

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA

JULIANA LOPES TANUS SOARES

Caracterização de uma estação de recarga de veículos elétricos para estudos de fluxo de
potência: um estudo de caso real

UBERLÂNDIA/MG

2025

JULIANA LOPES TANUS SOARES

Caracterização de uma estação de recarga de veículos elétricos para estudos de fluxo de
potência: um estudo de caso real

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Área de concentração: Mobilidade Elétrica

Orientador: José Rubens Macedo Júnior

UBERLÂNDIA/MG

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S676 Soares, Juliana Lopes Tanus, 2001-
2025 Caracterização de uma estação de recarga de veículos elétricos
para estudos de fluxo de potência [recurso eletrônico] : um estudo
de caso real / Juliana Lopes Tanus Soares. - 2025.

Orientador: José Rubens Macedo Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia Elétrica.

Modo de acesso: Internet.

Inclui bibliografia.

Inclui ilustrações.

1. Engenharia elétrica. I. Macedo Júnior, José Rubens ,1972-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação em
Engenharia Elétrica. III. Título.

CDU: 621.3

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



ATA DE DEFESA - GRADUAÇÃO

Curso de Graduação em:	1449BI - Graduação em Engenharia Elétrica: Bacharelado - Integral				
Defesa de:	FEELT31917 - Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Elétrica				
Data:	02/12/2025	Hora de início:	07h30	Hora de encerramento:	08h30
Matrícula do Discente:	12011EEL018				
Nome do Discente:	Juliana Lopes Tanus Soares				
Título do Trabalho:	Caracterização de uma estação de recarga de veículos elétricos para estudos de fluxo de potência: um estudo de caso real				
A carga horária curricular foi cumprida integralmente?		(X) Sim () Não			

Reuniu-se em plataforma digital de comunicação, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, assim composta: **Prof. Dr. José Rubens Macedo Junior (FEELT/UFU)**, orientador da candidata; **Prof. Dr. Pedro Henrique Aquino Barra (FEELT/UFU)**; e **Prof. Dr. Isaque Nogueira Gondim (FEELT/UFU)**.

Iniciando os trabalhos, o presidente da mesa, **Dr. José Rubens Macedo Junior**, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu a palavra a discente para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do curso.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada sem nota.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **José Rubens Macedo Junior**, Professor(a) do Magistério Superior, em 02/12/2025, às 08:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Henrique Aquino Barra**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 02/12/2025, às 08:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Isaque Nogueira Gondim**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 02/12/2025, às 08:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6891235** e o código CRC **5E9D1E29**.

JULIANA LOPES TANUS SOARES

Caracterização de uma estação de recarga de veículos elétricos para estudos de fluxo de
potência: um estudo de caso real

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Elétrica da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Elétrica.

Uberlândia, 02 de dezembro de 2025.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Isaque Nogueira Gondim

Prof. Dr. Pedro Henrique Aquino Barra

Prof. Dr. José Rubens Macedo Júnior (Orientador)

Dedico este trabalho aos meus pais, à minha família, aos meus amigos, e a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse chegar até aqui.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Regina e João Paulo, por todo amor e resiliência que sempre me inspiraram. Obrigada por sempre estarem ao meu lado, pelo esforço que fizeram para que eu pudesse ter as melhores oportunidades, por serem meu lar, minha fortaleza e a melhor parte de toda a minha existência;

Ao Prof. Dr. José Rubens, pela oportunidade inestimável de me acolher no Laboratório de Distribuição de Energia Elétrica (LADEE), contribuindo de forma decisiva para minha formação acadêmica. Agradeço por todos os ensinamentos, pela disponibilidade e pelo apoio prestado, que foram indispensáveis para a concretização deste trabalho;

À Universidade Federal de Uberlândia, pela estrutura e por todos os professores que contribuíram com seu tempo, dedicação e conhecimento na minha formação, a qual eu levarei por toda a minha vida profissional;

À minha professora de matemática, Letícia Lucena (*in memorian*), por ter sido a principal motivação para minha escolha em fazer Engenharia, pelas suas palavras que me inspiraram e que continuam a ser combustível na minha vida. Ao meu querido amigo Leonardo (*in memorian*), que sonhou comigo em seguir este caminho e por ter me dado seu amor e apoio até o último instante;

Aos meus mentores e queridos amigos, Julio Cesar e Paloma Greiciania, agradeço por todo o conhecimento transmitido, pela paciência e por acreditarem em mim desde o início. A convivência com vocês me fez perceber o quanto desejo me tornar, ao menos um pouco, o que vocês representam para mim;

Ao meu namorado, Paulo Vicktor, por acreditar mais em mim do que eu mesma, pela paciência, compreensão e apoio nos momentos de ausência. Obrigada por me ajudar a superar todas as adversidades desta trajetória;

Aos meus irmãos Pedro Henrique, Neto, Anna Carolina e Anna Rafaela, por todo amor, acolhimento e motivação que sempre me deram;

Aos amigos conquistados na jornada acadêmica, pelo companheirismo e apoio nos desafios da graduação. Em especial, a Pedro Henrique, Artur, Ian, Isabela e João Vitor, por terem estado presentes em todos os momentos e serem como irmãos para mim. Com vocês, a caminhada se tornou mais leve e ainda mais gratificante.

*“Carpe diem. Aproveitem o dia. Façam de suas
vidas uma coisa extraordinária.”*

(Sociedade dos Poetas Mortos)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivo.....	23
<i>1.1.1 Objetivos específicos</i>	<i>23</i>
1.2 Organização do trabalho.....	23
2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DA OPERAÇÃO DA ERVE	25
2.1 Especificações técnicas do carregador veicular e configuração de conexão	25
2.2 Análise estatística dos dados de gestão do carregador veicular.....	26
<i>2.2.1 Taxa de ocupação do carregador</i>	<i>27</i>
<i>2.2.2 Frequência diária de recargas.....</i>	<i>28</i>
<i>2.2.3 Análise Estatística da Duração das Recargas por Dia da Semana.....</i>	<i>30</i>
<i>2.2.4 Picos de recarga por hora do dia.....</i>	<i>32</i>
<i>2.2.5 Consumo de energia por modelo de veículo</i>	<i>33</i>
<i>2.2.6 Métricas de estatísticas para o consumo de energia por modelo de veículo.....</i>	<i>35</i>
3 CARACTERIZAÇÃO ELÉTRICA DA ERVE	37
3.1 Metodologia para Geração das Curvas de Potência Ativa.....	39
<i>3.1.1 Curvas de Potência Ativa em kW para DU, SA e DO.....</i>	<i>39</i>
<i>3.1.2 Geração da curva de potência ativa e sua média normalizada para DU, SA e DO</i>	<i>40</i>
<i>3.1.3 Identificação dos Horários de Pico de Potência Ativa</i>	<i>42</i>
<i>3.1.4 Curva característica de potência ativa</i>	<i>43</i>
3.2 Metodologia para Geração das Curvas de Potência Reativa.....	44
<i>3.2.1 Curvas de Potência Reativa em kVAr para DU, SA e DO</i>	<i>44</i>
<i>3.2.2 Conversão das Curvas de Potência Reativa para pu</i>	<i>46</i>
<i>3.2.3 Cálculo da Curva Média em [pu].....</i>	<i>47</i>
<i>3.2.4 Curva Característica de Potência Reativa.....</i>	<i>48</i>
4 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS	50
REFERÊNCIAS.....	52

APÊNDICE A – TABELA DAS TIPOLOGIAS DAS CURVAS DE CARGA	55
APÊNDICE B – SCRIPT EM PYTHON PARA GERAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS CURVAS DE CARGA.....	56
APÊNDICE C – PLANILHA DE DADOS DE GESTÃO DOS CARREGAMENTOS ..	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Histórico de vendas de veículos eletrificados.....	16
Figura 2 – Vendas de veículos elétricos por região (2023 vs. 2024).....	17
Figura 3 – Total de pontos de recarga de veículos elétricos por região (AC e DC)	18
Figura 4 – Aumento das alíquotas de importação para veículos eletrificados	19
Figura 5 – Tendência de crescimento do mercado de veículos elétricos no mundo	20
Figura 6 – Eletroposto de 50kW	26
Figura 7 – Especificações técnicas do transformador que energiza o eletroposto.....	26
Figura 8 – Taxa de ocupação do Carregador por dia.....	27
Figura 9 – Número de recargas por dia.....	28
Figura 10 – Exemplo real de Carregamentos Simultâneos	29
Figura 11 – Taxa de Ocupação vs Sessões por dia	30
Figura 12 – Picos de Recarga por Faixa Horária	33
Figura 13 – Medidor Pure BlackBox.	37
Figura 14 – Configuração dos Parâmetros Elétricos da Rede para Leitura dos Dados no <i>Software Sapphire</i>	38
Figura 15 – Curva de Potência Ativa (DU)	39
Figura 16 – Curva de Potência Ativa (SA)	40
Figura 17 – Curva de Potência Ativa (DO)	40
Figura 18 – Curvas em PU e a sua Média para Dias Úteis (DU).....	41
Figura 19 – Curvas em PU e a sua Média para Sábados (SA).....	41
Figura 20 – Curvas em PU e a sua média para domingos (DO)	42
Figura 21 – Caracterização da Curva Diária para Dias Úteis (DU).....	43
Figura 22 – Caracterização da Curva Diária para Sábados (SA).....	44
Figura 23 – Caracterização da Curva Diária para Domingos (DO).....	44
Figura 24 – Curva de Potência Reativa (DU)	45
Figura 25 – Curva de Potência Reativa (SA).....	45
Figura 26 – Curva de Potência Reativa (DO)	45
Figura 27 – Curvas em PU para Dias Úteis	46
Figura 28 – Curvas em PU para Sábados.....	47
Figura 29 – Curvas em PU para Domingos	47
Figura 30 – Curvas de Média em PU para Dias Úteis	48
Figura 31 – Curvas de Média em PU para Sábados	48
Figura 32 – Curvas de Média em PU para Domingos	48
Figura 33 – Caracterização da Curva Diária para Dias Úteis (DU).....	49
Figura 34 – Caracterização da Curva Diária para Sábados (SA).....	49
Figura 35 – Caracterização da Curva Diária para Domingos (DO).....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Potência Máxima de Carregamento (AC e DC) por Modelo de Veículo.....	29
Tabela 2 – Métricas Estatísticas de Duração e Frequência das Recargas por Dia.....	31
Tabela 3 – Consumo de Energia por Modelo de Veículo	34
Tabela 4 – Análise Estatística do Consumo de Energia por Modelo de Veículo.....	35
Tabela 5 – Horários e Potência Máxima (kW) Registrada para Dias Úteis (DU)	42
Tabela 6 – Horários e Potência Máxima (kW) Registrada para Sábados (SA).....	42
Tabela 7 – Horários e Potência Máxima (kW) Registrada para Domingos (DO).....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VE	Veículo Elétrico
VEs	Veículos Elétricos
ERVE	Estação de Recarga de Veículos Elétricos
DU	Dias úteis
SA	Sábados
DO	Domingos
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
OpenDSS	<i>Open-Source Distribution System Simulator</i>
SOC	<i>State of Charge</i>
BEV	<i>Battery Electric Vehicle</i>
PHEV	<i>Plug-in Hybrid Electric Vehicle</i>

RESUMO

Este trabalho apresenta a modelagem e análise das curvas de potência ativa e reativa de um eletroposto, registradas em intervalos de 15 minutos, com o objetivo de caracterizar a estação de recarga e gerar curvas representativas compatíveis com o software OpenDSS para estudos de fluxo de potência. As análises foram realizadas a partir de dados registrados em Excel e disponibilizados pela empresa responsável pelo carregador, contendo informações de cliente, modelo veicular, consumo energético, além das datas e horários de início e término das recargas. A partir desses dados, foram conduzidas análises estatísticas e estratificadas, permitindo caracterizar frequência e duração das recargas, horários de maior demanda, consumo energético por modelo veicular, taxa de ocupação, dentre outros indicadores. Complementarmente, medições foram obtidas com o analisador de qualidade de energia ELSPEC PURE ao longo de 12 dias consecutivos, contemplando tensão, corrente, potência ativa, reativa e indicadores harmônicos em regime permanente. A metodologia envolveu o processamento dos dados em Python para gerar curvas típicas de dias úteis, sábados e domingos. Os resultados mostraram que, ao longo de 24 horas, a potência ativa apresenta variações mais significativas entre os tipos de dia, enquanto a potência reativa demonstra comportamento predominantemente indutivo em todos os cenários. As análises de uso evidenciaram que a maior parte dos usuários é composta por motoristas de aplicativo, com predominância dos modelos BYD, especialmente o BYD Dolphin Mini, que apresentou o maior consumo energético e maior número de recargas. Observou-se também que as sessões de recarga em dias úteis tendem a ser mais curtas, enquanto nos fins de semana são mais prolongadas. Além disso, verificou-se que a taxa de ocupação não é proporcional ao número de recargas, sendo influenciada por variáveis como modelo de veículo, estado de carga (SoC), tipo de conector utilizado e carregamentos simultâneos. O estudo contribui ao fornecer curvas normalizadas em *pu* e um conjunto de análises que podem subsidiar investigações futuras sobre o impacto dos eletropostos na rede de distribuição e estratégias de mitigação associadas à crescente penetração de veículos elétricos.

