

Análise da viabilidade de migração para o ambiente de contratação livre e o impacto econômico com as recargas de uma frota de veículos elétricos.

Cíntia H. Flesch, Patrícia G. Dallepiane, Cláudio A.C. Cambambi,
Luciane N. Canha.

Universidade Federal de Santa Maria

Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica
Centro de Excelência em Energia e Sistemas de Potência
(cintiaflesch@gmail.com)

Abstract: The electricity market has two contracting environments: the regulated contracting environment (ACR) and the free contracting environment (ACL). In the ACR the price of energy is established in auctions for the distributors and in the ACL the prices are freely negotiated between consumer and generator. One of the alternatives for reducing costs in a sustainable way is to migrate to the ACL, because the company can choose which source it wants to buy energy from. In addition, the electrification of the vehicle fleet is one of the realities that comes to contribute to cost reduction during operation and is seen as an alternative to impact the reduction of pollutant emissions in order to build a more sustainable environment. Thus, the objective of the study is to conduct an analysis of the feasibility of migration to the free contracting environment and the impact that this migration would cause economically on the supply of the vehicle fleet. The study showed that the migration from ACR to ACL presents significant savings for the consumer, since he/she has a fixed value of the energy tariff and does not perceive the impacts related to the tariff flags. Finally, the insertion of the electric vehicle fleet presented favorable results for the consumer and for the environment by contributing to the reduction of environmental impacts.

Resumo: O mercado de energia elétrica possui dois ambientes de contratação: o ambiente de contratação regulado (ACR) e o ambiente de contratação livre (ACL). No ACR o preço da energia é estabelecido em leilões para as distribuidoras e no ACL os preços são negociados livremente entre consumidor e gerador. Uma das alternativas para a redução de custos, de uma forma sustentável é a migração para o ACL, pois a empresa pode escolher de que fonte quer comprar energia. Além disso, a eletrificação da frota de veículos é uma das realidades que vem a contribuir com a redução de custos durante a operação e são visto como uma alternativa para impactar na redução da emissão de poluentes, com o intuito de construir um ambiente mais sustentável. Desta forma, o objetivo do estudo é realizar uma análise da viabilidade de migração para o ambiente de contratação livre e o impacto que essa migração causaria economicamente no abastecimento da frota de veículos. O estudo mostrou que a migração do ACR para o ACL apresenta uma economia significativa para o consumidor, visto que tem um valor fixo da tarifa de energia e não percebe os impactos referentes às bandeiras tarifárias. Por fim, a inserção da frota de veículos elétricos apresentou resultados favoráveis para o consumidor e para o meio ambiente por contribuir com a redução dos impactos ambientais.

Keywords: Free Energy Market; Electric Vehicles; Economic impact; Recharge; Distributed Energy Resources.

Palavras-chaves: Mercado Livre de Energia; Veículos Elétricos; Impacto econômico; Recarga; Recursos Energéticos Distribuídos.

1. INTRODUÇÃO

O setor energético brasileiro é cada vez mais dinâmico e passa por mudanças estruturais significativas em um país de dimensões continentais, cujo regime de chuva é cada vez menos previsível. Soma-se a isso o fato de o modelo elétrico brasileiro ser predominantemente hídrico e sensível a períodos de estiagem, que podem reduzir drasticamente os níveis de armazenamento de água dos reservatórios e levar a períodos de racionamento. No contexto em questão, ganham notoriedade as fontes de energia renováveis tais como: eólica e solar (Ferreira et al., 2021).

Assim, considerando-se o aproveitamento de fontes renováveis e outros recursos energéticos distribuídos, houve nas últimas décadas um crescimento considerável de instalações de pequenos sistemas de geração distribuída, mudando o perfil de consumidores de pequeno e médio porte para instalações de perfil híbrido de consumo e geração, os quais vêm sendo chamados de prossumidores de energia (Guo et al., 2022; Alsalloum et al., 2022). Tais prossumidores aproveitam-se da disponibilidade local de energia para geração e consumo próprio, podendo ainda vender a energia excedente para a concessionária local, reduzindo custos com energia elétrica, bem como trazendo melhorias para eficiência do sistema elétrico associado (Guo et al., 2022; Alsalloum et al., 2022).

