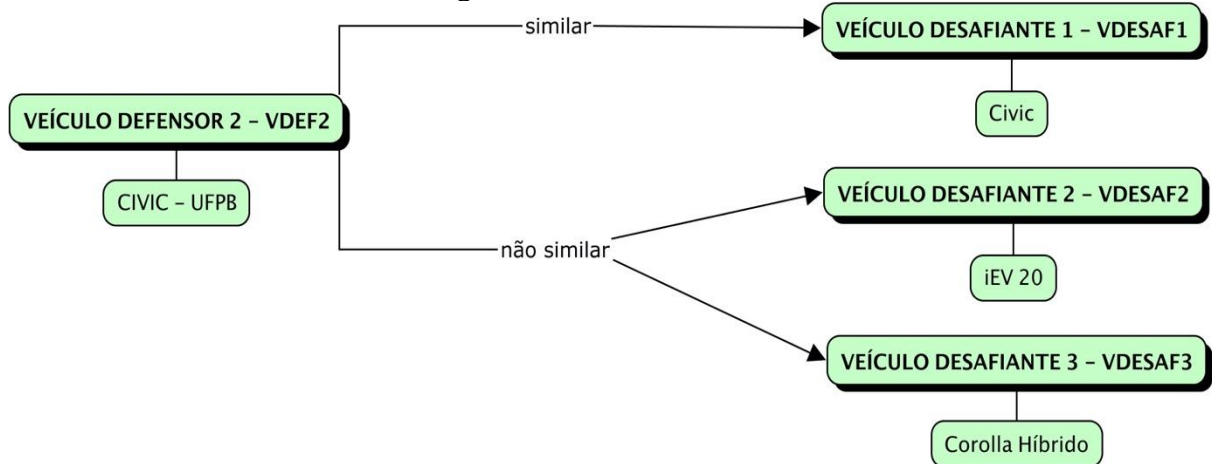
5.2.2.1 Veículo Elétrico (EV)

Pelos mesmos critérios apresentados anteriormente, selecionamos o iEV20, da montadora Jac Motors, como VDESAF2 do VDEF2.

5.2.2.2 Veículo Híbrido Elétrico (HEV)

Considerando os mesmos critérios apresentados anteriormente, selecionamos o Corolla, da montadora Toyota, como o VDESAF3 do VDEF2.

Para melhor compreensão dos veículos desafiante do Veículo Defensor 2 – VDEF2, elaboramos a Figura 15.

Figura 15 – Estudo de Caso 2

Fonte: O autor (2020).

5.2.3 CAUE das análises dos cenários – EC2

Para efeitos desta pesquisa, no Estudo de Caso 2, consideramos que todos os veículos percorreram uma quilometragem média de 18.528Km/ano.

5.2.3.1 CAUE VDEF2 – EC2

Na análise do VDEF2, o estudo do CAUE nos mostrou uma vida útil econômica de 8 anos, tanto para o cenário normal como para o cenário pessimista, enquanto no cenário otimista a vida útil é de 9 anos. Conforme exposto nas Tabelas 19, 20 e 21.

Tabela 19 – CAUE do VDEF2 – Cenário Esperado – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 49.000,00	R\$ -						
1	R\$ 46.550,00	R\$ 13.912,54	R\$ 40.833	R\$ 8.167	R\$ 12.204	R\$ 9.310	R\$ 13.913	R\$ 23.223
2	R\$ 44.222,50	R\$ 14.210,14	R\$ 34.028	R\$ 14.972	R\$ 23.138	R\$ 9.092	R\$ 14.052	R\$ 23.144
3	R\$ 42.011,38	R\$ 14.556,89	R\$ 28.356	R\$ 20.644	R\$ 32.964	R\$ 8.892	R\$ 14.199	R\$ 23.090
4	R\$ 39.910,81	R\$ 14.958,67	R\$ 23.630	R\$ 25.370	R\$ 41.820	R\$ 8.707	R\$ 14.353	R\$ 23.060
5	R\$ 37.915,27	R\$ 14.474,26	R\$ 19.692	R\$ 29.308	R\$ 49.338	R\$ 8.537	R\$ 14.371	R\$ 22.908
6	R\$ 36.019,50	R\$ 15.054,35	R\$ 16.410	R\$ 32.590	R\$ 56.196	R\$ 8.361	R\$ 14.451	R\$ 22.832
7	R\$ 34.218,53	R\$ 15.709,85	R\$ 13.675	R\$ 35.325	R\$ 62.475	R\$ 8.238	R\$ 14.569	R\$ 22.806
8	R\$ 32.507,60	R\$ 16.450,56	R\$ 11.396	R\$ 37.604	R\$ 68.242	R\$ 8.106	R\$ 14.711	R\$ 22.817
9	R\$ 30.882,22	R\$ 17.287,58	R\$ 9.497	R\$ 39.503	R\$ 73.558	R\$ 7.986	R\$ 14.871	R\$ 22.857
10	R\$ 29.338,11	R\$ 18.233,40	R\$ 7.914	R\$ 41.086	R\$ 78.476	R\$ 7.877	R\$ 15.045	R\$ 22.922
11	R\$ 27.871,20	R\$ 19.302,18	R\$ 6.595	R\$ 42.405	R\$ 83.043	R\$ 7.777	R\$ 15.230	R\$ 23.007
12	R\$ 26.477,64	R\$ 20.509,89	R\$ 5.496	R\$ 43.504	R\$ 87.300	R\$ 7.686	R\$ 15.423	R\$ 23.109
13	R\$ 25.153,76	R\$ 21.874,62	R\$ 4.580	R\$ 44.420	R\$ 91.283	R\$ 7.603	R\$ 15.624	R\$ 23.227
14	R\$ 23.896,07	R\$ 23.416,75	R\$ 3.816	R\$ 45.184	R\$ 95.023	R\$ 7.528	R\$ 15.832	R\$ 23.360
15	R\$ 22.701,27	R\$ 25.159,37	R\$ 3.180	R\$ 45.820	R\$ 98.548	R\$ 7.460	R\$ 16.044	R\$ 23.504
16	R\$ 21.566,21	R\$ 27.128,52	R\$ 2.650	R\$ 46.350	R\$ 101.881	R\$ 7.398	R\$ 16.262	R\$ 23.660