Palavras-chave: Veículos elétricos. Potência ativa. Potência reativa. Eletropostos. Fluxo de potência. Rede de Distribuição.

ABSTRACT

This work presents the modeling and analysis of active and reactive power curves of an electric vehicle charging station, recorded at 15-minute intervals, with the objective of characterizing the charging facility and generating representative curves compatible with the OpenDSS software for power flow studies. The analyses were performed using data recorded in Excel and provided by the company responsible for the charger, including customer information, vehicle model, energy consumption, and start and end timestamps for each charging session. Based on these data, statistical and stratified analyses were conducted, enabling the characterization of charging frequency and duration, peak-demand hours, energy consumption by vehicle model, occupancy rate, among other indicators. Additionally, measurements were collected using an ELSPEC PURE power quality analyzer over 12 consecutive days, capturing voltage, current, active and reactive power, and steady-state harmonic indicators. The methodology involved processing the data in Python to generate typical curves for weekdays, Saturdays, and Sundays. The results showed that active power exhibits more significant variations across different types of days over a 24-hour period, while reactive power displays a predominantly inductive behavior in all scenarios. The usage analysis revealed that most users are app-based drivers, with a strong predominance of BYD models, especially the BYD Dolphin Mini, which recorded the highest energy consumption and the greatest number of charging sessions. It was also observed that charging sessions tend to be shorter on weekdays and longer during weekends. Furthermore, the occupancy rate was found not to be proportional to the number of charging sessions, as it is influenced by variables such as vehicle model, state of charge (SoC), connector type, and simultaneous charging events. This study contributes by providing per-unit (*pu*) normalized curves and a set of analyses that can support future investigations on the impact of charging stations on distribution networks and the development of mitigation strategies associated with the growing penetration of electric vehicles.

Keywords: Electric vehicles. Active power. Reactive power. Charging stations. Power flow. Distribution network.

1 INTRODUÇÃO

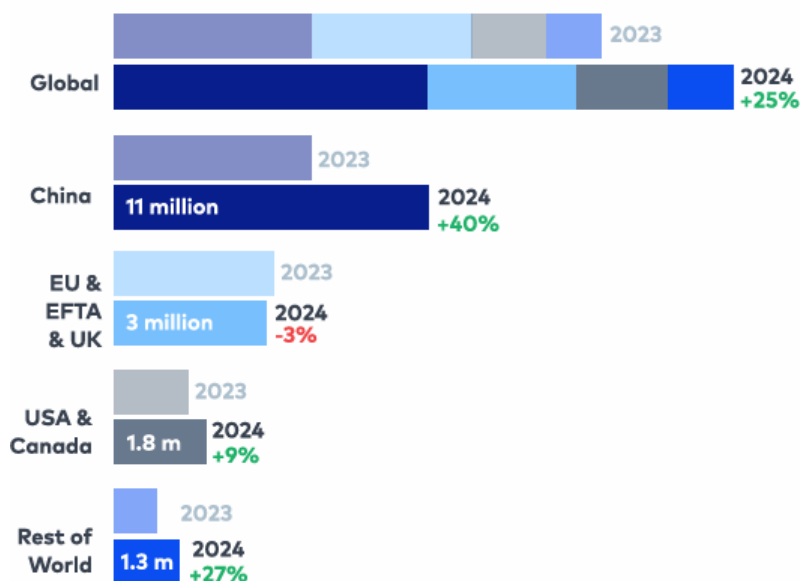
O mercado de veículos eletrificados no Brasil tem registrado um crescimento expressivo nos últimos anos, conforme ilustrado na Figura 1 (ABVE, 2025), impulsionado pela busca por alternativas mais sustentáveis no setor de transportes. Esses veículos contribuem para a descarbonização da mobilidade, a redução de poluição sonora e das emissões de gases de efeito estufa, além de proporcionarem economia de combustível (ECOMENERGIA, 2023). Além dos benefícios ambientais e econômicos, os VEs também oferecem potencial para apoiar a rede elétrica por meio da tecnologia V2G (*Vehicle to Grid*), que permite o despacho bidirecional de energia entre o veículo e a rede (KUMAR *et al.*, 2025).

Figura 1 – Histórico de vendas de veículos eletrificados

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2012	9	16	7	3	13	23	5	3	2	2	18	16	117
2013	45	22	53	50	12	29	65	45	23	39	52	56	491
2014	93	61	65	53	94	52	61	79	71	53	87	86	855
2015	72	56	61	73	72	74	74	100	82	55	65	62	846
2016	58	64	60	137	41	91	48	59	79	93	159	202	1.091
2017	178	157	227	176	208	238	268	627	384	243	240	350	3.296
2018	272	254	367	367	302	382	262	262	286	405	374	437	3.970
2019	370	287	336	290	357	716	960	867	1.264	1.989	2.013	2.409	11.858
2020	1.568	2.053	1.570	442	601	1.334	1.668	1.943	2.113	2.273	2.231	1.949	19.745
2021	1.321	1.389	1.872	2.708	3.102	3.507	3.625	3.873	2.756	2.787	3.505	4.545	34.990
2022	2.558	3.435	3.851	3.123	3.387	4.073	3.136	4.249	6.391	4.460	4.995	5.587	49.245
2023	4.503	4.294	5.989	4.793	6.435	6.225	7.462	9.351	8.458	9.537	10.601	16.279	93.927
2024	12.026	10.451	13.613	15.206	13.612	14.396	15.312	14.667	13.265	16.033	17.143	21.634	177.358*
TOTAL GERAL (2012 A 2024)													397.789*

Fonte: ABVE (2025).

Com base na Figura 2, é possível observar o comparativo das vendas globais de veículos elétricos em milhões de unidades em 2023 e 2024, com destaque para a variação percentual por região. Segundo GRIDX (2025), enquanto o crescimento global foi de 25%, a China teve o maior avanço absoluto, com 11 milhões de unidades vendidas e crescimento de 40%. No entanto, o cenário europeu (EU, EFTA e Reino Unido) seguiu em direção oposta, registrando uma queda de 3% nas vendas no mesmo período, impactada pela redução de subsídios governamentais de países como a Alemanha e a França.

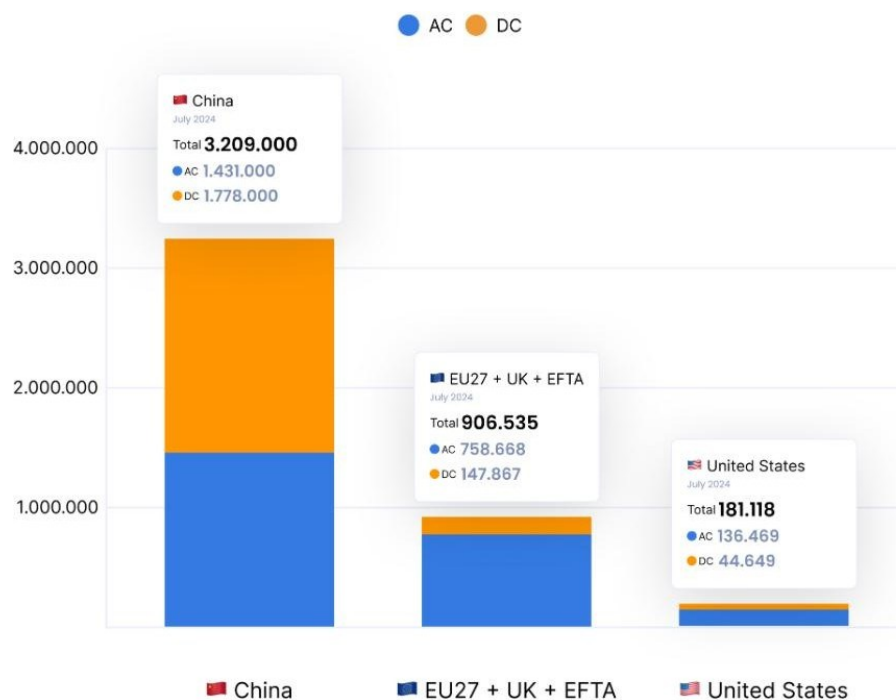
Figura 2 – Vendas de veículos elétricos por região (2023 vs 2024)

Fonte: GRIDX (2025).

Apesar dessa retração na Europa, de acordo com GRIDX (2025), a infraestrutura de recarga no continente continuou em expansão: o número de pontos de carregamento aumentou 34%, enquanto a capacidade total de recarga teve um crescimento de 49%. Esse avanço não se limitou à quantidade de estações, mas também refletiu a adoção crescente de carregadores rápidos (DC), capazes de atender a um número maior de veículos elétricos em menor tempo.

Entre os anos 2020 e 2023, a infraestrutura de recarga na Europa apresentou um crescimento expressivo de 360% no número total de estações, tanto eletropostos de corrente alternada (CA) quanto de corrente contínua (CC) (GRIDX, 2025). Como destacado por NeoCharge (2024), a Holanda lidera a União Europeia em número de eletropostos, totalizando 90.284 estações, seguida pela Alemanha e França com 59.410 e 37.128 pontos de recarga, respectivamente.

A Figura 3 ilustra a distribuição dos eletropostos em corrente alternada (AC) e corrente contínua (DC) na China, Europa e Estados Unidos, em julho de 2024.

Figura 3 – Total de pontos de recarga de veículos elétricos por região (AC e DC)

Fonte:

EVBOOSTERS (2024).

Com base em informações da EVBOOSTERS (2024), a China lidera o ranking mundial, com mais de 3,2 milhões de pontos de recarga, sendo cerca de 1,7 milhões de recargas rápidas (DC). Esse valor corresponde a 55% do total de estações, indicando que há um foco em estações mais rápidas no país. A Europa possui 906 mil pontos de recarga, sendo 84% com predominância em eletroposto AC, enquanto os Estados Unidos totalizam cerca de 181 mil estações, com perfil similar à Europa, com aproximadamente 75% dos pontos em AC.

Vale ressaltar que, no contexto europeu, a predominância de estações de recarga em corrente alternada (AC), evidenciada na Figura 3, é coerente com o perfil de uso da região. De acordo com GRIDX (2025), estima-se que cerca de 70% das recargas de veículos elétricos ocorram em locais privados, como estacionamentos corporativos, comerciais ou residenciais. Essa preferência por recarga domiciliar ou no local de trabalho está associada à maior acessibilidade, conveniência e custo reduzido em comparação com as estações públicas de recarga rápida.