A diversidade de Recursos Energéticos Distribuídos (RED's), sejam os recursos já conhecidos ou as inovações que surgiram, demandam um novo modelo de remuneração para as distribuidoras. Nesse cenário, novas formas de contratação vêm conquistando a adesão de muitas empresas. Duas delas merecem destaque: o ambiente de contratação regulado (ACR) e o ambiente de contratação livre (ACL).

Com o crescente aumento do custo de energia, a busca por alternativas que gerem economia cresce. Na indústria, um dos setores que mais demanda energia esse impacto gera preocupações. O que faz com que muitos desses consumidores busquem alternativas como a geração própria de energia, programas de eficiência energética ou até a migração para o mercado livre de energia.

Além disso, com o intuito de reduzir despesas no setor de transportes, as empresas buscam investir em novas tecnologias, pois um sistema de transporte econômico e eficiente é um elemento importante para contribuir com a economia, estimular a competitividade no mercado e a redução de despesas na logística das empresas (Patel et al., 2022).

Portanto, os veículos elétricos oportunizam uma nova alternativa de mobilidade, referente às vantagens com a diminuição de ruído no trânsito, redução da emissão de poluentes e por apresentarem custos menores de abastecimento e manutenção comparados aos veículos tradicionais. Além de buscar construir uma economia sustentável através das recargas realizadas por fontes renováveis de energia (Kaur and Singh, 2022).

Neste contexto, o objetivo do presente artigo é realizar a análise econômica e financeira sobre a migração de uma unidade consumidora (UC) do ramo varejista para

o mercado livre e os impactos econômicos dessa migração no abastecimento da frota de veículos elétricos.

2. AMBIENTES DE CONTRATAÇÃO DE ENERGIA

Mediante a Lei nº 10.848 de 15 de março de 2004 e o Decreto nº 5.163 de 30 de junho de 2004, instituíram as diretrizes da comercialização de energia elétrica, por meio de dois ambientes de contratação de compra e venda de energia, além de dispor de medidas que preveem a modicidade tarifária. Hoje, no Brasil, a energia é comercializada em duas esferas de mercado: Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e Ambiente de Contratação Livre (ACL). São contratos distintos, com vantagens, desvantagens e leis diferentes regendo cada um (Behr, 2021).

As empresas responsáveis pela produção e transmissão de energia compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN), onde ocorrem as negociações de compra e venda de energia. Essa comercialização é regulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e gerenciada pela Câmara Comercial de Energia Elétrica (CCEE), responsável por todas as atividades que viabilizam os contratos (Moraes, 2019).

Todos os contratos, sejam do ACR ou do ACL, devem ser registrados na CCEE e servem de base para a contabilização e liquidação das diferenças no mercado de curto prazo. A CCEE também é responsável pelo cálculo e pela divulgação do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), utilizado para valorar as operações de compra e venda de energia. Os Agentes da CCEE são empresas que atuam no setor de energia elétrica e dividem-se nas categorias de Geração, Distribuição, Comercialização, Consumidores Livres e Especiais, podendo os associados ter participação obrigatória ou facultativa (Lagasse, 2020).

2.1 Ambiente de Contratação Regulada

O ACR é formado pelos consumidores cativos, que consomem a energia adquirida pelas concessionárias de distribuição de sua localidade. Essa energia é paga por meio de uma fatura mensal e o valor inclui o volume consumido e os serviços de distribuição e de geração de energia (Baierle, 2021).

No ACR a comercialização de energia é concedida para distribuidoras, autorizadas de geração e comercializadoras, que são efetuadas por meio de leilões de energia promovidos pela CCEE, com o preço e condições de fornecimento reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (Bezerra, 2021). Dessa forma, a tarifa do consumo de energia apresentada na fatura é composta pela tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD), pela tarifa de energia (TE) referente ao faturamento mensal de consumo e demais encargos e tributos (Santos et al., 2019).

2.2 Ambiente de contratação livre

Do Ambiente de Contratação Livre participam dois tipos de consumidores: os consumidores livres e os consumidores especiais (Rocha and da Silva Júnior, 2021).

consumidores livres: Os consumidores livres são aqueles que têm demanda mínima de 1.000 kW e possibilidade de escolha de seu fornecedor de energia elétrica por meio de livre negociação.