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 20 – CAUE do VDEF2 – Cenário Otimista – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 49.000,00	R\$ -						
1	R\$ 46.550,00	R\$ 14.913,75	R\$ 40.833	R\$ 8.167	R\$ 13.082	R\$ 9.310	R\$ 14.914	R\$ 24.224
2	R\$ 44.222,50	R\$ 15.211,34	R\$ 34.028	R\$ 14.972	R\$ 24.787	R\$ 9.092	R\$ 15.053	R\$ 24.145
3	R\$ 42.011,38	R\$ 15.558,09	R\$ 28.356	R\$ 20.644	R\$ 35.288	R\$ 8.892	R\$ 15.200	R\$ 24.092
4	R\$ 39.910,81	R\$ 15.959,87	R\$ 23.630	R\$ 25.370	R\$ 44.738	R\$ 8.707	R\$ 15.354	R\$ 24.061
5	R\$ 37.915,27	R\$ 15.475,46	R\$ 19.692	R\$ 29.308	R\$ 52.775	R\$ 8.537	R\$ 15.373	R\$ 23.909
6	R\$ 36.019,50	R\$ 16.055,55	R\$ 16.410	R\$ 32.590	R\$ 60.090	R\$ 8.381	R\$ 15.453	R\$ 23.833
7	R\$ 34.218,53	R\$ 16.711,05	R\$ 13.675	R\$ 35.325	R\$ 66.768	R\$ 8.238	R\$ 15.570	R\$ 23.807
8	R\$ 32.507,60	R\$ 17.451,77	R\$ 11.396	R\$ 37.604	R\$ 72.886	R\$ 8.106	R\$ 15.712	R\$ 23.818
9	R\$ 30.882,22	R\$ 18.288,78	R\$ 9.497	R\$ 39.503	R\$ 78.510	R\$ 7.986	R\$ 15.872	R\$ 23.859
10	R\$ 29.338,11	R\$ 19.234,60	R\$ 7.914	R\$ 41.086	R\$ 83.698	R\$ 7.877	R\$ 16.046	R\$ 23.923
11	R\$ 27.871,20	R\$ 20.303,38	R\$ 6.595	R\$ 42.405	R\$ 88.503	R\$ 7.777	R\$ 16.231	R\$ 24.008
12	R\$ 26.477,64	R\$ 21.511,10	R\$ 5.496	R\$ 43.504	R\$ 92.967	R\$ 7.686	R\$ 16.424	R\$ 24.110
13	R\$ 25.153,76	R\$ 22.875,82	R\$ 4.580	R\$ 44.420	R\$ 97.132	R\$ 7.603	R\$ 16.626	R\$ 24.229
14	R\$ 23.896,07	R\$ 24.417,96	R\$ 3.816	R\$ 45.184	R\$ 101.032	R\$ 7.528	R\$ 16.833	R\$ 24.361
15	R\$ 22.701,27	R\$ 26.160,57	R\$ 3.180	R\$ 45.820	R\$ 104.697	R\$ 7.460	R\$ 17.046	R\$ 24.505
16	R\$ 21.566,21	R\$ 28.129,73	R\$ 2.650	R\$ 46.350	R\$ 108.154	R\$ 7.398	R\$ 17.263	R\$ 24.661

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 21 – CAUE do VDEF2 – Cenário Pessimista – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 49.000,00	R\$ -						
1	R\$ 46.550,00	R\$ 12.911,34	R\$ 40.833	R\$ 8.167	R\$ 11.326	R\$ 9.310	R\$ 12.911	R\$ 22.221
2	R\$ 44.222,50	R\$ 13.208,93	R\$ 34.028	R\$ 14.972	R\$ 21.490	R\$ 9.092	R\$ 13.050	R\$ 22.143
3	R\$ 42.011,38	R\$ 13.555,69	R\$ 28.356	R\$ 20.644	R\$ 30.639	R\$ 8.892	R\$ 13.197	R\$ 22.089
4	R\$ 39.910,81	R\$ 13.957,47	R\$ 23.630	R\$ 25.370	R\$ 38.903	R\$ 8.707	R\$ 13.352	R\$ 22.059
5	R\$ 37.915,27	R\$ 13.473,05	R\$ 19.692	R\$ 29.308	R\$ 45.901	R\$ 8.537	R\$ 13.370	R\$ 21.907
6	R\$ 36.019,50	R\$ 14.053,14	R\$ 16.410	R\$ 32.590	R\$ 52.303	R\$ 8.381	R\$ 13.450	R\$ 21.831
7	R\$ 34.218,53	R\$ 14.708,65	R\$ 13.675	R\$ 35.325	R\$ 58.181	R\$ 8.238	R\$ 13.567	R\$ 21.805
8	R\$ 32.507,60	R\$ 15.449,36	R\$ 11.396	R\$ 37.604	R\$ 63.597	R\$ 8.106	R\$ 13.710	R\$ 21.816
9	R\$ 30.882,22	R\$ 16.286,37	R\$ 9.497	R\$ 39.503	R\$ 68.605	R\$ 7.986	R\$ 13.870	R\$ 21.856
10	R\$ 29.338,11	R\$ 17.232,19	R\$ 7.914	R\$ 41.086	R\$ 73.254	R\$ 7.877	R\$ 14.044	R\$ 21.921
11	R\$ 27.871,20	R\$ 18.300,97	R\$ 6.595	R\$ 42.405	R\$ 77.584	R\$ 7.777	R\$ 14.228	R\$ 22.005
12	R\$ 26.477,64	R\$ 19.508,69	R\$ 5.496	R\$ 43.504	R\$ 81.633	R\$ 7.686	R\$ 14.422	R\$ 22.108
13	R\$ 25.153,76	R\$ 20.873,42	R\$ 4.580	R\$ 44.420	R\$ 85.434	R\$ 7.603	R\$ 14.623	R\$ 22.226
14	R\$ 23.896,07	R\$ 22.415,55	R\$ 3.816	R\$ 45.184	R\$ 89.014	R\$ 7.528	R\$ 14.830	R\$ 22.358
15	R\$ 22.701,27	R\$ 24.158,17	R\$ 3.180	R\$ 45.820	R\$ 92.398	R\$ 7.460	R\$ 15.043	R\$ 22.503
16	R\$ 21.566,21	R\$ 26.127,32	R\$ 2.650	R\$ 46.350	R\$ 95.609	R\$ 7.398	R\$ 15.261	R\$ 22.659

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.2.3.2 CAUE VDESAF1 – EC2

Para o VDSAF1, os três cenários estudados não apresentaram o fim da vida útil econômica dentro do período de 16 anos, conforme exposto nas Tabelas 22, 23 e 24.

Tabela 22 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Esperado – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 97.900,00	R\$ 0						
1	R\$ 88.110,00	R\$ 13.700,18	R\$ 77.289	R\$ 20.611	R\$ 12.018	R\$ 23.496	R\$ 13.700	R\$ 37.196
2	R\$ 79.299,00	R\$ 13.673,01	R\$ 61.018	R\$ 36.882	R\$ 22.539	R\$ 22.398	R\$ 13.687	R\$ 36.086
3	R\$ 73.351,58	R\$ 13.742,53	R\$ 49.510	R\$ 48.390	R\$ 31.814	R\$ 20.843	R\$ 13.703	R\$ 34.546
4	R\$ 67.850,21	R\$ 13.851,57	R\$ 40.173	R\$ 57.727	R\$ 40.016	R\$ 19.812	R\$ 13.734	R\$ 33.546
5	R\$ 62.761,44	R\$ 14.002,98	R\$ 32.596	R\$ 65.304	R\$ 47.288	R\$ 19.022	R\$ 13.774	R\$ 32.796
6	R\$ 59.623,37	R\$ 14.239,38	R\$ 27.164	R\$ 70.736	R\$ 53.776	R\$ 18.190	R\$ 13.829	R\$ 32.019
7	R\$ 56.642,20	R\$ 14.520,63	R\$ 22.636	R\$ 75.264	R\$ 59.579	R\$ 17.551	R\$ 13.893	R\$ 31.444
8	R\$ 53.810,09	R\$ 14.851,86	R\$ 18.864	R\$ 79.036	R\$ 64.785	R\$ 17.038	R\$ 13.966	R\$ 31.004
9	R\$ 51.119,59	R\$ 15.238,89	R\$ 15.720	R\$ 82.180	R\$ 69.471	R\$ 16.614	R\$ 14.045	R\$ 30.659
10	R\$ 48.563,61	R\$ 15.688,34	R\$ 13.100	R\$ 84.800	R\$ 73.703	R\$ 16.257	R\$ 14.130	R\$ 30.387
11	R\$ 46.135,43	R\$ 15.054,34	R\$ 10.916	R\$ 86.984	R\$ 77.265	R\$ 15.952	R\$ 14.170	R\$ 30.122
12	R\$ 43.828,66	R\$ 15.709,84	R\$ 9.097	R\$ 88.803	R\$ 80.526	R\$ 15.689	R\$ 14.226	R\$ 29.915
13	R\$ 41.637,22	R\$ 16.450,56	R\$ 7.581	R\$ 90.319	R\$ 83.521	R\$ 15.459	R\$ 14.296	R\$ 29.755
14	R\$ 39.555,36	R\$ 17.287,57	R\$ 6.317	R\$ 91.583	R\$ 86.282	R\$ 15.259	R\$ 14.375	R\$ 29.634
15	R\$ 37.577,59	R\$ 18.233,39	R\$ 5.264	R\$ 92.636	R\$ 88.836	R\$ 15.082	R\$ 14.463	R\$ 29.545
16	R\$ 35.698,71	R\$ 19.302,17	R\$ 4.387	R\$ 93.513	R\$ 91.209	R\$ 14.926	R\$ 14.558	R\$ 29.484