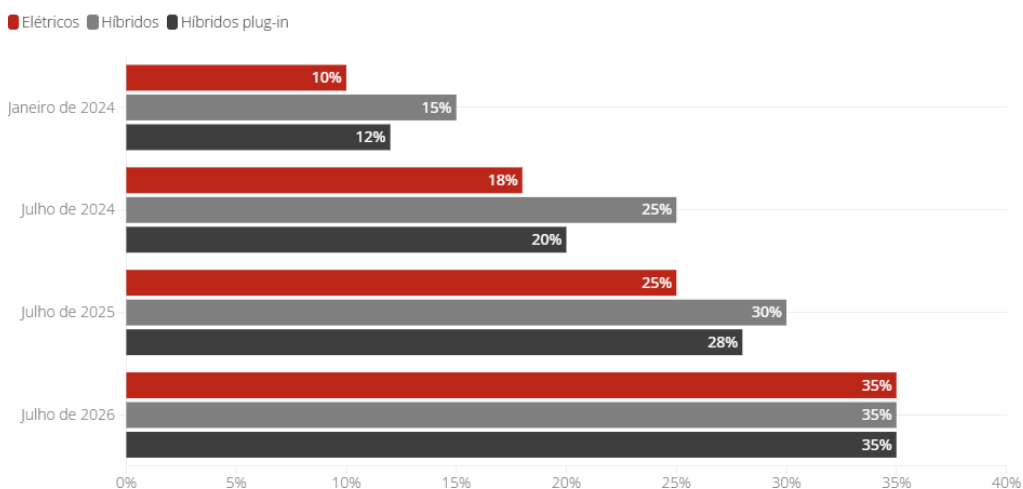
Com a abertura do mercado de Veículos Elétricos (VEs) no Brasil, surgiu a necessidade de enquadramento das alíquotas do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) equiparando-as às aplicadas à indústria de veículos convencionais a combustão. O objetivo era garantir uma concorrência mais justa com a indústria nacional, o que resultou na promulgação do decreto

9.442, de 05 de julho de 2018 (BRASIL, 2018), como também publicado pela Automotive Business (2018). De acordo com a reportagem do G1 (FOGAÇA; MONTAIA, 2025), houve uma movimentação por parte das entidades representativas da indústria automotiva brasileira junto às autoridades e ministérios para instituir um cronograma de aumento gradual do imposto de importação, como ilustrado na Figura 4. Essa medida visou restringir o volume de veículos elétricos importados, tornando, em alguns casos, a importação financeiramente inviável.

Apesar dessas barreiras fiscais, os veículos elétricos continuam ganhando destaque no cenário automotivo por sua eficiência energética superior em relação aos veículos a combustão (NASCIMENTO; CIRINO; CASTRO, 2024). Embora em alguns casos os impactos ambientais da geração da energia elétrica possam se equiparar àqueles causados por combustíveis fósseis, os VEs apresentam menor consumo de energia e custos operacionais reduzidos ao longo do tempo (NEOCHARGE, 2025).

Figura 4 – Aumento das alíquotas de importação para veículos eletrificados

Cronograma do imposto de importação

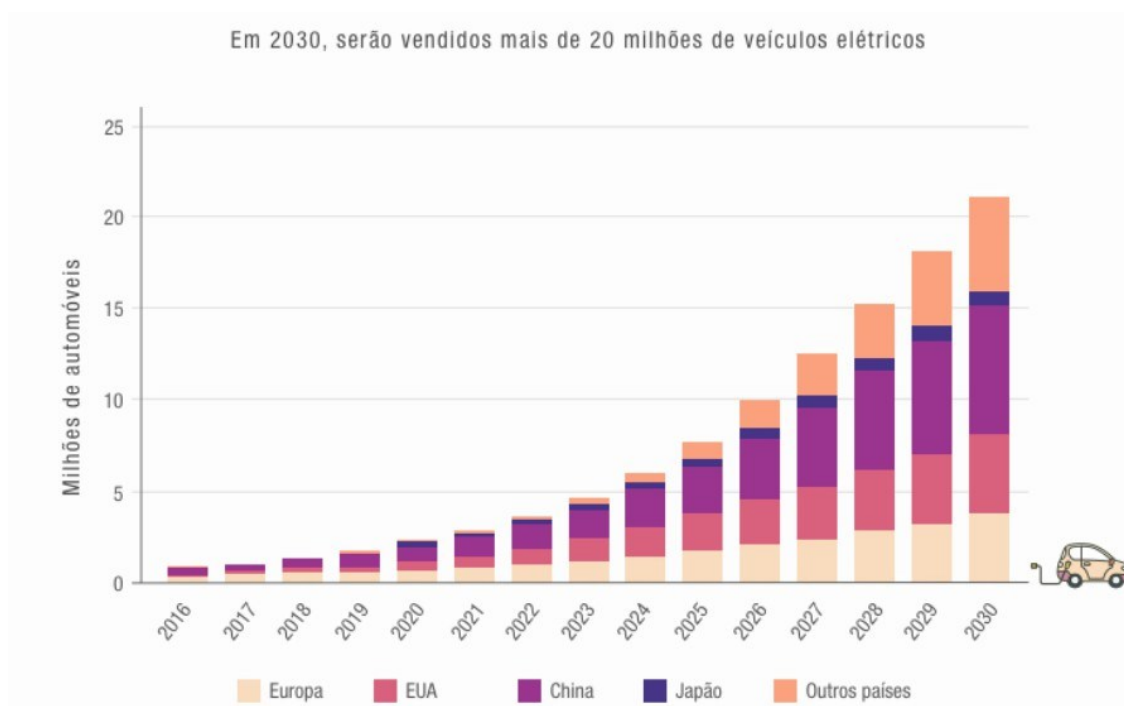


Fonte: G1 (2025) - Adaptado de Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC).

Segundo a NeoCharge (2025), nos últimos 2 anos, as vendas de veículos 100% elétricos no Brasil aumentaram significativamente devido ao fato de que os custos para mantê-lo se tornaram menores do que um veículo a combustão, levando em consideração o preço do combustível e manutenção. Em 2023, a frota de VEs era de 28.440, e em 2024, fechou-se o ano com 87.986 (NEOCHARGE, 2025), um crescimento de 209,3% em 1 ano. Como evidenciado na Figura 4, mesmo com o aumento progressivo das alíquotas de importação até o seu teto máximo de 35%, a tendência de crescimento no número de veículos emplacados permanece

expressiva, como ilustrado na Figura 5, o que demonstra que o caminho da eletrificação se faz cada vez mais presente no mercado automotivo nacional e mundial.

Figura 5 – Tendência de crescimento do mercado de veículos elétricos no mundo



Fonte: IBERDROLA (2025).

Com o aumento dos veículos elétricos (VEs) e híbridos, houve, por conseguinte um avanço significativo no número de eletropostos. Em novembro de 2024, o Brasil contava com 12.137 pontos de recarga públicos e semipúblicos, e em fevereiro de 2025 totalizou-se 14.827, um crescimento de 22% na infraestrutura em um único trimestre (ABVE, 2025). Sendo assim, tendo em vista o crescimento da mobilidade elétrica, veio com ela a necessidade de estudar seu impacto na rede de distribuição e na qualidade de energia elétrica.

Considerando a importância da realização desses estudos, o trabalho apresentado por *Sivaraman, Raj e Kumar (2021)* trata justamente dos impactos da estação de carregamento de veículos elétricos na rede de distribuição, destacando análises com base no nível de distorções harmônicas, níveis de tensão em regime permanente e sobrecarga dos transformadores de distribuição, ressaltando técnicas para atenuação dos impactos negativos resultantes da operação dos eletropostos, como a integração dos recursos energéticos distribuídos, principalmente os painéis fotovoltaicos e armazenamento de energia por meio de baterias.

Em um outro contexto, o estudo apresentado por *Bosisio et al. (2022)* aborda o impacto das estações de recarga lenta e rápida instaladas em um estacionamento privado de uma

empresa. O trabalho analisa como a instalação de carregadores de baterias de VE pode afetar a qualidade da energia elétrica, com foco em distorções harmônicas de tensão e corrente, desequilíbrios de tensão e de carga, assim como sobrecargas de cabos e transformadores.

O estudo apresentado por *El-Hendawi et al. (2024)* propõe uma metodologia para avaliar e mitigar os impactos da penetração de veículos elétricos (VE) em sistemas de distribuição residencial, utilizando como base dados reais de medição avançada (AMI) coletados de 98 domicílios na província de Saskatchewan, no Canadá. Esses dados, referente ao consumo residencial sem carregamento de VE (denominada “carga base”), foram usados para identificar o dia de maior demanda de pico e selecionar 22 perfis de carga com comportamento estatisticamente extremo, com o objetivo de simular o pior cenário possível para a rede. Com base nesse conjunto de dados e perfis reais de carregamento de VE, os autores modelaram um sistema de 22 residências alimentadas por um transformador monofásico de 100kVA, conectado a uma rede de 14,4kV. Foram simulados diferentes níveis de penetração (0%, 30% e 100%) durante o horário de ponta, e os resultados mostraram que, sob 100% de penetração, o transformador atingiu 170,8% de sua potência nominal (valor acima do limite de 144% recomendado para curtos períodos) e a tensão nas residências caiu para 109,4V, violando os limites operacionais do sistema (que esperava valores mínimos de 110V). Para mitigar esse impacto, os autores aplicaram um modelo de gerenciamento inteligente de carregamento, redistribuindo os horários de carga dos VEs para períodos de menor demanda. Com essa estratégia, o transformador passou a operar dentro de sua capacidade (resultando em 92,2% com 100% de penetração de VE) e a tensão nas residências em 113,2V. Esses resultados evidenciam a eficácia da abordagem proposta na mitigação dos impactos da carga de VE sobre a rede de distribuição de energia elétrica.

A pesquisa desenvolvida por *Ahmed, Salehfar e Selvaraj (2021)* investigou os impactos do carregamento de veículos elétricos (VEs) na rede de distribuição de energia elétrica residencial, com ênfase nas análises de desvio de tensão, aumento da demanda de pico e distorção harmônica. Para isso, os autores desenvolveram um modelo de simulação com base em um sistema hipotético de distribuição radial de 22,9kV, composto por 50 residências (sendo 20 trifásicas e 30 monofásicas) modeladas no ambiente Simulink e integradas ao simulador em tempo real OPAL-RT. O estudo avaliou diferentes cenários de carregamento, com uso dos carregadores L1 (120 V), L2 (240 V) e carregamento rápido (DC), considerando níveis de penetração de VE variando de 20% a 60%, tanto em horários de pico quanto fora do horário de pico. Os resultados demonstraram que o aumento da penetração de VE provoca variações significativas na tensão de fase, sobretudo com os carregadores L2, que impõem maior risco de

sobrecarga aos transformadores e geram distorções harmônicas superiores a 10% nos horários de pico, ultrapassando o limite técnico de 5% recomendado para redes de distribuição. Verificou-se que a combinação não coordenada de diferentes tipos de carregadores intensifica os impactos na rede, reforçando a necessidade de estratégias como compensação de tensão, uso de filtros harmônicos ativos e gestão coordenada do carregamento. A aplicação de filtros indutivos demonstrou ser uma medida eficaz para mitigar esses efeitos. Conclui-se que, para assegurar a estabilidade da rede frente à alta penetração de VEs, é fundamental considerar tanto a capacidade da infraestrutura elétrica quanto a variabilidade dos perfis de carregamento.

Diante do exposto, torna-se evidente a importância de aprofundar ainda mais os estudos sobre mobilidade elétrica, especialmente no que se refere aos impactos que as estações de recarga de veículos elétricos impõem à rede de distribuição. O crescimento acelerado da frota eletrificada exige não apenas o dimensionamento adequado da infraestrutura, mas também uma compreensão técnica detalhada sobre os efeitos da recarga no sistema elétrico, o qual será mais explorado neste trabalho.