Essa demanda mínima contratada de classificação dos consumidores livres deve reduzir anualmente, conforme cronograma determinado na Portaria 465/2019, do Ministério de Minas e Energia, chegando a 500 kW a partir de janeiro de 2023. No entanto, até 31 de janeiro de 2022, a ANEEL e a CCEE deverão apresentar estudo sobre as medidas regulatórias necessárias para permitir a abertura do mercado livre de energia para os consumidores com carga inferior a 500 kW, com cronograma de abertura iniciando em 1º de janeiro de 2024.

Logo, o consumidor precisa enviar uma carta de denúncia do contrato à distribuidora local, informando que não deseja mais adquirir energia da mesma, com uma antecedência mínima de 180 dias antes da renovação do contrato. Posteriormente, é necessário realizar os seguintes procedimentos: tornar-se um agente da CCEE; adequar o sistema de medição; realizar a modelagem da carga na CCEE; e, por fim, realizar o contrato de energia com alguma geradora a fim de atender a necessidade.

consumidores especiais: Os consumidores especiais, atualmente, têm demanda contratada entre 500 kW e 2.000 kW. Eles só podem contratar energia elétrica de usinas solares, eólicas, de biomassa ou pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), com potência máxima de 50 MW (Behr, 2021).

A comercialização no ACL é realizada mediante a contratação de livre acordo durante a compra e venda de energia entre os integrantes, que são comercializadoras, autorizados de geração, consumidores livres e especiais, que atendam a regulamentação. Logo, o tipo de contrato, condições de atendimento e o preço é de acordo com a negociação livremente definida entre os interessados, denominado Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Livre (CCEAL) (Bezerra, 2021)).

No ACL o valor final da energia elétrica consumida é composta pelo preço negociado na compra de energia (R\$/kWh), pela tarifa de uso da rede da concessionária, a demanda solicitada pela unidade consumidora e demais tributações conforme cada região (Bezerra, 2021).

Assim, os consumidores especiais podem migrar para o ACL com comunhão de fato ou de direito. A comunhão de fato é definida para quando há mais de uma unidade consumidora do grupo A no mesmo terreno e a carga total das unidades resulta na demanda contratada mínima. Já, a comunhão de direito é estabelecida quando as unidades do grupo A possuem a mesma raiz de CNPJ, podendo assim, unir as cargas para ocorrer a migração dentro do mesmo submercado (Rosner, 2021).

Dependendo de cada perfil, os clientes podem realizar a compra de energia por meio de contratos de compra de energia incentivada ou convencional. O consumidor que comprar por meio de energia incentivada, que são provenientes de fontes renováveis de energia, recebe descontos entre 50% e 100% na tarifa de uso do sistema de transmissão ou distribuição de energia elétrica (Leal et al., 2019).

Conforme relatado acima, o mercado livre deverá crescer ao longo das próximas décadas no Brasil e poderá, inclusive, chegar aos consumidores residenciais de maior consumo, diante da flexibilização da regulação no que tange o mercado de energia, com maior empoderamento do consumidor em um momento em que o carro elétrico, as redes inteligentes e a digitalização avançam.

Duas forças que impulsionarão o empoderamento do consumidor são as redes inteligentes de energia com o avanço da digitalização e os carros elétricos. Ambas permitirão a mudança do papel do consumidor, que a partir dessas novas tecnologias poderá gerenciar sua conta de luz e inclusive gerar energia, seja com a descarga da bateria do carro elétrico, seja com os medidores inteligentes bidirecionais, que não apenas leem o consumo, mas podem vir a permitir que o consumidor comercialize excedentes com a instalação de módulos fotovoltaicos no telhado de sua residência. Para que isso ocorra com maior intensidade e visando combater os entraves da flexibilização do mercado de energia do país e estimular a inserção veículos elétricos no mercado de energia, inclusive, a ANEEL vem lançando novas resoluções normativas que vão adequando pouco a pouco o cenário nacional frente ao que já ocorre fora do país.

Neste novo cenário os veículos elétricos começam a ganhar espaço no Brasil.

3. VEÍCULOS ELÉTRICOS

O transporte eficiente e econômico contribui para estimular a competitividade no mercado e reduzir despesas na logística da empresa. Além de suprir o processo produtivo e os clientes no tempo, quantidade e lugar certo e no menor custo, com base em um planejamento estratégico da empresa e visando incrementar o lucro. À medida que o transporte se torna mais econômico e de fácil acesso, contribui para garantir a economia de escala e reduzir preços das mercadorias (Sénquiz-Díaz, 2021; Liu et al., 2021).