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 23 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Otimista – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 97.900,00	R\$ 0						
1	R\$ 88.110,00	R\$ 14.849,93	R\$ 77.289	R\$ 20.611	R\$ 13.026	R\$ 23.496	R\$ 14.850	R\$ 38.346
2	R\$ 79.299,00	R\$ 14.842,06	R\$ 61.018	R\$ 36.882	R\$ 24.447	R\$ 22.398	R\$ 14.846	R\$ 37.244
3	R\$ 73.351,58	R\$ 14.933,41	R\$ 49.510	R\$ 48.390	R\$ 34.526	R\$ 20.843	R\$ 14.872	R\$ 35.715
4	R\$ 67.850,21	R\$ 15.067,10	R\$ 40.173	R\$ 57.727	R\$ 43.447	R\$ 19.812	R\$ 14.911	R\$ 34.724
5	R\$ 62.761,44	R\$ 15.246,37	R\$ 32.596	R\$ 65.304	R\$ 51.366	R\$ 19.022	R\$ 14.962	R\$ 33.984
6	R\$ 59.623,37	R\$ 15.514,26	R\$ 27.164	R\$ 70.736	R\$ 58.434	R\$ 18.190	R\$ 15.027	R\$ 33.217
7	R\$ 56.642,20	R\$ 15.831,09	R\$ 22.636	R\$ 75.264	R\$ 64.761	R\$ 17.551	R\$ 15.102	R\$ 32.653
8	R\$ 53.810,09	R\$ 16.202,52	R\$ 18.864	R\$ 79.036	R\$ 70.441	R\$ 17.038	R\$ 15.185	R\$ 32.223
9	R\$ 51.119,59	R\$ 16.634,98	R\$ 15.720	R\$ 82.180	R\$ 75.556	R\$ 16.614	R\$ 15.275	R\$ 31.889
10	R\$ 48.563,61	R\$ 17.135,77	R\$ 13.100	R\$ 84.800	R\$ 80.178	R\$ 16.257	R\$ 15.371	R\$ 31.629
11	R\$ 46.135,43	R\$ 16.559,78	R\$ 10.916	R\$ 86.984	R\$ 84.096	R\$ 15.952	R\$ 15.423	R\$ 31.375
12	R\$ 43.828,66	R\$ 17.280,83	R\$ 9.097	R\$ 88.803	R\$ 87.683	R\$ 15.689	R\$ 15.491	R\$ 31.180
13	R\$ 41.637,22	R\$ 18.095,62	R\$ 7.581	R\$ 90.319	R\$ 90.978	R\$ 15.459	R\$ 15.572	R\$ 31.031
14	R\$ 39.555,36	R\$ 19.016,33	R\$ 6.317	R\$ 91.583	R\$ 94.015	R\$ 15.259	R\$ 15.664	R\$ 30.922
15	R\$ 37.577,59	R\$ 20.056,73	R\$ 5.264	R\$ 92.636	R\$ 96.825	R\$ 15.082	R\$ 15.764	R\$ 30.846
16	R\$ 35.698,71	R\$ 21.232,39	R\$ 4.387	R\$ 93.513	R\$ 99.434	R\$ 14.926	R\$ 15.871	R\$ 30.797

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 24 – CAUE do VDESAF1 – Cenário Pessimista – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 97.900,00	R\$ 0						
1	R\$ 88.110,00	R\$ 12.550,44	R\$ 77.289	R\$ 20.611	R\$ 11.009	R\$ 23.496	R\$ 12.550	R\$ 36.046
2	R\$ 79.299,00	R\$ 12.503,96	R\$ 61.018	R\$ 36.882	R\$ 20.631	R\$ 22.398	R\$ 12.529	R\$ 34.927
3	R\$ 73.351,58	R\$ 12.551,66	R\$ 49.510	R\$ 48.390	R\$ 29.103	R\$ 20.843	R\$ 12.535	R\$ 33.378
4	R\$ 67.850,21	R\$ 12.636,04	R\$ 40.173	R\$ 57.727	R\$ 36.584	R\$ 19.812	R\$ 12.556	R\$ 32.368
5	R\$ 62.761,44	R\$ 12.759,59	R\$ 32.596	R\$ 65.304	R\$ 43.211	R\$ 19.022	R\$ 12.587	R\$ 31.609
6	R\$ 59.623,37	R\$ 12.964,50	R\$ 27.164	R\$ 70.736	R\$ 49.117	R\$ 18.190	R\$ 12.631	R\$ 30.821
7	R\$ 56.642,20	R\$ 13.210,17	R\$ 22.636	R\$ 75.264	R\$ 54.397	R\$ 17.551	R\$ 12.685	R\$ 30.236
8	R\$ 53.810,09	R\$ 13.501,20	R\$ 18.864	R\$ 79.036	R\$ 59.130	R\$ 17.038	R\$ 12.747	R\$ 29.784
9	R\$ 51.119,59	R\$ 13.842,80	R\$ 15.720	R\$ 82.180	R\$ 63.387	R\$ 16.614	R\$ 12.815	R\$ 29.429
10	R\$ 48.563,61	R\$ 14.240,92	R\$ 13.100	R\$ 84.800	R\$ 67.228	R\$ 16.257	R\$ 12.888	R\$ 29.146
11	R\$ 46.135,43	R\$ 13.548,91	R\$ 10.916	R\$ 86.984	R\$ 70.434	R\$ 15.952	R\$ 12.917	R\$ 28.869
12	R\$ 43.828,66	R\$ 14.138,86	R\$ 9.097	R\$ 88.803	R\$ 73.368	R\$ 15.689	R\$ 12.962	R\$ 28.651
13	R\$ 41.637,22	R\$ 14.805,51	R\$ 7.581	R\$ 90.319	R\$ 76.064	R\$ 15.459	R\$ 13.019	R\$ 28.479
14	R\$ 39.555,36	R\$ 15.558,81	R\$ 6.317	R\$ 91.583	R\$ 78.549	R\$ 15.259	R\$ 13.087	R\$ 28.345
15	R\$ 37.577,59	R\$ 16.410,05	R\$ 5.264	R\$ 92.636	R\$ 80.848	R\$ 15.082	R\$ 13.163	R\$ 28.245
16	R\$ 35.698,71	R\$ 17.371,95	R\$ 4.387	R\$ 93.513	R\$ 82.983	R\$ 14.926	R\$ 13.245	R\$ 28.171

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.2.3.3 CAUE VDESAF2 – EC2

De forma similar ao comparativo feito com VDEF1, ao analisarmos o comportamento do CAUE do VDESAF2, no intervalo de 16 anos, o ponto referente ao fim da vida útil econômica não foi atingido. Obteve apenas uma leve variação no oitavo período de cada cenário devido ao custo de substituição da bateria, conforme exposto nas Tabelas 25, 26 e 27.