De acordo com o Módulo 2 do PRODIST, existem diretrizes consolidadas para campanhas de medição e geração de curvas de carga típicas para os setores residencial, comercial e industrial. Contudo, a inserção crescente de uma nova classe de carga na rede de distribuição - os carregadores veiculares – evidencia a necessidade de desenvolvimento de protocolos específicos para a caracterização de seus perfis de potência. Atualmente, não há metodologias formalizadas para a obtenção de curvas de carga representativas desse tipo de equipamento, apesar da rápida expansão tanto da frota elétrica quanto da instalação de eletroposto no país.

Nesse contexto, este trabalho se propõe a preencher parte dessa lacuna, ao desenvolver tipologias de curvas de carga de potência ativa e reativa de um eletroposto real em operação. A partir das curvas normalizadas (*loadshapes*), torna-se possível a aplicação desses perfis em estudos de fluxo de potência no OpenDSS, permitindo avaliar impactos na rede de distribuição, como variações de tensão, carregamento de transformadores e possíveis limitações operativas.

Embora a campanha de medição utilizada tenha sido relativamente curta e, portanto, as curvas obtidas não representem de forma definitiva o comportamento típico de uma ERVE, este estudo constitui um passo inicial relevante. Ele demonstra o que já pode ser realizado com dados reais e aponta caminhos para aprimoramentos futuros, reforçando a necessidade de que concessionárias e distribuidoras desenvolvam padrões para medições e modelagem dessa nova classe de carga emergente no sistema elétrico.

1.1 Objetivo

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo propor a caracterização da curva de carga ativa e reativa de uma estação de recarga de veículos elétricos, por meio da caracterização de diversos aspectos relacionados à operação dessa carga. Para esse propósito, foram realizadas medições digitais utilizando o medidor ELSPEC PURE, que permite o registro contínuo de diferentes grandezas elétricas ao longo de vários dias consecutivos. Os dados obtidos servirão de base para a caracterização da estação de recarga, possibilitando a construção de tipologias de curvas de carga (potência ativa e reativa) para dias úteis (DU), sábados (SA) e domingos (DO), e com elas, poder realizar futuramente estudos de fluxo de potência no OpenDSS.

1.1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Analisar os dados de carregamento, coletados por um período de 12 dias, para a construção de estatísticas descritivas e estratificadas que reflitam o perfil de uso da estação de recarga;
- Caracterizar eletricamente a estação de recarga de veículos elétricos (ERVE) em termos de tipologias de curva de potência ativa e reativa para dias úteis (DU), sábados (SA) e domingos (DO).

1.2 Organização do trabalho

A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma:

- Capítulo 1: Estabelece o contexto da mobilidade elétrica, apresentando o crescimento global e nacional de veículos elétricos (VEs) e eletropostos. A seção também inclui uma revisão bibliográfica sobre os impactos da penetração de VEs na rede de distribuição. Essa análise contextual justifica a necessidade de um estudo exploratório e prático sobre a caracterização de uma estação de recarga em operação, visando quantificar os efeitos reais na rede em níveis de tensão, corrente, distorção harmônica e potências (ativa, reativa e aparente), dentre outras análises.

- Capítulo 2: Dedicase à análise exploratória e estatística dos dados reais de carregamento. Complementarmente, o capítulo cita as capacidades de medição do medidor ELSPEC PURE, um analisador de qualidade de energia que fornece um amplo conjunto de grandezas, como tensão, corrente, espectro harmônico, distorção harmônica (DHT) e potências. Adicionalmente, são mencionados o período de coleta e a frequência de amostragem utilizados;
- Capítulo 3: Detalha a caracterização elétrica da estação de recarga, com base na análise das medições reais dos carregamentos. O processo inclui a geração de perfis de carga sintéticos (*loadshapes*), com resoluções de 15 minutos, abrangendo as curvas de potência ativa e reativa para diferentes categorias de dias em um formato compatível com o OpenDSS;
- Por fim, o capítulo 4 reúne as conclusões gerais do estudo, bem como sugestões para trabalhos futuros.

2 ANÁLISE ESTATÍSTICA DA OPERAÇÃO DA ERVE

Para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se um estudo de caso em um eletroposto instalado em uma empresa privada. A coleta e utilização dos dados operacionais do equipamento foram formalmente autorizadas para fins acadêmicos. Neste capítulo, o principal objetivo é conduzir uma caracterização estatística dos dados de carregamento, com o propósito de compreender o perfil de uso da estação.

A aquisição dos dados elétricos foi feita por meio da instalação do analisador de qualidade de energia ELSPEC PURE no ponto de conexão do carregador veicular. O equipamento registrou continuamente os parâmetros em uma frequência de amostragem de 15 minutos como: potência ativa, potência reativa, corrente, espectro harmônico e tensão durante 12 dias consecutivos, iniciando em 19/03/2025 às 08h e finalizando em 30/03/2025 às 20:56h.

A base de dados de gestão do carregador, contém informações sobre as sessões de recarga realizadas no mesmo período. A planilha inclui a identificação anonimizada dos usuários (por exemplo, “Cliente 1”, “Cliente 2”), tipo de conector utilizado, energia consumida em kWh, data e horário de início e término, duração da sessão e modelo do veículo.

A integração entre as medições do ELSPEC PURE e os registros de gestão permitiu desenvolver uma análise estatística e operacional do eletroposto, contemplando tanto seu comportamento elétrico quanto os padrões de utilização pelos usuários.

2.1 Especificações técnicas do carregador veicular e configuração de conexão

O eletroposto analisado possui capacidade nominal de 50kW e disponibiliza três padrões de carregamento: um plug CCS2, um plug CHAdeMO (ambos com potência de até 50kW) e um plug Tipo 2, com potência de até 22kW, como ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Eletroposto de 50kW



Fonte: acervo da autora.

O carregador está conectado a um transformador de 60kVA, em configuração estrela – aterrado/ estrela – aterrado (380/220V), como evidenciado na Figura 7.

Figura 7 – Especificações técnicas do transformador que energiza o eletroposto



Fonte: acervo da autora.

2.2 Análise estatística dos dados de gestão do carregador veicular

Conforme mencionado, a empresa disponibilizou uma planilha em Excel contendo informações operacionais do carregador, possibilitando análises estatísticas sobre a sua utilização. No Apêndice C, apresenta-se uma ilustração da estrutura dos dados coletados, a fim

de fornecer uma referência visual da base utilizada. Foram avaliados indicadores como taxa de ocupação diária, número de sessões por dia, tempo médio e mediano de carregamento, percentis (10, 50 e 90) da duração das recargas, energia consumida por modelo de veículo, entre outros parâmetros relevantes.

Para os casos em que uma recarga ultrapassou dois consecutivos, ou seja, iniciou em um dia e foi finalizada no dia seguinte, adotou-se a premissa de segmentar o evento como duas recargas distintas. Dessa forma, o tempo de carregamento referente ao primeiro dia foi contabilizado integralmente nesse dia, enquanto o tempo remanescente foi atribuído ao dia subsequente. Essa metodologia evita distorções no cálculo da duração média diária das recargas, garantindo que o tempo registrado em cada dia corresponda efetivamente ao período de ocupação do carregador dentro daquele intervalo de 24 horas.

2.2.1 Taxa de ocupação do carregador

A taxa de ocupação representa o percentual do tempo em que o carregador esteve em uso durante o período de 24 horas. O período analisado foi entre 19/03/25 e 30/03/25, cujo gráfico foi gerado pelo Python, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 – Taxa de ocupação do carregador por dia



Fonte: elaborado pela autora.

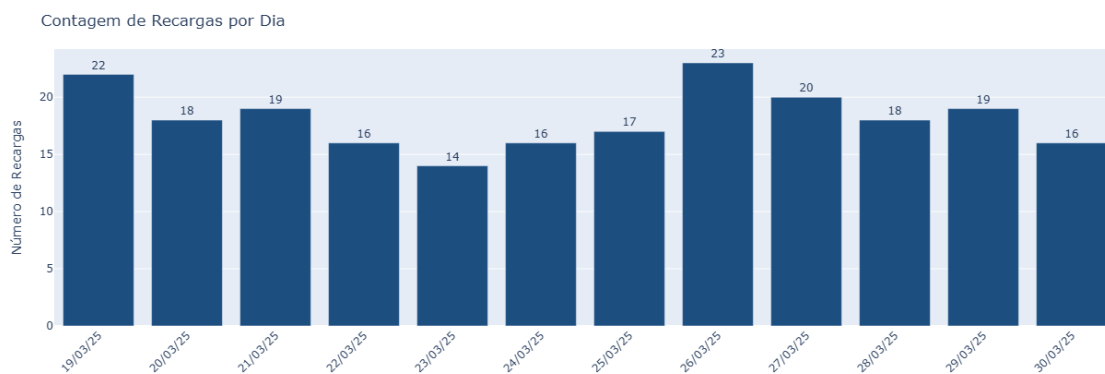
Observa-se que o dia 19/03 apresentou a maior taxa de ocupação (72,78%), indicando alta demanda e uso contínuo do equipamento. Valores igualmente elevados foram registrados nos dias 29/03 e 30/03, sugerindo picos de utilização próximos ao fim do mês. Nos demais dias, a ocupação variou predominantemente entre 60% e 65%, caracterizando um padrão estável de uso.

Ressalta-se que este eletroposto atende majoritariamente motoristas de aplicativo, cujo perfil de uso explica parte das variações observadas, refletindo sua rotina de trabalho e demanda por recarga ao longo dos dias da semana.

2.2.2 *Frequência diária de recargas*

Para esta análise, contabilizou-se o número de recargas realizadas por dia, aplicando-se a mesma premissa de segmentação das sessões que ultrapassaram a meia-noite. Essa abordagem garante coerência entre o número de recargas e o tempo total de uso do equipamento, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Número de recargas por dia



Fonte: elaborado pela autora.

Os dias 19/03/ e 26/03 apresentaram os maiores volumes de utilização, com 22 e 23 recargas, respectivamente. Nos demais dias, manteve-se entre 16 e 20 sessões, evidenciando uma demanda elevada e relativamente constante.

É importante destacar que um maior número de recargas não implica necessariamente em uma taxa de ocupação mais alta. A duração das sessões depende de fatores como o *State of Charge* (SoC) das baterias dos veículos, ou seja, o nível de energia armazenada no início da recarga, o tipo de conector (AC ou DC) e as características técnicas do veículo. Cada modelo possui limites distintos de potência de carregamento, o que afeta diretamente o tempo total da sessão.

A Tabela 1 apresenta a potência máxima suportada por cada modelo de veículo que utilizou o eletroposto durante o período analisado, considerando os padrões de carregamento Tipo 2 (AC) e CCS2 (DC).

Tabela 1 – Potência Máxima de Carregamento (AC e DC) por Modelo de Veículo

Modelo	Tipo de veículo	Potência Máxima AC (kW)	Potência Máxima DC (kW)
BYD Dolphin Mini	BEV	6,6 kW	40 kW
BYD Dolphin	BEV	6,6 kW	60 kW
BYD Dolphin Plus	BEV	7 kW ou 11 kW	80 kW
BYD Yuan Plus	BEV	11 kW	80 kW (ou 88 kW)
BYD King	PHEV	6,6 kW	Não suporta DC
BYD Seal	BEV	7 kW ou 11 kW	150 kW
Chery Arrizo 5e	BEV	6,6 kW	Não suporta DC
JAC E-JS1	BEV	7 kW	22 kW
Volvo XC60 Recharge T8	PHEV	3,6 kW	Não suporta DC
Chevrolet Bolt	BEV	7,4 kW	50 kW
JAC IEV20	BEV	6,6 kW	40 kW
Song Plus - BYD	PHEV	6,6 kW	18 kW (versão mais atual)
Chery Tiggo 7 Pro	PHEV	3,3 kW	Não suporta DC

Fonte: Elaboração própria, com base em [BYD, 2024], [JAC IEV20, 2024], [Chery Arrizo 5e, 2024], [HEYCAR, 2024], [JAC MOTORS, 2024], [PORTAL LUBES], [ULTIMATE SPECS].