O aumento da demanda oriunda da frota de veículos a combustão tende a ser cada vez maior, resultando no aumento no consumo de derivados de petróleo que contribui para o impacto ambiental, devido a emissão de poluentes (Nicolau et al., 2020). Com isso, os veículos elétricos (VEs) são vistos como novas alternativas para a mobilidade e concorrem para substituir os modelos a combustão.

Segundo Borba (2020), a indústria automobilística está passando por um processo de transformação, situação que pode difundir o mercado de veículos elétricos (VE) no Brasil. Visto que, é uma alternativa para atender às novas demandas da sociedade e impactar significativamente na redução da emissão de poluentes, especialmente quando combinado com fontes renováveis de energia (Jacinto et al., 2018).

A mobilidade elétrica tem ganhado destaque para a operação no transporte, por serem caracterizados por possuir zero emissões durante a operação e serem independentes da flutuação do preço do petróleo. Assim como, oferecem um ambiente confortável nos trajetos aos seus clientes por apresentar menor vibração devido ao seu motor elétrico

(Uslu and Kaya, 2021). A inserção dessa tecnologia é um passo importante de uma mudança de cultura para um ambiente mais sustentável.

Por fim, a utilização de VEs no modal de transporte rodoviário intensificam a eficiência energética, por depender de eletricidade e não requererem combustão direta de combustível, contribuindo com a política de transporte, para atingir nos principais centros urbanos uma logística urbana livre de emissões de poluentes (Colmenar-Santos et al., 2019).

3.1 Desafio da inserção dos VEs no mercado brasileiro

No Brasil, o grande desafio dos carros elétricos é a infraestrutura de recarga das baterias. A rede de abastecimento para estes veículos no Brasil ainda é pequena se comparada com outros países, mas é possível ver algumas iniciativas pelo país, como na rodovia Presidente Dutra, que liga as capitais de São Paulo e Rio de Janeiro. A autonomia das baterias é outro obstáculo a ser vencido. Apesar da evolução nos últimos anos, o tempo de recarga é, em média, de 20 a 25 minutos, enquanto um veículo hoje tem alcance de menos de 400 quilômetros com uma carga (do Nascimento Martins; Costa et al., 2021; Masiero et al., 2017).

Outro ponto a ser aperfeiçoado é o custo das baterias que são usadas para recarregar os veículos elétricos. Esse é um dos principais pontos que encarecem os carros. O custo é um obstáculo ainda, principalmente no Brasil, em que a maioria dos modelos é importada. Os preços dos modelos 100% elétricos à venda no país variam entre R\$ 150 mil e R\$ 450 mil (Cavagliano, 2021; Vale et al., 2021). Mas grandes fabricantes internacionais trabalham em novas tecnologias que poderão fazer essas baterias terem custos similares aos de equipamentos usados nos veículos a combustíveis fósseis (Vale et al., 2021).

Com a queda dos preços prevista para os próximos anos, os carros elétricos devem ganhar espaço na frota nacional. Segundo de Souza and Hiroi (2021), a participação dos modelos eletrificados no Brasil será de 4,4% em 2025 e, em 2030, de 9,3%. Hoje ela mal chega a 1% dos veículos do país.

4. METODOLOGIA

Com o intuito de reduzir despesas com energia elétrica e no setor de transporte da empresa em estudo, o objetivo deste trabalho é buscar novas alternativas eficientes que contribuam com o meio ambiente e impactam significativamente no faturamento da empresa. Deste modo, desenvolveu-se um comparativo de tarifas de energia elétrica nos dois ambientes de contratação, no ambiente de contratação livre e no ambiente de contratação regulada. Inicialmente, visa analisar as tarifas de energia elétrica da concessionária local, e posteriormente comparar com uma cotação de preços médios de tarifas de energia elétrica de uma comercializadora, durante o período de um ano.

E, por fim, instigou-se o processo para inserir a mobilidade elétrica na empresa, no qual é realizada uma análise da viabilidade financeira mediante a um comparativo de uma frota de veículos elétricos com recargas no ACR e no ACL.