Tabela 25 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Esperado – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 120.000,00	R\$ -						
1	R\$ 99.000	R\$ 4.347	R\$ 86.842	R\$ 33.158	R\$ 3.813	R\$ 37.800	R\$ 4.347	R\$ 42.147
2	R\$ 81.675	R\$ 3.940	R\$ 62.846	R\$ 57.154	R\$ 6.844	R\$ 34.709	R\$ 4.157	R\$ 38.865
3	R\$ 73.508	R\$ 3.765	R\$ 49.615	R\$ 70.385	R\$ 9.386	R\$ 30.317	R\$ 4.043	R\$ 34.360
4	R\$ 66.157	R\$ 3.614	R\$ 39.170	R\$ 80.830	R\$ 11.526	R\$ 27.741	R\$ 3.956	R\$ 31.637
5	R\$ 59.541	R\$ 3.487	R\$ 30.924	R\$ 89.076	R\$ 13.337	R\$ 25.946	R\$ 3.885	R\$ 29.831
6	R\$ 55.075	R\$ 3.418	R\$ 25.092	R\$ 94.908	R\$ 14.894	R\$ 24.406	R\$ 3.830	R\$ 28.236
7	R\$ 50.945	R\$ 3.362	R\$ 20.359	R\$ 99.641	R\$ 16.237	R\$ 23.235	R\$ 3.786	R\$ 27.022
8	R\$ 47.124	R\$ 22.386	R\$ 16.520	R\$ 103.480	R\$ 24.085	R\$ 22.307	R\$ 5.192	R\$ 27.499
9	R\$ 43.590	R\$ 3.294	R\$ 13.404	R\$ 106.596	R\$ 25.098	R\$ 21.550	R\$ 5.074	R\$ 26.624
10	R\$ 40.320	R\$ 3.282	R\$ 10.876	R\$ 109.124	R\$ 25.983	R\$ 20.921	R\$ 4.981	R\$ 25.902
11	R\$ 37.296	R\$ 2.352	R\$ 8.825	R\$ 111.175	R\$ 26.540	R\$ 20.389	R\$ 4.867	R\$ 25.256
12	R\$ 34.499	R\$ 2.440	R\$ 7.161	R\$ 112.839	R\$ 27.046	R\$ 19.935	R\$ 4.778	R\$ 24.713
13	R\$ 31.912	R\$ 2.540	R\$ 5.810	R\$ 114.190	R\$ 27.509	R\$ 19.545	R\$ 4.708	R\$ 24.254
14	R\$ 29.518	R\$ 2.653	R\$ 4.714	R\$ 115.286	R\$ 27.932	R\$ 19.208	R\$ 4.654	R\$ 23.861
15	R\$ 27.304	R\$ 2.781	R\$ 3.825	R\$ 116.175	R\$ 28.322	R\$ 18.914	R\$ 4.611	R\$ 23.525
16	R\$ 25.257	R\$ 2.925	R\$ 3.104	R\$ 116.896	R\$ 28.682	R\$ 18.658	R\$ 4.578	R\$ 23.236

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 26 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Otimista – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 120.000,00	R\$ -						
1	R\$ 99.000	R\$ 1.685	R\$ 86.842	R\$ 33.158	R\$ 1.478	R\$ 37.800	R\$ 1.685	R\$ 39.485
2	R\$ 81.675	R\$ 1.708	R\$ 62.846	R\$ 57.154	R\$ 2.792	R\$ 34.709	R\$ 1.696	R\$ 36.404
3	R\$ 73.508	R\$ 1.735	R\$ 49.615	R\$ 70.385	R\$ 3.963	R\$ 30.317	R\$ 1.707	R\$ 32.024
4	R\$ 66.157	R\$ 1.765	R\$ 39.170	R\$ 80.830	R\$ 5.007	R\$ 27.741	R\$ 1.719	R\$ 29.460
5	R\$ 59.541	R\$ 1.798	R\$ 30.924	R\$ 89.076	R\$ 5.942	R\$ 25.946	R\$ 1.731	R\$ 27.677
6	R\$ 55.075	R\$ 1.837	R\$ 25.092	R\$ 94.908	R\$ 6.778	R\$ 24.406	R\$ 1.743	R\$ 26.149
7	R\$ 50.945	R\$ 1.880	R\$ 20.359	R\$ 99.641	R\$ 7.529	R\$ 23.235	R\$ 1.756	R\$ 24.991
8	R\$ 47.124	R\$ 1.987	R\$ 16.520	R\$ 103.480	R\$ 14.221	R\$ 22.307	R\$ 3.066	R\$ 25.373
9	R\$ 43.590	R\$ 1.984	R\$ 13.404	R\$ 106.596	R\$ 14.831	R\$ 21.550	R\$ 2.998	R\$ 24.549
10	R\$ 40.320	R\$ 2.046	R\$ 10.876	R\$ 109.124	R\$ 15.383	R\$ 20.921	R\$ 2.949	R\$ 23.870
11	R\$ 37.296	R\$ 2.117	R\$ 8.825	R\$ 111.175	R\$ 15.884	R\$ 20.389	R\$ 2.913	R\$ 23.302
12	R\$ 34.499	R\$ 2.196	R\$ 7.161	R\$ 112.839	R\$ 16.339	R\$ 19.935	R\$ 2.887	R\$ 22.822
13	R\$ 31.912	R\$ 2.286	R\$ 5.810	R\$ 114.190	R\$ 16.756	R\$ 19.545	R\$ 2.868	R\$ 22.413
14	R\$ 29.518	R\$ 2.388	R\$ 4.714	R\$ 115.286	R\$ 17.137	R\$ 19.208	R\$ 2.855	R\$ 22.063
15	R\$ 27.304	R\$ 2.503	R\$ 3.825	R\$ 116.175	R\$ 17.488	R\$ 18.914	R\$ 2.847	R\$ 21.761
16	R\$ 25.257	R\$ 2.633	R\$ 3.104	R\$ 116.896	R\$ 17.811	R\$ 18.658	R\$ 2.843	R\$ 21.501