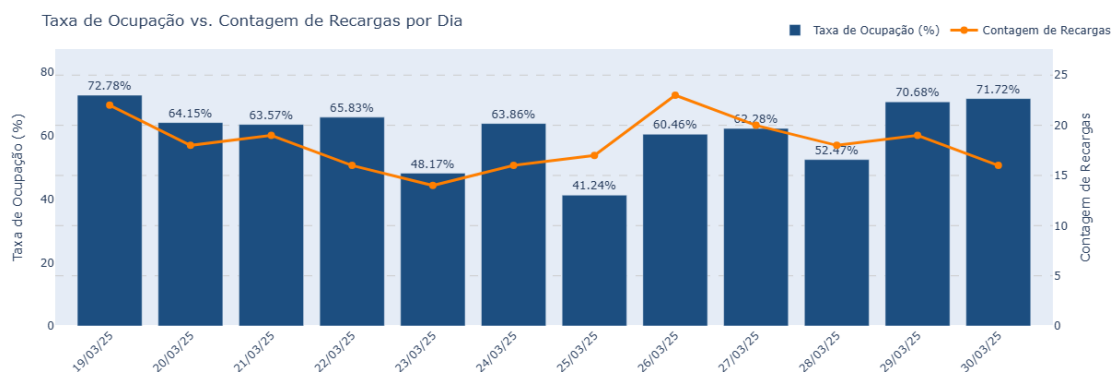
A Figura 10 exemplifica uma situação real de carregamento simultâneo entre os veículos BYD King e BYD Dolphin, conectados ao eletroposto por cerca de quatro horas. O BYD King, que realiza recargas apenas em corrente alternada (AC) e possui potência limitada a 6,6 kW, como mostrado na Tabela 1, restringiu a potência disponível ao BYD Dolphin. Como consequência, a divisão da potência da tomada CCS2 entre os dois veículos prolongou significativamente o tempo total de carregamento.

Figura 10 – Exemplo real de carregamentos simultâneos

Plug	Energia em kWh	Início	Fim	Duração	Duração hora	Duração minutos	Carros
CCS 2	39,72	29/03/2025 05:25	29/03/2025 06:53	1h 28m 45s	01:28:45	88,75	Dolphin BYD
Tipo 2	16,37	29/03/2025 05:10	29/03/2025 07:51	2h 40m 32s	02:40:32	160,53	BYD King

Fonte: elaborado pela autora.

Comparando as Figuras 8 e 9, nota-se que o dia 19/03 apresentou tanto o maior número de recargas quanto a maior taxa de ocupação, indicando alta rotatividade associada a sessões mais longas. Já em 26/03, apesar do elevado número de recargas, a taxa de ocupação foi menor (60%), sugerindo predominância de carregamentos mais rápidos.

Figura 11 – Taxa de ocupação vs sessões por dia

Fonte: elaborado pela autora.

Pela Figura 11, observa-se que a taxa de ocupação está mais relacionada à duração média das sessões de recarga do que à quantidade total de carregamentos. Nota-se que houve dias com altas taxas de ocupação e recargas longas, outros com alta ocupação e recargas curtas, e ainda dias com baixa ocupação e poucas recargas.

Dessa forma, conclui-se que a quantidade de recargas não determina, necessariamente, a taxa de ocupação na mesma proporção, evidenciando que outros fatores, como tempo de carregamento, SoC da bateria dos veículos, ocorrência de carregamentos simultâneos e tipo de tomada escolhida, exercem influência significativa sobre o desempenho do carregador.

2.2.3 Análise estatística da duração das recargas por dia da semana

As métricas estatísticas apresentadas na Tabela 2 tem como objetivo analisar a duração das recargas diárias, relacionando esses resultados com a taxa de ocupação mostrada na Figura 8. Essa comparação permite compreender, de forma mais precisa, o comportamento dos veículos que utilizaram o eletroposto no período analisado, evidenciando a coerência entre a duração das recargas e o nível de ocupação do carregador.

É importante destacar que os valores obtidos respeitam a premissa previamente descrita, e que as médias de duração não representam um perfil fixo do carregador, uma vez que esse comportamento pode variar diariamente. Assim, a análise reflete o perfil de uso observado durante o intervalo considerado.

Tabela 2 – Métricas estatísticas de duração e frequência das recargas por dia

Data	Dia da semana	Soma Duração Diária (minutos)	Contagem de Sessões	Média Duração Diária (minutos)	Mediana Duração Diária (minutos)	P90 Duração Diária (minutos)
19/03/2025	Quarta-feira	1048,05	22	47,64	43,10	73,34
20/03/2025	Quinta-feira	923,73	18	51,32	49,16	70,11
21/03/2025	Sexta-feira	915,40	19	48,18	45,90	70,35
22/03/2025	Sábado	948,00	16	59,25	61,12	80,82
23/03/2025	Domingo	693,70	14	49,55	44,57	67,05
24/03/2025	Segunda-feira	919,55	16	57,47	49,40	82,48
25/03/2025	Terça-feira	593,80	17	34,93	32,18	57,57
26/03/2025	Quarta-feira	870,58	23	37,85	36,12	47,45
27/03/2025	Quinta-feira	896,77	20	44,84	47,77	56,72
28/03/2025	Sexta-feira	755,57	18	41,98	49,82	59,81
29/03/2025	Sábado	1017,75	19	53,57	44,87	83,27
30/03/2025	Domingo	1032,70	16	64,54	60,92	116,37

Fonte: elaborado pela autora.

Os cálculos apresentados na Tabela 2 foram realizados em Python, considerando a premissa metodológica adotada neste estudo. Nos casos em que as recargas ultrapassaram a meia-noite, o dia subsequente contabilizou essa sessão como uma recarga adicional. Para o cálculo da média e dos percentis, as durações das recargas foram consideradas apenas dentro do intervalo de 24 horas, conforme descrito anteriormente.

A média de duração diária foi determinada conforme a Equação (1):

$$Média Duração Diária = \frac{Soma Duração Diária (minutos)}{Contagem de Sessões Distribuídas} \quad (\text{equação 1})$$

A mediana, representada pelo percentil 50 (P50), corresponde ao valor central de um conjunto de amostras ordenadas, dividindo-o em duas metades. Para obtê-la, os dados são primeiramente isolados e ordenados de forma crescente. Caso o número de sessões (N) seja ímpar, a mediana é o valor da posição central, calculada pela divisão de N por dois, com arredondamento para cima, quando necessário. Se N for par, a mediana é a média aritmética dos dois valores centrais.

O percentil 90 (P90) representa a duração máxima que 90% das recargas não ultrapassaram naquele dia. Para o seu cálculo, é primeiramente determinada a posição no índice $P_{índice}$, conforme a Equação (2):

$$P_{\text{índice}} = P \times (N - 1) + 1 \quad (\text{equação 2})$$

sendo:

$$P = 0,90;$$

N = número de sessões por dia.

Se o $P_{\text{índice}}$ for um número inteiro, o P90 corresponde ao valor da duração na posição indicada. Caso o contrário, o resultado é obtido por interpolação linear, somando-se o valor da posição anterior à fração decimal restante multiplicada pela diferença entre os valores das posições seguinte e anterior.

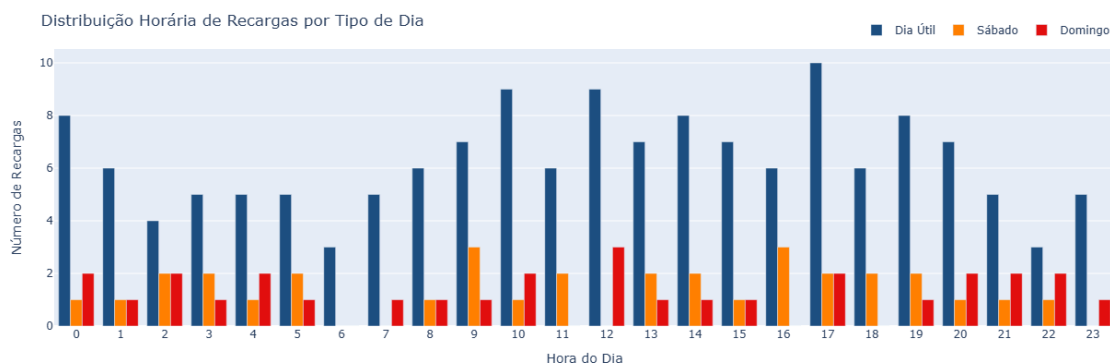
Com base nesses cálculos, observou-se que os dias 20/03, 22/03, 24/03, 29/03 e 30/03 apresentaram as maiores médias de duração das recargas. Relacionando esses dados à Figura 8, o dia 19/03 destacou-se com taxa de ocupação de 72,78% e $P90 = 73,34$ minutos, indicando que 90% das recargas duraram até 73 minutos. Essa alta taxa de ocupação resulta de uma combinação entre elevado número de sessões (22) e durações relativamente longas.

No dia 26/03, que apresentou o maior número de recargas, a taxa de ocupação foi de 60,46%, com P90 aproximadamente em 47 minutos. Esse comportamento indica que várias recargas de curta duração aumentam a ociosidade do carregador, reduzindo sua taxa média de ocupação.

Por fim, nos dias 29/03 e 30/03, as taxas de ocupação foram de 70,68% e 71,72%, respectivamente. No dia 29/03, mesmo com menos recargas (19), o $P90 = 83,27$ minutos demonstra que sessões longas contribuíram de forma desproporcional para o aumento da ocupação. Já o dia 30/03 apresentou a condição mais crítica, com uma das maiores taxas de ocupação e o maior P90 registrado (116,7 minutos), indicando recargas prolongadas e maior demanda pelo eletroposto ao final do mês.

2.2.4 Picos de recarga por hora do dia

A partir da Figura 12, é possível identificar os horários de maior ocorrência de recargas, analisados separadamente para dias úteis (DU), sábados (SA) e domingos (DO). Para esta análise, foi adotada a mesma premissa mencionada anteriormente, considerando as sessões que ultrapassaram a meia-noite como uma recarga adicional no dia subsequente.

Figura 12 – Picos de recarga por faixa horária

Fonte: elaborado pela autora.

Observa-se que os dias úteis concentraram a maior parte das recargas, refletindo o uso mais acentuado do eletroposto por parte dos frequentadores nesse período. Já nos finais de semana, o número de recargas manteve-se mais estável, porém em níveis inferiores, com alguns intervalos horários sem nenhum carregamento, como às 06h da manhã, em que não houve sessões registradas. Em determinados sábados e domingos, também se verificaram faixas horárias sem utilização, enquanto nos dias úteis houve registros de recarga ao longo de todas as horas do dia.

A distribuição horária evidencia uma concentração de recargas entre 08h e 16h, com redução gradual no final da tarde e durante a madrugada. Destacam-se os horários 17h, 10h e 00h como os mais movimentados, com 10, 9 e 8 recargas, respectivamente.

Conclui-se que não há um padrão fixo de uso ao longo do dia, mas é possível identificar preferências de horários por parte dos usuários, especialmente no período entre o meio da manhã e o final da tarde, quando o eletroposto apresentou maior demanda.

2.2.5 Consumo de energia por modelo de veículo

Para esta análise, foram classificados todos os veículos eletrificados que utilizaram o eletroposto durante o período analisado. Diferentemente da premissa adotada anteriormente, as Tabelas 3 e 4 consideram apenas a quantidade total de recargas realizadas por modelo de veículo, totalizando 213 sessões de carregamento.

Como mencionado anteriormente, o público predominante deste eletroposto é composto por motoristas de aplicativo. Em entrevista com alguns desses condutores, observou-se que a

maioria possui uma preferência pelo BYD Dolphin Mini, principalmente pelo baixo custo de recarga em comparação aos veículos a combustão e pela redução nas despesas de manutenção.