5. ESTUDO DE CASO

O estudo aborda a análise de viabilidade de migração de uma unidade consumidora (UC) do ramo varejista para o mercado livre. Atualmente, a demanda contratada da empresa é de 500 kW, do grupo tarifário A4 e sob concessão de uma distribuidora local, localizada no Estado do Rio Grande do Sul.

5.1 Análise econômica entre o ACR e ACL

A fim de estimar o custo de energia elétrica do consumidor para desenvolver um comparativo entre o ACR e o ACL, buscou-se analisar o histórico do consumo de energia da empresa, conforme ilustrado na Figura 1.

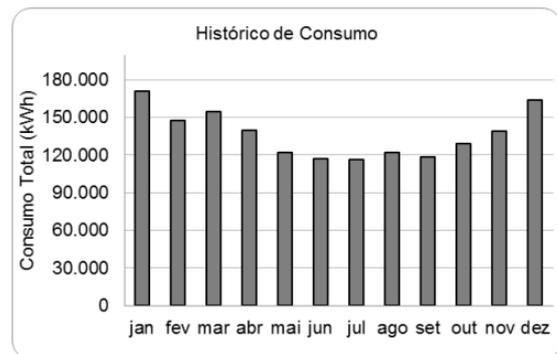


Figura 1. Histórico do Consumo.

Posteriormente, possibilitou realizar a cotação de energia elétrica de uma comercializadora, e então compará-la com as tarifas oferecidas pela distribuidora local. Para realizar a cotação de energia é considerado os montantes do consumo de energia elétrica apresentado no histórico, relacionado com a quantidade de horas ao mês. Para o estudo considerou-se uma média de 722h mensais, assim resultando nos montantes apresentados na na Figura 2.

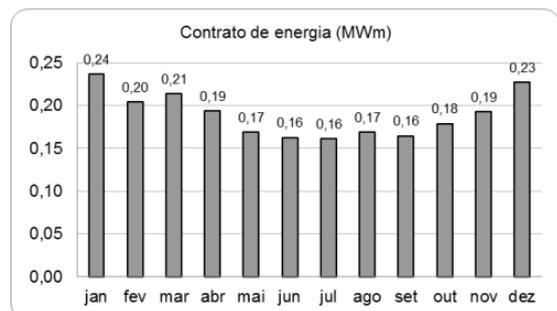


Figura 2. Comportamento do Contrato de Energia.

Assim, estimou-se um preço médio de energia para o cenário de 2022/2023 em R\$ 250,00 por MWh, para uma energia incentivada i5, ou seja, com 50% de desconto na TUSD, visto que, a empresa possui demanda de 500 kW, o que limita a adquirir energia provenientes de fontes incentivadas.

Para desenvolver o comparativo, buscou-se aplicar no ACR as tarifas da distribuidora local, de acordo com as características da UC, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Tarifas de Energia no ACR

Mercado Regulado	Grupo A4	Tarifa Horosazonal Verde
TUSD	P (R\$/kW)	—
	FP (R\$/kW)	R\$ 27,18
	P (R\$/MWh)	R\$ 1.074,54
	FP (R\$/MWh)	R\$ 86,70
TE	P (R\$/MWh)	R\$ 437,86
	FP (R\$/MWh)	R\$ 270,66

Considerando as tarifas e descontos obtidos para a empresa em questão mediante a contratação no ACL, assim como, os dados de tarifas em vigência no ACR, pode-se realizar o comparativo das tarifas resultantes em cada ambiente de contratação conforme detalhado na Tabela 2.

Tabela 2. Comparativo de Tarifas

	ACR	ACL
TUSD demanda(R\$/kW)	R\$ 27,18	R\$ 13,59
TUSD P (R\$/kWh)	R\$ 1,075	R\$ 0,581
TUSD FP (R\$/kWh)	R\$ 0,087	R\$ 0,087
TE P (R\$/kWh)	R\$ 0,438	R\$ 0,25
TE FP (R\$/kWh)	R\$ 0,271	R\$ 0,25

Ressalta-se que no ACR, deve-se considerar a incidência das bandeiras tarifárias, assim a TE, tanto para o período ponta (P(corresponde normalmente ao horário das 18h às 21h excluindo sábados, domingos e feriados. Neste horário a tarifa de energia e a demanda chegam a ter preço triplicado quando comparados aos valores cobrados nas demais horas do dia)) quanto no período de fora ponta (FP(período do dia onde o consumo de energia elétrica é mais baixo)), sofrem acréscimos referente a bandeira tarifária em vigência. Na Tabela 3, é demonstrado os valores atuais de cada bandeira.