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 27 – CAUE do VDESAF2 – Cenário Pessimista – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 120.000,00	R\$ -						
1	R\$ 99.000	R\$ 4.534	R\$ 86.842	R\$ 33.158	R\$ 3.977	R\$ 37.800	R\$ 4.534	R\$ 42.334
2	R\$ 81.675	R\$ 4.129	R\$ 62.846	R\$ 57.154	R\$ 7.155	R\$ 34.709	R\$ 4.345	R\$ 39.054
3	R\$ 73.508	R\$ 3.958	R\$ 49.615	R\$ 70.385	R\$ 9.826	R\$ 30.317	R\$ 4.232	R\$ 34.549
4	R\$ 66.157	R\$ 3.811	R\$ 39.170	R\$ 80.830	R\$ 12.082	R\$ 27.741	R\$ 4.147	R\$ 31.888
5	R\$ 59.541	R\$ 3.687	R\$ 30.924	R\$ 89.076	R\$ 13.997	R\$ 25.946	R\$ 4.077	R\$ 30.023
6	R\$ 55.075	R\$ 3.622	R\$ 25.092	R\$ 94.908	R\$ 15.647	R\$ 24.406	R\$ 4.024	R\$ 28.430
7	R\$ 50.945	R\$ 3.571	R\$ 20.359	R\$ 99.641	R\$ 17.074	R\$ 23.235	R\$ 3.982	R\$ 27.217
8	R\$ 47.124	R\$ 24.507	R\$ 16.520	R\$ 103.480	R\$ 25.665	R\$ 22.307	R\$ 5.533	R\$ 27.840
9	R\$ 43.590	R\$ 3.514	R\$ 13.404	R\$ 106.596	R\$ 26.746	R\$ 21.550	R\$ 5.407	R\$ 26.957
10	R\$ 40.320	R\$ 3.509	R\$ 10.876	R\$ 109.124	R\$ 27.692	R\$ 20.921	R\$ 5.309	R\$ 26.230
11	R\$ 37.296	R\$ 2.587	R\$ 8.825	R\$ 111.175	R\$ 28.304	R\$ 20.389	R\$ 5.191	R\$ 25.580
12	R\$ 34.499	R\$ 2.684	R\$ 7.161	R\$ 112.839	R\$ 28.862	R\$ 19.935	R\$ 5.099	R\$ 25.034
13	R\$ 31.912	R\$ 2.794	R\$ 5.810	R\$ 114.190	R\$ 29.370	R\$ 19.545	R\$ 5.027	R\$ 24.572
14	R\$ 29.518	R\$ 2.919	R\$ 4.714	R\$ 115.286	R\$ 29.837	R\$ 19.208	R\$ 4.971	R\$ 24.179
15	R\$ 27.304	R\$ 3.059	R\$ 3.825	R\$ 116.175	R\$ 30.265	R\$ 18.914	R\$ 4.927	R\$ 23.842
16	R\$ 25.257	R\$ 3.218	R\$ 3.104	R\$ 116.896	R\$ 30.661	R\$ 18.658	R\$ 4.894	R\$ 23.552

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.2.3.4 CAUE VDESAF3 – EC2

Neste caso, assim como nos demais desafiantes, não foi apontado o final da vida útil, conforme disposto nas Tabelas 28, 29 e 30.

Tabela 28 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Esperado– EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 125.000,00	R\$ -						
1	R\$ 103.125	R\$ 8.564	R\$ 90.461	R\$ 34.539	R\$ 7.512	R\$ 39.375	R\$ 8.564	R\$ 47.939
2	R\$ 85.078	R\$ 8.248	R\$ 65.465	R\$ 59.535	R\$ 13.859	R\$ 36.155	R\$ 8.416	R\$ 44.571
3	R\$ 76.570	R\$ 8.188	R\$ 51.683	R\$ 73.317	R\$ 19.386	R\$ 31.580	R\$ 8.350	R\$ 39.930
4	R\$ 68.913	R\$ 8.170	R\$ 40.802	R\$ 84.198	R\$ 24.223	R\$ 28.897	R\$ 8.314	R\$ 37.211
5	R\$ 62.022	R\$ 8.193	R\$ 32.212	R\$ 92.788	R\$ 28.478	R\$ 27.028	R\$ 8.295	R\$ 35.323
6	R\$ 57.370	R\$ 8.297	R\$ 26.137	R\$ 98.863	R\$ 32.258	R\$ 25.423	R\$ 8.296	R\$ 33.719
7	R\$ 53.068	R\$ 8.439	R\$ 21.208	R\$ 103.792	R\$ 35.631	R\$ 24.204	R\$ 8.309	R\$ 32.512
8	R\$ 49.087	R\$ 19.121	R\$ 17.208	R\$ 107.792	R\$ 42.334	R\$ 23.237	R\$ 9.126	R\$ 32.363
9	R\$ 45.406	R\$ 8.848	R\$ 13.963	R\$ 111.037	R\$ 45.055	R\$ 22.448	R\$ 9.109	R\$ 31.557
10	R\$ 42.000	R\$ 9.123	R\$ 11.329	R\$ 113.671	R\$ 47.516	R\$ 21.792	R\$ 9.109	R\$ 30.902
11	R\$ 42.000	R\$ 8.479	R\$ 9.938	R\$ 115.062	R\$ 49.522	R\$ 21.102	R\$ 9.082	R\$ 30.184
12	R\$ 38.850	R\$ 8.939	R\$ 8.064	R\$ 116.336	R\$ 51.378	R\$ 20.659	R\$ 9.077	R\$ 29.736
13	R\$ 35.937	R\$ 9.458	R\$ 6.543	R\$ 118.457	R\$ 53.100	R\$ 20.276	R\$ 9.089	R\$ 29.364
14	R\$ 33.241	R\$ 10.045	R\$ 5.309	R\$ 119.691	R\$ 54.704	R\$ 19.942	R\$ 9.114	R\$ 29.056
15	R\$ 30.748	R\$ 10.708	R\$ 4.308	R\$ 120.692	R\$ 56.204	R\$ 19.650	R\$ 9.150	R\$ 28.800
16	R\$ 28.442	R\$ 11.457	R\$ 3.495	R\$ 121.505	R\$ 57.612	R\$ 19.394	R\$ 9.196	R\$ 28.590

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 29 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Otimista – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 125.000,00	R\$ -						
1	R\$ 113.438	R\$ 5.387	R\$ 99.507	R\$ 25.493	R\$ 4.726	R\$ 29.063	R\$ 5.387	R\$ 34.450
2	R\$ 85.078	R\$ 5.509	R\$ 65.465	R\$ 59.535	R\$ 8.965	R\$ 36.155	R\$ 5.444	R\$ 41.539
3	R\$ 76.570	R\$ 5.647	R\$ 51.683	R\$ 73.317	R\$ 12.776	R\$ 31.580	R\$ 5.503	R\$ 37.083
4	R\$ 68.913	R\$ 5.802	R\$ 40.802	R\$ 84.198	R\$ 16.212	R\$ 28.897	R\$ 5.564	R\$ 34.461
5	R\$ 62.022	R\$ 5.978	R\$ 32.212	R\$ 92.788	R\$ 19.316	R\$ 27.028	R\$ 5.627	R\$ 32.654
6	R\$ 57.370	R\$ 6.177	R\$ 26.137	R\$ 98.863	R\$ 22.131	R\$ 25.423	R\$ 5.691	R\$ 31.114
7	R\$ 53.068	R\$ 6.401	R\$ 21.208	R\$ 103.792	R\$ 24.689	R\$ 24.204	R\$ 5.757	R\$ 29.961
8	R\$ 49.087	R\$ 6.610	R\$ 17.208	R\$ 107.792	R\$ 30.334	R\$ 23.237	R\$ 6.539	R\$ 29.776
9	R\$ 45.406	R\$ 6.941	R\$ 13.963	R\$ 111.037	R\$ 32.469	R\$ 22.448	R\$ 6.564	R\$ 29.012
10	R\$ 42.000	R\$ 7.265	R\$ 11.329	R\$ 113.671	R\$ 34.429	R\$ 21.792	R\$ 6.600	R\$ 28.393
11	R\$ 42.000	R\$ 7.631	R\$ 9.938	R\$ 115.062	R\$ 36.234	R\$ 21.102	R\$ 6.645	R\$ 27.747
12	R\$ 38.850	R\$ 8.045	R\$ 8.064	R\$ 116.936	R\$ 37.904	R\$ 20.659	R\$ 6.697	R\$ 27.356
13	R\$ 35.937	R\$ 8.512	R\$ 6.543	R\$ 118.457	R\$ 39.454	R\$ 20.276	R\$ 6.753	R\$ 27.029
14	R\$ 33.241	R\$ 9.040	R\$ 5.309	R\$ 119.691	R\$ 40.898	R\$ 19.942	R\$ 6.814	R\$ 26.756
15	R\$ 30.748	R\$ 9.637	R\$ 4.308	R\$ 120.692	R\$ 42.248	R\$ 19.650	R\$ 6.878	R\$ 26.528
16	R\$ 28.442	R\$ 10.311	R\$ 3.495	R\$ 121.505	R\$ 43.515	R\$ 19.394	R\$ 6.946	R\$ 26.340