Tabela 3 – Consumo de energia por modelo de veículo

Modelo do carro	Nº de sessões	Energia total kWh	Energia média kWh
BYD Dolphin Mini	153	3712,46	24,26
BYD Dolphin	32	808,2	25,26
BYD Dolphin Plus	10	349,38	34,94
BYD Yuan Plus	3	94,63	31,54
BYD King	3	34,13	11,38
BYD Seal	2	89,82	44,91
Chery Arrizo 5e	2	81,89	40,94
JAC E-JS1	2	8,53	4,26
Volvo XC60 Recharge T8	2	7,72	3,86
Chevrolet Bolt	1	7,43	3,71
JAC IEV20	1	23,59	11,8
Song Plus - BYD	1	7,39	3,69
Chery Tiggo 7 Pro	1	3,45	1,72

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme apresentado na Tabela 3, o BYD Dolphin Mini foi o modelo com maior número de recargas, totalizando 153 sessões ao longo de 12 dias. Importante destacar que essas 153 recargas foram realizadas por apenas 33 motoristas, o que demonstra uma alta frequência de uso e repetitividade desses usuários, muitos realizando múltiplas recargas diárias e semanais.

O BYD Dolphin aparece em seguida, com 32 recargas realizadas por 17 motoristas, também refletindo o perfil típico de motoristas de aplicativo. Já o BYD Dolphin Plus contabilizou 10 recargas de 7 clientes, indicando igualmente certa recorrência no uso.

Os demais modelos, com menor número de sessões, correspondem majoritariamente a usuários ocasionais ou novos clientes, não necessariamente motoristas de aplicativo, incluindo veículos que apresentaram apenas uma recarga registrada durante o período.

A análise estatística desenvolvida em Python permitiu identificar o consumo total de energia por modelo de veículo. Entre os três modelos com maior consumo, o BYD Dolphin Mini manteve a liderança, com 3712,46 kWh consumidos em 153 recargas, resultando em uma média de 24,26 kWh por sessão. Em seguida, o BYD Dolphin apresentou um consumo médio de 25,26 kWh e 808,2 kWh de energia total. Por fim, o BYD Dolphin Plus registrou 349,38 kWh de energia total e uma média de 34,94 kWh por sessão, indicando que este modelo possui bateria de maior capacidade em relação aos demais, como mostrado na Tabela 1, e/ou inicia as

recargas com um nível de carga (SoC) mais baixo, demandando assim maior potência e tempo de carregamento.

Entre os veículos com baterias maiores ou que iniciam o carregamento com níveis de SoC mais baixos, como o BYD Seal (44,91 kWh) e o Chery Arrizo 5e (40,94 kWh), demonstraram maior demanda energética por sessão, ainda que com baixa frequência de uso, sendo apenas duas recargas cada. É importante ressaltar que apenas os modelos com número significativo de sessões, como Dolphin Mini, Dolphin e Dolphin Plus devem ser considerados para inferências sobre o perfil médio de uso da frota local. Já os modelos com poucas ocorrências servem apenas como registro pontual.

Dessa forma, conclui-se que o eletroposto atende tanto demandas de baixa energia (PHEV) quanto recargas de alta potência (BEV), embora a maioria das sessões concentre-se na faixa intermediária, com consumo médio em torno de 25 kWh por recarga, representando o padrão predominante de utilização.

2.2.6 Métricas de estatísticas para o consumo de energia por modelo de veículo

Para esta análise, foram desconsiderados na Tabela 4 os modelos de veículos elétricos que apresentaram menos de 10 recargas, pois um número reduzido de sessões comprometeria a confiabilidade dos cálculos de mediana, desvio padrão e percentil 90 (P90). Assim, foram considerados apenas os três modelos com maior número de recargas, garantindo maior consistência estatística nos resultados.

Tabela 4 – Análise estatística do consumo de energia por modelo de veículo

Modelo do carro	Nº de Sessões	Energia Total (kWh)	Energia Média (kWh)	Mediana	Desvio Padrão (kWh)	P90 (kWh)
Dolphin Mini - BYD	153	3712,46	24,26	25,85	8,49	36,86
Dolphin - BYD	32	808,2	25,26	25,095	10,98	39,72
Dolphin Plus - BYD	10	349,38	34,94	41,18	16,4	50,65

Fonte: elaborado pela autora.

De acordo com a Tabela 4, o Dolphin Plus apresentou o maior desvio padrão (16,4 kWh), indicando uma maior variação entre as recargas, com algumas sessões significativamente mais longas e outras mais curtas. Já o Dolphin Mini (8,49 kWh) e o Dolphin (10,98 kWh) apresentaram menos dispersão dos dados, o que sugere que a maioria dos usuários, ressaltando

o modelo Mini, mantém padrões de recarga semelhantes, chegando e saindo com níveis de carga (SoC) próximos.

No caso da mediana, o Dolphin Plus apresentou um valor típico de energia consumida (41,18 kWh) superior à média (34,94 kWh). Essa diferença indica que a maioria das recargas foi mais longa, mas a média acabou sendo reduzida pela presença de algumas sessões de menor duração.

Por fim, o percentil 90 (P90) do Dolphin Plus, de 50,65 kWh demonstra que 90% das sessões de recarga não ultrapassaram esse valor, confirmando o padrão de recargas mais extensas e de maior demanda energética, coerente com a maior capacidade de bateria desse modelo.

3 CARACTERIZAÇÃO ELÉTRICA DA ERVE

Os dados utilizados para a elaboração dos gráficos foram obtidos por meio do medidor de qualidade de energia Pure BlackBox (ELSPEC PURE), sendo posteriormente processados e interpretados no software *Sapphire*.

Figura 13 - Medidor Pure BlackBox



Fonte: [ELSPEC-LTD]

O equipamento utilizado é um analisador portátil de qualidade de energia, baseado na tecnologia PQZ, capaz de registrar continuamente todos os parâmetros elétricos em regime permanente, sem a necessidade de configurações prévias de limites ou gatilhos de gravação. O dispositivo monitora mais de 5.000 parâmetros de qualidade de energia, incluindo valores eficazes de tensão e corrente (RMS), distorção harmônica total (THD), potência ativa, reativa e aparente, fator de potência, desequilíbrios, harmônicos e inter-harmônicos, entre diversos outros indicadores elétricos (ELSPEC). Para este trabalho, o foco concentrou-se apenas nas medições de potência ativa e reativa. Entretanto, por se tratar de um equipamento altamente completo, a metodologia desenvolvida pode ser estendida para outras grandezas elétricas registradas pelo analisador, permitindo estudos mais abrangentes conforme a necessidade.

Para garantir a correta leitura e conversão das medições, foi necessária a configuração inicial dos parâmetros elétricos da rede no próprio *Sapphire*.

Figura 14 – Configuração dos parâmetros elétricos da rede para leitura dos dados no *Software Sapphire*

Network & Device Configuration

Advanced

Network configuration required. Update it if necessary and click OK.

Component name: Pure PQZ 09/11/2025 12:44:02

Nominal frequency [Hz]: 60

Nominal voltage [V-L-L]: 380

Nominal current [A]: 5

Network topology: WYE

Primary PT: 400 Secondary PT: 400

Primary CT: 50 Secondary CT: 50

V to I ratio: 1 V~ 100 A~

☐ Change neutral settings

Primary CT: 50 Secondary CT: 50

V to I ratio: 1 V~ 100 A~

Network and device configuration can also be set through Unit configuration tab of the Component.

OK Cancel

Fonte: elaborado pela autora.

Conforme ilustrado na Figura 14, foram definidos os principais parâmetros da rede elétrica. A frequência nominal foi mantida em 60 Hz, conforme o padrão brasileiro, e a tensão nominal de linha foi ajustada para 380V, correspondente ao sistema trifásico analisado. A topologia da rede foi configurada como WYE (estrela), conforme apresentado na Figura 7.

As relações de transformação dos transformadores de corrente (CT) e de potencial (PT) foram mantidas em 1:1, uma vez que as medições ocorreram em baixa tensão. Além disso, a corrente nominal foi configurada em 5A, valor correspondente ao secundário padrão dos *clamps* de corrente utilizados. Essas configurações foram necessárias para que o Sapphire realizasse a conversão correta dos sinais medidos pelo analisador, possibilitando a obtenção de valores reais das grandezas elétricas avaliadas nas seguintes de análise.

Este capítulo apresenta os procedimentos adotados para caracterizar o comportamento de potência ativa e reativa do eletroposto, com base nas medições registradas pelo analisador de qualidade de energia ELSPEC. Os dados foram exportados em formato Excel com resolução temporal de 15 minutos e tratados integralmente em Python, conforme código disponibilizado no Apêndice B.

Foram utilizados intervalos de 15 minutos pois esse é o padrão adotado na Base de Dados de Geração Distribuída (BDGD) da ANEEL e nas distribuidoras. As séries temporais enviadas à BDGD seguem o módulo 5 do PRODIST, que define integrais de 15 minutos para curvas de carga e para medições de potência ativa e reativa. Contudo, este trabalho também pode ser aplicado a outras variáveis de tempo, como: 5 minutos, 10 minutos, 1 hora, dentre outros.

As medições foram classificadas em três grupos de dias: dias úteis (DU), sábados (SA) e domingos (DO). Para cada grupo, foram geradas curvas diárias, em valores por unidade (*pu*), curvas médias e, por fim, a curva característica representativa de cada tipo de dia.

3.1 Metodologia para Geração das Curvas de Potência Ativa

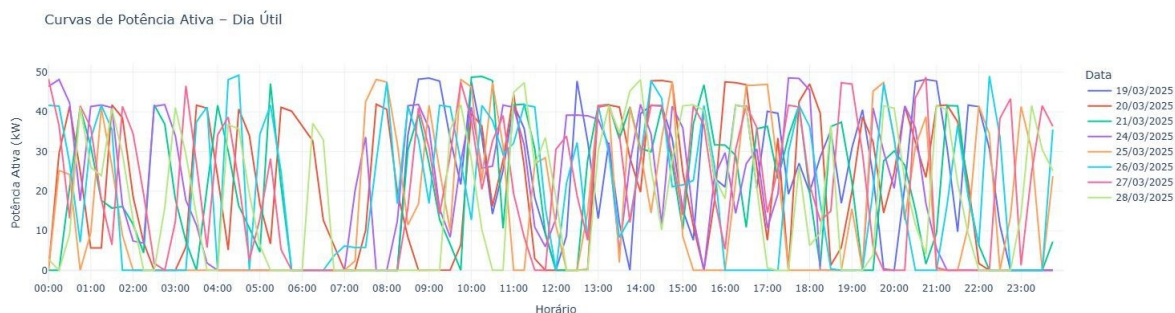
Todas as medições fornecidas pelo ELSPEC PURE foram utilizadas. Alguns registros continham valores negativos de potência ativa. Esse comportamento ocorreu devido à forma de instalação de sistema de medição no ponto de conexão do carregador, onde foi utilizada uma garra de corrente do tipo Rogowski. Esse tipo de sensor é mais suscetível a pequenas flutuações e, conseqüentemente, em leituras momentâneas de potência ativa negativa. Para garantir a consistência do banco de dados, esses valores foram substituídos por zero, sem aplicação de filtros adicionais. Todo o tratamento e geração de gráficos foi realizado com a mesma resolução temporal: 15 minutos.