Tabela 3. Bandeiras Tarifárias

Incidência Bandeiras Tarifárias	TE P (R\$/MWh)	TE FP (R\$/MWh)
Bandeira Verde	R\$ 437,86	R\$ 270,66
Bandeira Amarela	R\$ 456,60	R\$ 289,40
Bandeira Vermelha P1	R\$ 477,57	R\$ 310,37
Bandeira Vermelha P2	R\$ 532,78	R\$ 365,58
Bandeira Escassez hídrica	R\$ 579,86	R\$ 412,66

Desde setembro de 2021 a fatura de energia tem apresentado o acréscimo referente a incidência da bandeira de escassez hídrica. Portanto, para o estudo em questão, considerou-se os valores referente a bandeira de escassez hídrica para o mercado cativo, com o intuito de avaliar o impacto desse acréscimo na fatura de energia elétrica.

Mediante a esse comparativo, pode-se comparar os custos que a empresa teria se permanecesse no mercado cativo e os custos que ela terá migrando para o ACL. Assim, resultando no gráfico ilustrado na Fig. 3, que ao optar por migrar para o ACL a empresa pode vir a obter uma economia de 25%.

Considerando, o cenário com o acréscimo da tarifa de bandeira de escassez hídrica, ou conhecida como bandeira preta, conforme demonstrando Figura 4, pode-se vir a obter uma economia de aproximadamente 40%.



Figura 3. Comparativo entre o ACR e o ACL.

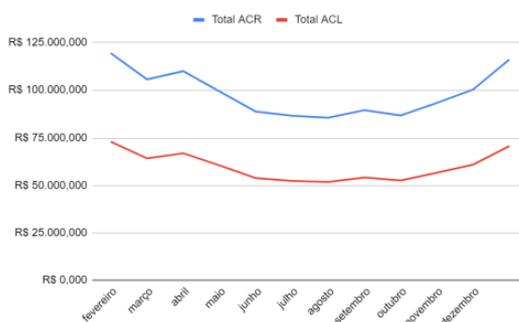


Figura 4. Comparativo entre o ACR e o ACL com o acréscimo da bandeira de escassez hídrica.

6. INSERÇÃO DA FROTA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS

Os veículos elétricos oportunizam uma nova alternativa de mobilidade, devido às vantagens relacionadas à redução da emissão de poluentes e por apresentarem custos menores de abastecimento e manutenção comparados aos veículos tradicionais durante sua operação. Com isso, mediante a Tabela 4, foi apresentada a proposta de uma frota de veículos elétricos para atender a demanda da empresa, juntamente com as características de recarga para cada modelo especificado.

Como os veículos são utilizados durante o período diurno, avalia-se que o período mais adequado para a realização das recargas é no período noturno, após às 21:00 horas até as 8:00 horas do dia seguinte, considerando recargas simultâneas para os veículos propostos.

Para realizar as recargas projetou-se a instalação de 7 carregadores com potência de 7,4 kW, totalizando uma carga instalada de 51,8 kW. Com isso projetou-se um aumento da demanda contratada atual de 500 kW para 550kW, a fim de não ocorrer ultrapassagem de demanda, visto que em janeiro a mesma alcançou o limite contratado. Assim, pode-se verificar que o acréscimo de demanda, comparando o ACR com o ACL, resultou em uma economia de 50% no ACL, visto que a tarifa da demanda, para o mesmo montante é metade do valor estabelecido no ACR, conforme demonstrado na Tabela 5.

Portanto, para desenvolver um comparativo da análise de despesas com recargas é considerado o custo da energia em kWh, atribuídos para o ACR e para o ACL durante o período fora ponta. Ressalta-se que nas tarifas de energia

Tabela 4. Frota de Veículos Elétricos.