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 30 – CAUE do VDESAF3 – Cenário Pessimista – EC2

PERÍODO	VALOR DE REVENDA	CUSTOS TOTAIS	VP REVENDA	INVESTIMENTO - REVENDA	VP CUSTOS	CUSTO CAPITAL	CUSTO OPERAÇÃO	CAUE
0	R\$ 125.000,00	R\$ -						
1	R\$ 113.438	R\$ 9.163	R\$ 99.507	R\$ 25.493	R\$ 8.037	R\$ 29.063	R\$ 9.163	R\$ 38.225
2	R\$ 85.078	R\$ 8.860	R\$ 65.465	R\$ 59.535	R\$ 14.855	R\$ 36.155	R\$ 9.021	R\$ 45.176
3	R\$ 76.570	R\$ 8.816	R\$ 51.683	R\$ 73.317	R\$ 20.806	R\$ 31.580	R\$ 8.962	R\$ 40.542
4	R\$ 68.913	R\$ 8.815	R\$ 40.802	R\$ 84.198	R\$ 26.024	R\$ 28.897	R\$ 8.932	R\$ 37.829
5	R\$ 62.022	R\$ 8.857	R\$ 32.212	R\$ 92.788	R\$ 30.625	R\$ 27.028	R\$ 8.920	R\$ 35.948
6	R\$ 57.370	R\$ 8.984	R\$ 26.137	R\$ 98.863	R\$ 34.717	R\$ 25.423	R\$ 8.928	R\$ 34.351
7	R\$ 53.068	R\$ 9.150	R\$ 21.208	R\$ 103.792	R\$ 38.374	R\$ 24.204	R\$ 8.949	R\$ 33.152
8	R\$ 49.087	R\$ 20.911	R\$ 17.208	R\$ 107.792	R\$ 45.705	R\$ 23.237	R\$ 9.853	R\$ 33.089
9	R\$ 45.406	R\$ 9.619	R\$ 13.963	R\$ 111.037	R\$ 48.663	R\$ 22.448	R\$ 9.838	R\$ 32.286
10	R\$ 42.000	R\$ 9.930	R\$ 11.329	R\$ 113.671	R\$ 51.341	R\$ 21.792	R\$ 9.843	R\$ 31.635
11	R\$ 42.000	R\$ 9.327	R\$ 9.938	R\$ 115.062	R\$ 53.548	R\$ 21.102	R\$ 9.820	R\$ 30.922
12	R\$ 38.850	R\$ 9.833	R\$ 8.064	R\$ 116.936	R\$ 55.589	R\$ 20.659	R\$ 9.821	R\$ 30.480
13	R\$ 35.937	R\$ 10.404	R\$ 6.543	R\$ 118.457	R\$ 57.483	R\$ 20.276	R\$ 9.839	R\$ 30.115
14	R\$ 33.241	R\$ 11.049	R\$ 5.309	R\$ 119.691	R\$ 59.248	R\$ 19.942	R\$ 9.871	R\$ 29.813
15	R\$ 30.748	R\$ 11.779	R\$ 4.308	R\$ 120.692	R\$ 60.898	R\$ 19.650	R\$ 9.915	R\$ 29.565
16	R\$ 28.442	R\$ 12.603	R\$ 3.495	R\$ 121.505	R\$ 62.447	R\$ 19.394	R\$ 9.967	R\$ 29.362

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.2.3.5 Comparativo dos CAUEs do VDEF2, VDESAF1, VDESAF2 e VDESAF3 – EC2

Na análise do cenário esperado, o VDEF2 se mostrou a melhor opção até o décimo quinto período, enquanto que, no cenário otimista, até o nono período – neste cenário, para um período de 16 anos – o VDEF2 se mostrou mais viável. No cenário pessimista nenhum dos veículos desafiante apresentou CAUE inferior ao VDEF2, conforme exposto nas Tabelas 31, 32 e 33.

Tabela 31 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF2 e VDESAF1, VDESAF2, VDESAF3 no Cenário Esperado – EC2

	DEFENSOR	DESAFIANTES		
PERÍODO	VDEF2	VDESAF1	VDESAF2	VDESAF3
1	R\$ 23.222,54	R\$ 37.196,18	R\$ 42.146,75	R\$ 47.938,99
2	R\$ 23.144,09	R\$ 36.085,54	R\$ 38.865,42	R\$ 44.571,49
3	R\$ 23.090,29	R\$ 34.546,44	R\$ 34.359,48	R\$ 39.930,12
4	R\$ 23.059,97	R\$ 33.545,87	R\$ 31.696,92	R\$ 37.210,63
5	R\$ 22.908,30	R\$ 32.796,27	R\$ 29.831,22	R\$ 35.322,86
6	R\$ 22.832,07	R\$ 32.019,15	R\$ 28.236,34	R\$ 33.718,76
7	R\$ 22.806,12	R\$ 31.444,16	R\$ 27.021,80	R\$ 32.512,40
8	R\$ 22.817,18	R\$ 31.003,61	R\$ 27.499,24	R\$ 32.362,71
9	R\$ 22.857,35	R\$ 30.659,09	R\$ 26.624,26	R\$ 31.556,89
10	R\$ 22.921,76	R\$ 30.387,30	R\$ 25.901,89	R\$ 30.901,70
11	R\$ 23.006,50	R\$ 30.122,23	R\$ 25.256,04	R\$ 30.183,75
12	R\$ 23.111,87	R\$ 29.918,71	R\$ 24.716,38	R\$ 29.739,36
13	R\$ 23.227,51	R\$ 29.755,18	R\$ 24.253,69	R\$ 29.364,31
14	R\$ 23.359,65	R\$ 29.633,85	R\$ 23.861,42	R\$ 29.055,74
15	R\$ 23.504,29	R\$ 29.545,27	R\$ 23.525,39	R\$ 28.800,29
16	R\$ 23.659,92	R\$ 29.484,31	R\$ 23.236,39	R\$ 28.589,69

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 32 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF2 e VDESAF1, VDESAF2, VDESAF3 no Cenário Otimista – EC2

	CAUE - CENÁRIO OTIMISTA			
	DEFENSOR	DESAFIANTES		
PERÍODO	VDEF2	VDESAF1	VDESAF2	VDESAF3
1	R\$ 24.223,75	R\$ 38.345,92	R\$ 39.484,58	R\$ 44.762,27
2	R\$ 24.145,29	R\$ 37.244,31	R\$ 36.404,41	R\$ 41.599,28
3	R\$ 24.091,50	R\$ 35.714,54	R\$ 32.023,67	R\$ 37.083,08
4	R\$ 24.061,17	R\$ 34.723,61	R\$ 29.459,83	R\$ 34.461,02
5	R\$ 23.909,50	R\$ 33.983,95	R\$ 27.677,14	R\$ 32.654,16
6	R\$ 23.833,27	R\$ 33.217,04	R\$ 26.149,41	R\$ 31.114,29
7	R\$ 23.807,32	R\$ 32.652,54	R\$ 24.991,20	R\$ 29.960,73
8	R\$ 23.818,38	R\$ 32.222,74	R\$ 25.372,79	R\$ 29.775,90
9	R\$ 23.858,55	R\$ 31.889,22	R\$ 24.548,57	R\$ 29.012,38
10	R\$ 23.922,97	R\$ 31.628,68	R\$ 23.869,64	R\$ 28.392,72
11	R\$ 24.007,70	R\$ 31.375,06	R\$ 23.301,79	R\$ 27.746,86
12	R\$ 24.113,19	R\$ 31.183,36	R\$ 22.824,61	R\$ 27.358,76
13	R\$ 24.228,72	R\$ 31.031,54	R\$ 22.413,17	R\$ 27.028,70
14	R\$ 24.360,85	R\$ 30.922,24	R\$ 22.062,82	R\$ 26.755,55
15	R\$ 24.505,49	R\$ 30.845,87	R\$ 21.761,46	R\$ 26.528,14
16	R\$ 24.661,12	R\$ 30.797,25	R\$ 21.501,34	R\$ 26.339,64