3.1.1 Curvas de Potência Ativa em kW para DU, SA e DO

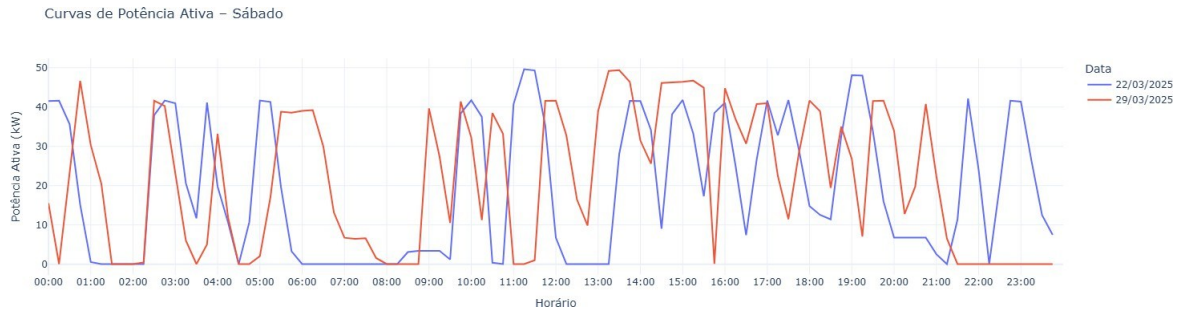
As curvas diárias em kW foram geradas individualmente para cada dia do conjunto analisado. Cada curva representa o consumo da potência ativa ao longo de 24 horas. Em seguida, as curvas foram agrupadas de acordo com o tipo de dia, onde para a Figura 15 foram os dias úteis (DU), Figura 16 os sábados (SA) e Figura 17 os domingos (DO).

Esses gráficos fornecem a base para as análises subsequentes, evidenciando o comportamento instantâneo de potência ativa ao longo de diferentes dias da semana.

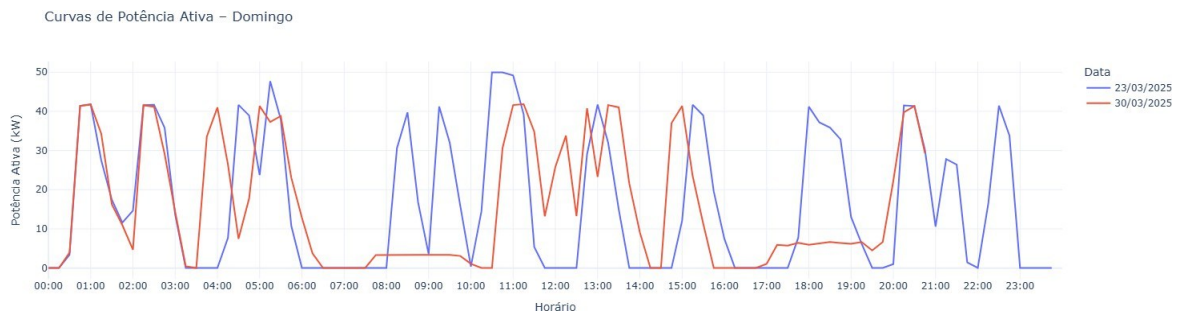
Figura 15 – Curva de Potência Ativa (DU)



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 16 – Curva de Potência Ativa (SA)

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 17 – Curva de Potência Ativa (DO)

Fonte: elaborado pela autora.

3.1.2 Geração da curva de potência ativa e sua média normalizada para DU, SA e DO

Para permitir análises comparativas entre dias diferentes, as curvas em kW foram normalizadas em função do valor máximo diário registrado. A conversão foi realizada individualmente para cada dia, seguindo a equação:

$$P_{PU}(t) = \frac{P(t)}{P_{m\acute{a}x,dia}} \quad (\text{equação 3})$$

onde:

- $P(t)$ = potência ativa medida em cada intervalo Dt de 15 minutos.
- $P_{m\acute{a}x,dia}$ = maior valor de potência do dia.
- $P_{PU}(t)$ = potência normalizada em cada intervalo Dt de 15 minutos.

Com isso, cada dia passa a ter um valor máximo igual a 1 *pu*. Após essa conversão, foi calculada a curva média em *pu*, obtida pela média aritmética ponto a ponto (a cada 15 minutos) das curvas dos dias de um mesmo tipo:

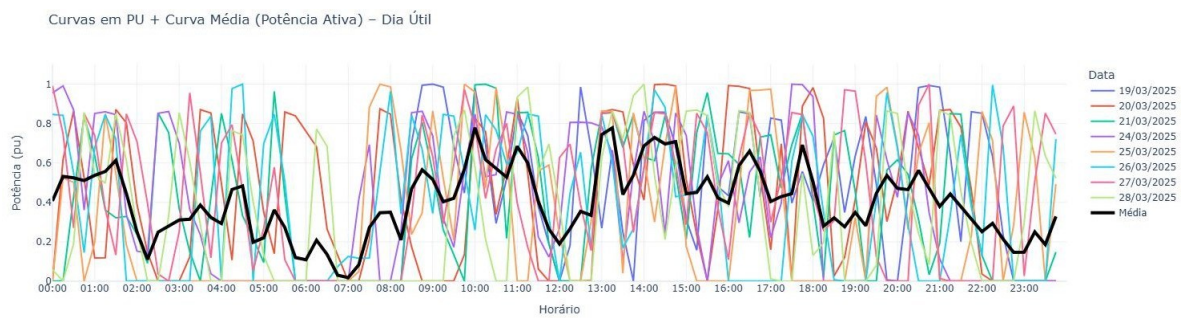
$$P_{PU,médio}(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_{PU,i}(t) \quad (\text{equação 4})$$

onde:

- $P_{PU,médio}(t)$ = Valor médio da potência normalizada no horário t , considerando todos os dias do mesmo tipo.
- $\frac{1}{N}$ = Média de todos os valores normalizados naquele mesmo ponto da curva.
- $\sum_{i=1}^N$ = Soma de todos os valores normalizados no instante t , considerando todos os dias disponíveis.
- $P_{PU,i}(t)$ = Valor normalizado da potência ativa no tempo t para o dia i
- N = Número total de dias incluídos no cálculo.

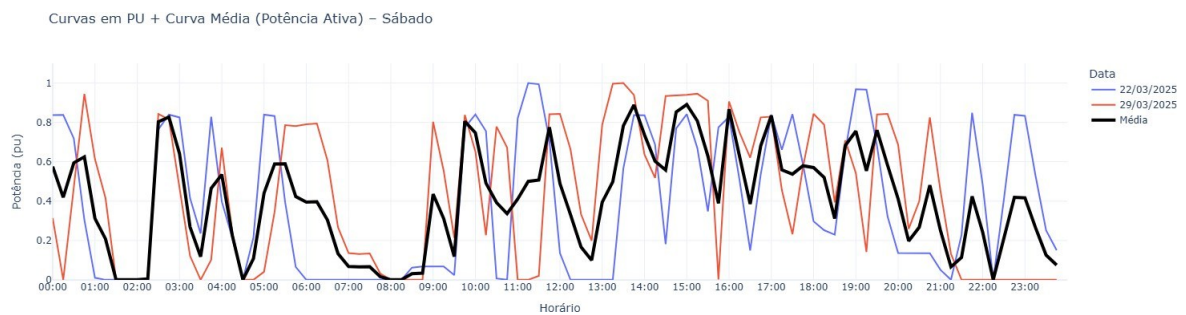
As Figuras 18, 19 e 20 apresentam as curvas normalizadas e suas respectivas médias DU, SA e DO.

Figura 18 – Curvas em $[pu]$ e a sua Média para Dias Úteis (DU)

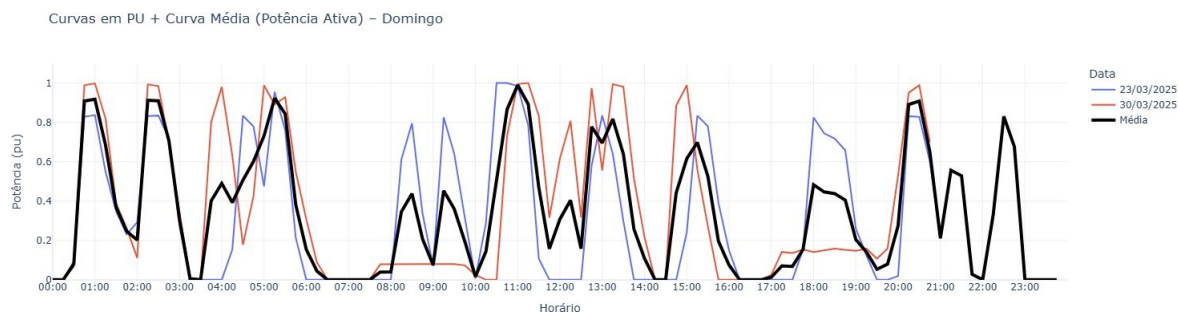


Fonte: elaborado pela autora.

Figura 19 – Curvas em $[pu]$ e a sua Média para Sábados (SA)



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 20 – Curvas em $[pu]$ e a sua Média para domingos (DO)

3.1.3 Identificação dos horários de pico de potência ativa

Com as curvas em pu , foi possível identificar para cada dia o instante de maior demanda de potência ativa. As Tabelas 5, 6 e 7 apresentam data, horário de pico e potência máxima em kW.

Essas tabelas permitem observar que, embora os valores máximos sejam próximos entre si, os horários dos picos variam consideravelmente entre os dias analisados. Isso indica que o eletroposto não possui um padrão rígido de demanda por horário, sendo utilizado por usuários em momentos bastantes distintos ao longo do dia.

Tabela 5 – Horários e Potência Máxima (kW) Registrada para Dias Úteis (DU)

Data	Hora	Potência Ativa Máxima (kW)
19/03	09h	48,49
20/03	14:30h	47,90
21/03	10:15h	48,90
24/03	17:30h	48,56
25/03	07:45h	48,16
26/03	04:30h	49,22
27/03	20:45h	48,72
28/03	14h	48,08

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 6 – Horários e Potência Máxima (kW) Registrada para Sábados (SA)

Data	Hora	Potência Ativa Máxima (kW)
22/03	11:15h	49,64
29/03	13:30h	49,39

Fonte: elaborado pela autora.

Tabela 7 – Horários e Potência Máxima (kW) Registrada para Domingos (DO)

Data	Hora	Potência Ativa Máxima (kW)
23/03	10:30h	49,94
30/03	11:15h	41,83

Fonte: elaborado pela autora.

3.1.4 Curva característica de potência ativa

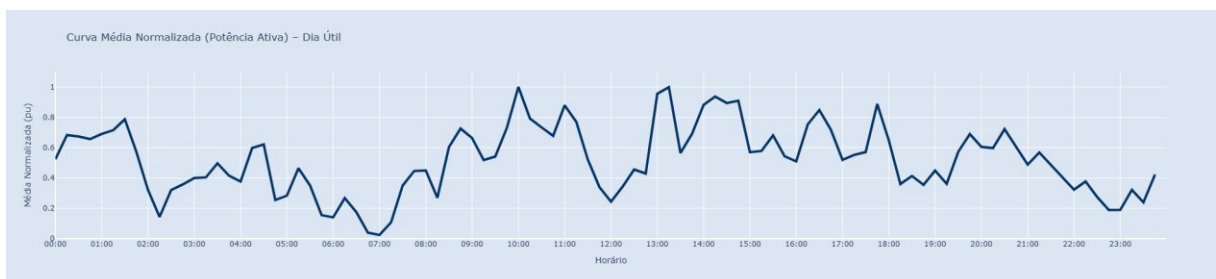
A etapa final consiste em normalizar a curva média para que seu valor máximo se torne igual a 1 *pu*:

$$P_{PU,caract}(t) = \frac{P_{PU,média}(t)}{\max(P_{PU,média}(t))} \quad (\text{equação 5})$$

onde:

- $P_{PU,caract}(t)$ = Curva característica normalizada.
- $P_{PU,média}(t)$ = Curva média em *pu*.
- $\max(P_{PU,média}(t))$ = Maior valor dessa curva média.