Tipo de veículo	Modelo	Bateria (kWh)	Auton.(Km)	Proposta(Un)	Carregador(kW)	Recarga(h)
Furgão	KANGOO ZE	33	200	2	7,4	05:13
Furgão	iEV750V	92	235	1	7,4	12:43
Carro	Bolt EV	66	416	1	7,4	09:47
Carro	iEV 20	41	400	2	7,4	06:20
Caminhão	iEV1200T	97	200	1	7,4	13:00

Tabela 5. Comparativo de aumento de demanda.

Aumento de demanda em 50 kW			
	500 kW	550 kW	Diferença
ACR	R\$ 13.590,00	R\$ 14.949,00	R\$ 1.359,00
ACL	R\$ 6.795,00	R\$ 7.474,50	R\$ 679,50

no ACR estão sendo consideradas o acréscimo referente a bandeira de escassez hídrica. Portanto, conforme a Tabela 6, é possível avaliar o custo de recarga que apresenta cada modelo selecionado para a proposta de eletrificação da frota de veículos da empresa.

Tabela 6 - Comparativo do Custo para Recarga de Veículos

Modelo	Consumo (kWh/km)	ACR		ACL	
		Custo do kWh (RS)	Custo Recarga (RS)	Custo do kWh (RS)	Custo Recarga (RS)
KANGOO ZE	0,165	R\$ 0,08	R\$ 16,49	R\$ 0,06	R\$ 11,12
Bolt EV	0,159	R\$ 0,08	R\$ 32,98	R\$ 0,05	R\$ 22,24
iEV20	0,103	R\$ 0,05	R\$ 20,49	R\$ 0,03	R\$ 13,82
iEV1200T	0,485	R\$ 0,24	R\$ 48,47	R\$ 0,16	R\$ 32,69
iEV750V	0,391	R\$ 0,20	R\$ 45,97	R\$ 0,13	R\$ 31,00

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os resultados obtidos no comparativo entre o ACR com o ACL, no cenário onde a tarifa de energia da distribuidora permanece em bandeira verde, o consumidor obteve uma economia de aproximadamente 25%. Entretanto, observa-se que na Tabela 3, esse impacto se torna maior quando há a aplicação das bandeiras tarifárias. A partir de setembro de 2021, houve um impacto maior devido à incidência da bandeira preta, ou bandeira de escassez hídrica, que resulta em uma economia de aproximadamente 40%, comparando os dois cenários.

Com a inserção da frota de veículos elétricos, pode-se verificar a necessidade de alterar o contrato de demanda, com um acréscimo de 50 kW, avaliando as tarifas de demanda nos ambientes de contratação em estudo, conclui-se que no ACL se obteve uma maior economia a ser paga mensalmente, pelo fato das tarifas possuírem um valor menor. Além disso, no custo de energia também pode-se verificar um custo menor comparado ao ACR.

Por fim, a contratação de energia deve ser bem planejada a fim de conseguir um valor atrativo para a TE. Quanto maior o tempo de contratação melhor o valor da TE.

8. CONCLUSÕES

Conforme o estudo apresentado, a migração do ACR para o ACL apresentou uma economia significativa para o consumidor, visto que tem um valor fixo da tarifa de energia e não percebe os impactos referentes às bandeiras tarifárias. Além de possuir um valor menor no reajuste da

TUSD consumo e na TUSD demanda quando a mesma sofre reajustes.

Além disso, a inserção da frota de veículos elétricos apresentou resultados favoráveis para o consumidor e para o meio ambiente por contribuir com a redução dos impactos ambientais. Portanto, a mobilidade elétrica é uma tendência mundial, embora que no Brasil existem outros fatores que conduzem a um moderado crescimento deste mercado, ocorre uma crescente demanda por tecnologias sustentáveis e uso de motores elétricos com melhor rendimento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES/PROEX) – Código de Financiamento 001 e do Fundo de Incentivo à Pesquisa (FIPE) da Universidade Federal de Santa Maria