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Tabela 33 – Comparativo dos CAUEs dos VDEF2 e VDESAF1, VDESAF2, VDESAF3 no Cenário Pessimista – EC2

PERÍODO	CAUE - CENÁRIO PESSIMISTA			
	DEFENSOR	DESAFIANTES		
	VDEF2	VDESAF1	VDESAF2	VDESAF3
1	R\$ 22.221,34	R\$ 36.046,44	R\$ 42.333,93	R\$ 48.537,57
2	R\$ 22.142,88	R\$ 34.926,77	R\$ 39.053,81	R\$ 45.176,41
3	R\$ 22.089,09	R\$ 33.378,34	R\$ 34.549,13	R\$ 40.541,57
4	R\$ 22.058,76	R\$ 32.368,13	R\$ 31.887,87	R\$ 37.828,84
5	R\$ 21.907,09	R\$ 31.608,60	R\$ 30.023,51	R\$ 35.948,03
6	R\$ 21.830,87	R\$ 30.821,26	R\$ 28.430,01	R\$ 34.351,10
7	R\$ 21.804,92	R\$ 30.235,78	R\$ 27.216,89	R\$ 33.152,09
8	R\$ 21.815,98	R\$ 29.784,47	R\$ 27.839,86	R\$ 33.089,29
9	R\$ 21.856,15	R\$ 29.428,96	R\$ 26.957,41	R\$ 32.286,24
10	R\$ 21.920,56	R\$ 29.145,93	R\$ 26.229,57	R\$ 31.635,09
11	R\$ 22.005,30	R\$ 28.869,41	R\$ 25.579,71	R\$ 30.922,10
12	R\$ 22.110,55	R\$ 28.654,07	R\$ 25.037,16	R\$ 30.483,50
13	R\$ 22.226,31	R\$ 28.478,82	R\$ 24.572,36	R\$ 30.114,66
14	R\$ 22.358,45	R\$ 28.345,46	R\$ 24.178,67	R\$ 29.812,85
15	R\$ 22.503,08	R\$ 28.244,68	R\$ 23.841,74	R\$ 29.564,55
16	R\$ 22.658,72	R\$ 28.171,37	R\$ 23.552,28	R\$ 29.361,43

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

5.2.4 Estimativa de emissão de CO₂ e Crédito de Carbono – EC2

Através da ferramenta de cálculo de emissão de CO₂ do Idesam, considerando uma quilometragem média de 18.528Km, tanto o VDEF2 quanto o VDESAF1 emitem, aproximadamente, 4,4 toneladas de CO₂ por ano, sendo necessário o plantio de 12 árvores para compensação desta emissão. Conforme exposto na Figura 16.

Figura 16 – Emissão de CO₂ do VDEF e VDESAF1 – EC2



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Quanto ao VDESAF2, considerando as emissões referentes ao consumo de energia elétrica para o abastecimento das baterias, ao longo de um ano, são emitidos, aproximadamente, 0,09 toneladas de CO₂, não sendo necessário o plantio de árvores como compensação para esta emissão. Conforme apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Emissão de CO₂ do VDESAF2 – EC2



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

De modo semelhante ao EC1, a emissão de CO₂ dos veículos híbridos equivale de 70 a 75%, se comparado aos veículos a combustão. Desta forma, o VDESAF3 produz cerca de, aproximadamente, 3,3 toneladas.

Considerando o valor do crédito de carbono de €29,27 e o valor do euro frente ao real de R\$4,93, observou-se que a substituição do VDEF1 pelo VDESAF2 pode gerar um lucro de R\$9.951,00 referente à comercialização de créditos de carbono ao longo de 16 anos, enquanto que a substituição por VDESAF3 pode gerar um lucro de R\$2.539,70 referente à comercialização de créditos de carbono ao longo de 16 anos.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1 ANÁLISE GERAL – EC1

A partir do comparativo dos CAUEs – Tabelas 16, 17 e 18 – observou-se que o veículo elétrico (VDESAF2), do ponto de vista econômico-financeiro, apresenta-se como a alternativa mais viável, tendo em vista que, no pior dos cenários (pessimista), a partir do sétimo período este veículo apresenta o melhor custo-benefício quando comparado aos demais.

Quanto aos possíveis ganhos ambientais, a substituição do VDEF1 pelo VDESAF2 é altamente eficiente, visto que possibilita uma redução de 97,6% na emissão de CO₂ ao longo de um ano. Além desses ganhos ambientais, existe a possibilidade do ganho econômico-financeiro através da venda dos créditos de carbono que equivale a R\$28.273,75.

6.1 ANÁLISE GERAL – EC2

Levando em consideração os dados comparativos das Tabelas 31, 32 e 33, a substituição do VDEF2, no cenário esperado, se mostrou viável apenas no último período da análise. Já no cenário otimista, a viabilidade da substituição, também pelo VDESAF2, ocorre a partir do décimo período. No cenário pessimista, ao longo dos 16 períodos, nenhum dos desafiante apresentou CAUE inferior ao VDEF2 que justificasse esta substituição.

Portanto, embora nos cenários realista e otimista exista viabilidade dentro do intervalo de 16 períodos, quando comparado ao EC1 tal substituição acarretará um ganho pouco significativo do ponto de vista econômico-financeiro.

Em relação aos possíveis ganhos ambientais, a substituição do VDEF2 pelo VDESAF2 é altamente eficiente, visto que possibilita uma redução de 97,81% na emissão de CO₂ ao longo de um ano. Além desses ganhos ambientais, existe a possibilidade do ganho econômico-financeiro através da venda dos créditos de carbono que equivale a R\$9.951,00.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização deste estudo, no que se refere à viabilidade econômico-financeira, observou-se que, em ambos os estudos de caso, recomenda-se que a substituição do VDEF1 e do VDEF2 se dê pelo VDESAF2, que é o veículo elétrico iEV20 da montadora Jac Motors. O que também representa um ganho ambiental, visto que acarretaria uma redução de 97,81% na emissão de CO₂ ao longo de um ano. Como o CAUE considera apenas os custos (saídas do fluxo), não foram realizadas projeções de fluxos de caixa incluindo a receita oriunda da comercialização de crédito de carbono, o que tornaria ainda mais viável a substituição do veículo a combustão pelo modelo elétrico.

É válido ressaltar que, para efeitos desta pesquisa, não consideramos a análise do ciclo de vida (desde o processo produtivo até o descarte dos componentes) dos veículos elétricos e híbridos que quando comparados ao ciclo de vida dos veículos tradicionais apresentam um maior impacto ambiental. Embora alguns estudos mostrem que tal fato será revertido com o possível reaproveitamento das suas baterias como, por exemplo, fonte de armazenamento de energia elétrica para residências que fazem o uso de fontes renováveis – energia eólica e solar.