REFERÊNCIAS

- Alsalloum, H., Rahim, R., and Merghem-Bouhahia, L. (2022). Contribution-based energy-trading mechanism: A multi-level energy management approach. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 136, 107668.
- Baierle, E.E. (2021). Modernização do setor elétrico: Oportunidades para o setor do agronegócio.
- Behr, K.R. (2021). Oportunidades para os consumidores no mercado livre de energia.
- Bezerra, F.D. (2021). Energia solar.
- Borba, B. (2020). Big push para a mobilidade sustentável: cenários para acelerar a penetração de veículos elétricos leves no brasil.
- Cavagliano, L. (2021). Análise da viabilidade técnica e econômica da substituição de veículos a combustão interna por veículos elétricos e veículos elétricos híbridos no brasil.
- Colmenar-Santos, A., Muñoz-Gómez, A.M., Rosales-Asensio, E., and López-Rey, Á. (2019). Electric vehicle charging strategy to support renewable energy sources in europe 2050 low-carbon scenario. *Energy*, 183, 61–74.
- Costa, E., Horta, A., Correia, A., Seixas, J., Costa, G., and Sperling, D. (2021). Diffusion of electric vehicles in brazil from the stakeholders' perspective. *International Journal of Sustainable Transportation*, 15(11), 865–878.
- de Souza, C.C.R. and Hiroi, J. (2021). O mercado de carros elétricos no brasil: análise de entraves e sugestões para expansão. *Práticas em Contabilidade e Gestão*, 9(1), 1.
- do Nascimento Martins, C. (????). Infraestrutura de recarga de bateria e subsídios e incentivos fiscais: condições chave para a difusão do carro elétrico. *Desenvolvimento em Debate*, 4(1), 35–55.
- Ferreira, L.F., Santana, J.R., and Rapini, M.S. (2021). O setor energético no brasil: Um debate sobre a potencialidade das fontes renováveis no contexto ambiental e

- tecnológico. *RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico*, 2(49).
- Guo, C., Luo, F., Cai, Z., and Dong, Z.Y. (2022). Energy management of internet data centers in multiple local energy markets. *Electric Power Systems Research*, 205, 107760.
- Jacinto, T., Dias, B., Ramos, T., Marcato, A., Silva, I., Oliveira, L., and Borba, B. (2018). Impact of electric vehicles in electric costs considering the long-term operation planning. In *2018 Simposio Brasileiro de Sistemas Eletricos (SBSE)*, 1–6. IEEE.
- Kaur, A.P. and Singh, M. (2022). Design and development of a three-phase net meter for v2g enabled charging stations of electric vehicles. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 100598.
- Lagasse, W. (2020). Previsão do comportamento do preço de liquidação das diferenças (pld) com ferramentas estatísticas.
- Leal, J.L.B. et al. (2019). O livre comércio de energia no brasil: estudo de caso.
- Liu, W., Zhang, J., Wei, S., and Wang, D. (2021). Factors influencing organisational efficiency in a smart-logistics ecological chain under e-commerce platform leadership. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(4), 364–391.
- Masiero, G., Ogasavara, M.H., Jussani, A.C., and Risso, M.L. (2017). The global value chain of electric vehicles: A review of the japanese, south korean and brazilian cases. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 290–296.
- Moraes, M.M.M. (2019). Uma análise dos aspectos jurídicos da comercialização de energia elétrica no ambiente de contratação livre.
- Nicolau, O.N.B., Chaves, G.d.L.D., and Zanchetta, I.T. (2020). Avaliação do consumo energético e emissões de dióxido de carbono do transporte rodoviário do brasil (2016-2026). *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 54.
- Patel, D.K., Singh, D., and Singh, B. (2022). A comparative analysis for impact of distributed generations with electric vehicles planning. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, 101840.
- Rocha, T.S. and da Silva Júnior, D.C. (2021). Matriz elétrica brasileira e o processo de adesão ao mercado livre de energia. *Caderno de Estudos em Engenharia Elétrica*, 3(1).
- Rosner, M.C. (2021). Atrasos em processos de migração ao acl.
- Santos, T.C.P.S. et al. (2019). Estudo de viabilidade econômico-financeira de migração para o mercado livre de energia por fator de carga, distribuidora e submercado.
- Sénquiz-Díaz, C. (2021). The effect of transport and logistics on trade facilitation and trade: A pls-sem approach. *ECONOMICS-Innovative and Economic Research*, 9(2), 11–34.
- Uslu, T. and Kaya, O. (2021). Location and capacity decisions for electric bus charging stations considering waiting times. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 90, 102645.
- Vale, R.d.S., Aguiar, G.F.P., Maciel, A.C., Araújo, G.H.d., and Hevia, J.V. (2021). Desenvolvimento do setor automobilístico sustentável no brasil.