Ao longo da execução deste trabalho, constatou-se que a substituição do veículo convencional a combustão por uma fonte alternativa – veículos elétricos ou híbridos – está cada vez mais próxima. Hoje, a grande barreira que impede a popularização destes veículos frente ao modelo tradicional de veículo a combustão, está na elevada discrepância dos custos de aquisição.

Portanto, acredita-se que com a existência de políticas públicas de incentivo à aquisição, tais como isenção de impostos e linhas de crédito diferenciadas para financiamento, o custo desses veículos se tornará inferior. O que acarretará um aumento da demanda, fazendo com que o custo de fabricação da unidade seja reduzido, possibilitando que as montadoras pratiquem um preço de mercado mais competitivo em relação ao veículo tradicional.

Do ponto de vista ambiental, os altos índices de poluição no mundo inteiro criam a necessidade de medidas emergenciais para uma drástica mudança na forma de utilização dos meios de transporte pelos homens. A título de exemplo, no cenário mundial, citamos o Reino Unido e países como Alemanha, Noruega, Dinamarca e França, que já decretaram ou demonstram interesse no fim da comercialização de veículos a combustão nos próximos 10 a 20 anos.

No cenário nacional, durante o tempo de execução desta pesquisa até o presente momento, tramita no Senado Federal o Projeto de Lei PLS 304/2017, que propõe a proibição

da comercialização de veículos a gasolina e a diesel no ano de 2030, além da proibição da circulação destes a partir de 2040.

As informações obtidas na execução deste trabalho poderão servir de base para novas pesquisas visto a dificuldade em encontrarmos fontes nacionais referentes ao tema, bem como para a criação de políticas públicas relacionadas ao uso de alternativas de transporte menos poluentes.

REFERÊNCIAS

AVILA, A. (org.). **Matemática Financeira e Engenharia Econômica**. Florianópolis: Programa de Educação Tutorial da Engenharia Civil – UFSC, 2013.

BOOK, Michael *et al.* The comeback of the electric car. **How Real, How Soon, and What Must Happen Next**. BCG The Boston Consulting Group, 2009. Disponível em: <https://www.bcg.com/documents/file15404.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020

CAMARGO, Camila. **Análise de investimentos e demonstrativos**: financeiros. Editora Ibpx, 2007.

CASAROTTO FILHO; N., KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos**: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2000.

CASAROTTO, FILHO. N.; KOPITTKE, H. B. **Análise de investimentos**: Engenharia econômica, Tomada de decisão, Estratégia empresarial. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

CRUZ, V. N. *et al.* Análise do processo de substituição de equipamentos por meio do método CAUE em uma mineradora de grande porte. **UFOP–Universidade Federal de Ouro Preto**, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/June_Fernandes2/publication/325844417_ANALISE_DO_PROCESSO_DE_SUBSTITUICAO_DE_EQUIPAMENTOS_POR_MEIO_DO_METODO_CAUE_EM_UMA_MINERADORA_DE_GRANDE_PORTE/links/5b288682a6fdcca0f09c5ae0/ANALISE-DO-PROCESSO-DE-SUBSTITUICAO-DE-EQUIPAMENTOS-POR-MEIO-DO-METODO-CAUE-EM-UMA-MINERADORA-DE-GRANDE-PORTE.pdf. Acesso em: 02 de mar. 2020.

EHRLICH, P. J.; MORAES, E. A. de. **Engenharia Econômica**: Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2013. 177 p.

GITMAN, L. J. **Administração Financeira**: uma abordagem gerencial. São Paulo: Addison Wesley, 2003.

GODINHO, R. D. Como foi inventado o automóvel? **Super Interessante**. Online. 2011. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/como-foi-inventado-o-automovel/>. Acesso em: 23 set. 2019.

HARMON, B. Indian travois. 1934. DOI: <http://dx.doi.org/10.14288/1.0361839>. Disponível em: <https://open.library.ubc.ca/collections/langmann/items/1.0361839>. Acesso em: 15 nov. 2019.

HUMMEL, P. R. V.; TASCHNER, R. Black. **Análise e decisão sobre investimentos**: engenharia econômica: teoria e prática. 1995.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 2013: **Mudança Climática 2013**: A Base da Ciência Física. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [Stocker, TF, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, SK Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia,

V. Bex e PM Midgley (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA, 1535 p. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>. Acesso em: 15 out. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMZÔNIA – IPMA. **O que é e como funciona o mercado de carbono?** On-line. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-funciona-o-mercado-de-carbono/>. Acesso em: 10 mar. 2020.

LIMA, E.C.P. *et al.* Simulação de Monte Carlo auxiliando a análise de viabilidade econômica de projetos. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Niterói, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Natallya_Levino/publication/237321848_SIMULACAO_DE_MONTE_CARLO_AUXILIANDO_A_ANALISE_DE_VIABILIDADE_ECONOMIC_A_DE_PROJETOS/links/54eb78b60cf2082851bdf7e5.pdf. Acesso em: 10 fev. 2020.

NAVARRO, R. Quando foi inventada a roda? **Super Interessante**. On-line. 2011. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quando-foi-inventada-a-roda/>. Acesso em: 15 nov. 2019.

PAINEL. A história e a genialidade do automóvel. **Revista Paineis**, n. 250, p. 5-25, 2016. Disponível em: <https://www.aearp.org.br/upload/revista/20170711150449painel-250.pdf>. Acesso em: 23 set. 2019.

SAMANEZ, C. P. **Engenharia econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

SILVA, A. M. Educação para o trânsito: proposta pedagógica nas escolas municipais de Sinop/MT. **Revista Internacional de Apoyo a la Inclusión, Logopedia, Sociedad y Multiculturalidad**. ISSN 2387-0907, n. 3, v. 3, p. 47-66, 2017. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKEwis8Yyc_JzoAhXzFLkGHR--DsQQFjADegQIBxAB&url=https%3A%2F%2Fdia.net.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F6941086.pdf&usq=AOvVaw0PYq21E0c7uxWRYUvbxyS2. Acesso em: 15 nov. 2019.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**. São Paulo: Atlas, 1999.

TORRES, O. F. F. **Fundamentos da Engenharia Econômica e da análise econômica de projetos**. São Paulo: Thomson Learning, 2006.

TUSI, M. L. *et al.* Análise do Cálculo da Vida Econômica de Veículos de um Centro de Formação de Condutores. **Revista Brasileira de Gestão e Engenharia** | RBGE | ISSN 2237-1664, n. 20, p. 137-149, 2019. Disponível em: <http://periodicos.cesg.edu.br/index.php/gestaoeengenharia/article/view/492/651>. Acesso em: 05 mar. 2020.

UNION OF CONCERNED SCIENTISTS – UCS. **Electric Vehicle Batteries**. Online, 2018. Disponível em: <https://www.ucsusa.org/resources/ev-batteries>. Acesso em: 10 jan. 2020.

VONBUN, Christian. **Impactos ambientais e econômicos dos veículos elétricos e híbridos plug-in**: uma revisão da literatura. Texto para Discussão, 2015. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/121613>. Acesso em: 10 jan. 2020.

WESTON, J. F.; BRIGHAM, E. F. **Fundamentos da administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

WOMACK, J. P. *et al.* **A máquina que mudou o mundo**: baseado no estudo do Massachusetts Institute of Technology sobre o futuro do automóvel. Rio de Janeiro: Campus, 2004.