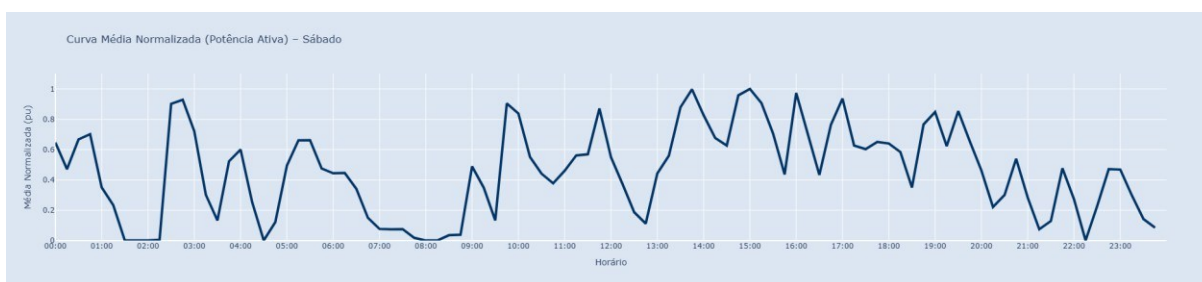
Essa curva representa o perfil típico de consumo para DU, SA e DO e está ilustrada nas Figuras 21, 22 e 23.

Figura 21 – Caracterização da Curva Diária para Dias Úteis (DU)

Fonte: elaborado pela autora.

Para a Figura 21 a maior demanda ocorre entre o meio da manhã e meados da tarde, com pico às 10h.

Figura 22 – Caracterização da Curva Diária para Sábados (SA)



Fonte: elaborado pela autora.

Na Figura 22 o comportamento é semelhante aos dos dias úteis, porém com pico registrado às 15h e demanda elevada até o início da noite.

Figura 23 – Caracterização da Curva Diária para Domingos (DO)



Fonte: elaborado pela autora.

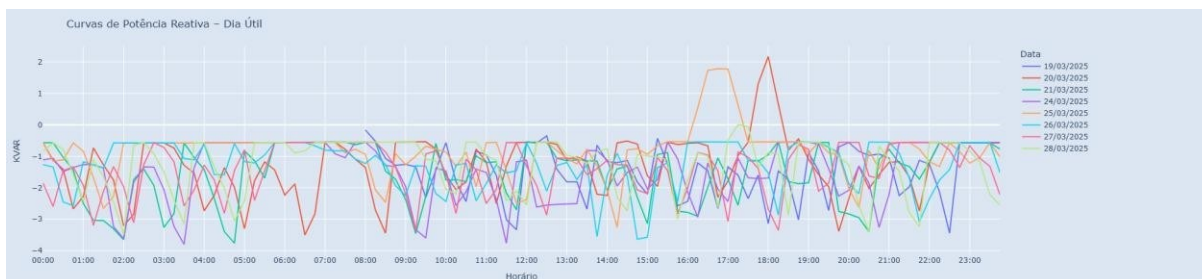
Para a Figura 23 o pico registrado foi às 11h, com uma demanda não muito estável durante o dia, concluindo que não há padrões de consumo previsível.

3.2 Metodologia para Geração das Curvas de Potência Reativa

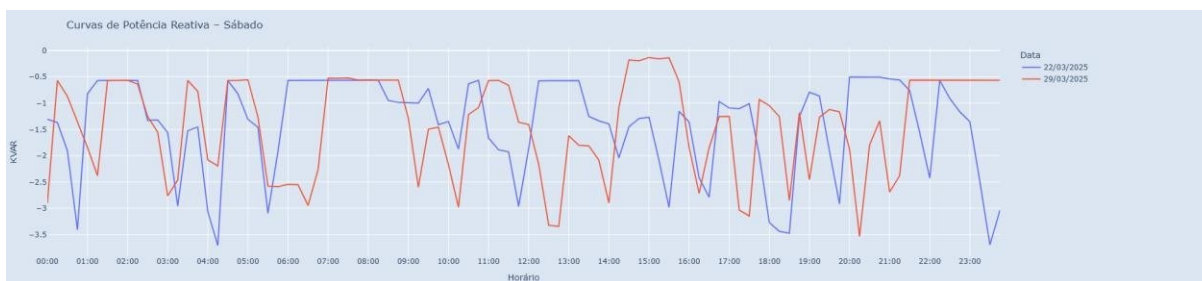
As curvas de potência reativa foram tratadas seguindo metodologia semelhante à utilizada para potência ativa. Todas as medições foram mantidas, sem filtragem, e os gráficos foram gerados com resolução de 15 minutos.

3.2.1 Curvas de Potência Reativa em $kVAr$ para DU, SA e DO

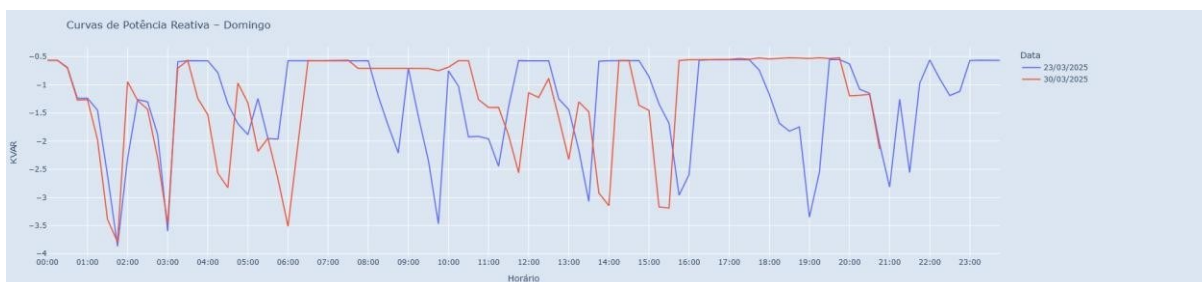
As Figuras 24, 25 e 26 mostram o consumo da potência reativa ao longo do dia para DU, SA e DO.

Figura 24 – Curva de Potência Reativa (DU)

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 25 - Curva de Potência Reativa (SA)

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 26 - Curva de Potência Reativa (DO)

Fonte: elaborado pela autora.

Observar-se que há predominância de consumo indutivo da rede, com presença pontual de dias com comportamento capacitivo, (notadamente em DU), e variação significativa entre dias de um mesmo grupo. Essas curvas fornecem a base para a normalização em *pu*.

3.2.2 Conversão das Curvas de Potência Reativa para pu

A potência reativa pode assumir valores positivos e negativos. Portanto, para cada dia, o valor de referência utilizado na normalização foi o maior valor em módulo, considerando tanto a parte positiva quanto a negativa:

$$Q_{ref} = \max (| Q_{máx} |, | Q_{mín} |) \quad (\text{equação 6})$$

onde:

- Q_{ref} = Valor da potência reativa de referência.
- $\max(| Q_{máx} |)$ = Módulo do maior valor positivo.
- $\max(| Q_{mín} |)$ = Módulo do maior valor negativo.

A normalização foi feita por:

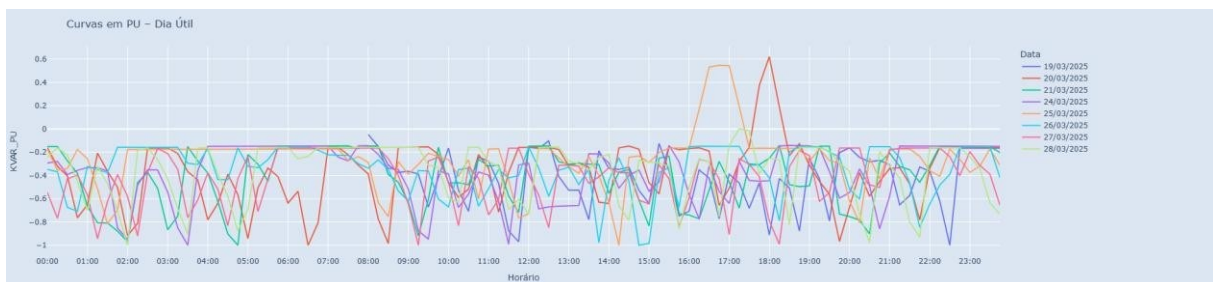
$$Q_{PU}(t) = \frac{Q(t)}{Q_{(ref)}} \quad (\text{equação 7})$$

onde:

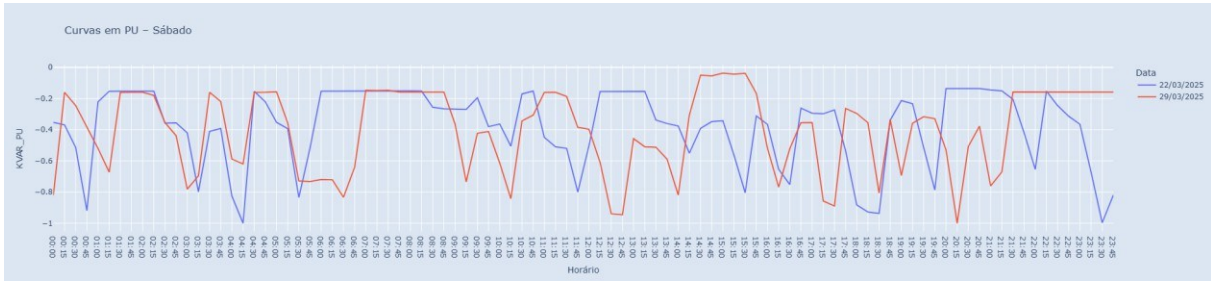
- $Q_{PU}(t)$ = Potência reativa normalizada em cada intervalo Δt de 15 minutos em *pu*.
- $Q(t)$ = Potência reativa medida em cada intervalo Δt de 15 minutos.
- $Q_{(ref)}$ = Valor de referência escolhido previamente.

As Figuras 27, 28 e 29 apresentam as curvas em *pu* para DU, SA e DO;

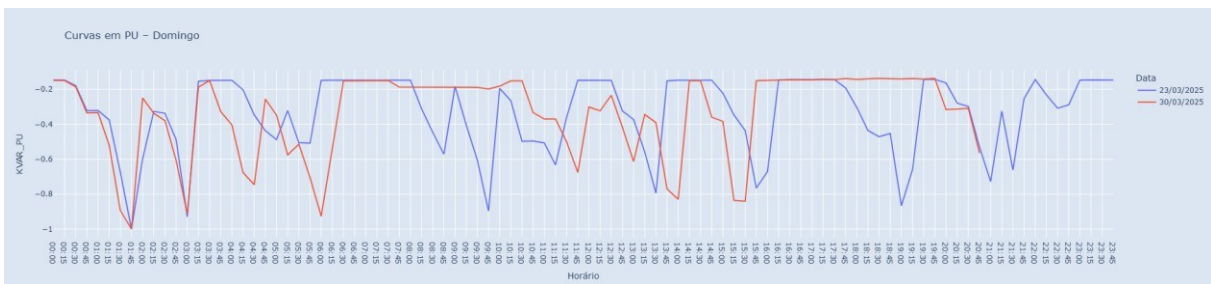
Figura 27 – Curvas em [pu] para Dias Úteis



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 28 – Curvas em [pu] para Sábados

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 29 – Curvas em [pu] para Domingos

Fonte: elaborado pela autora.

3.2.3 Cálculo da Curva Média em [pu]

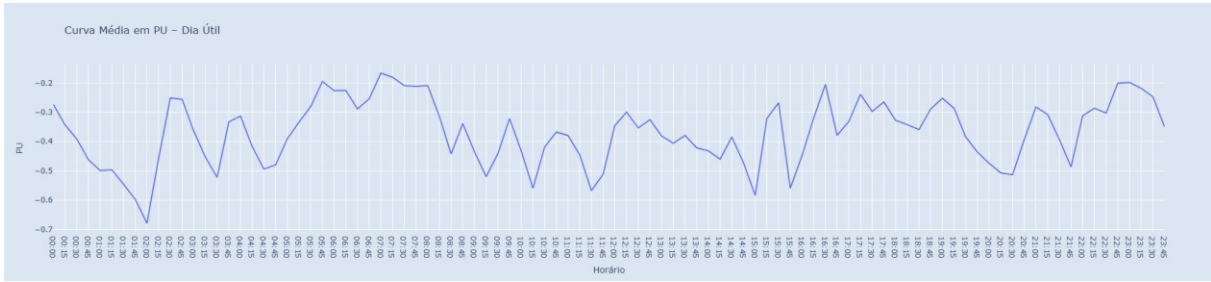
Para gerar a curva média de cada tipo de dia, utilizou-se novamente a média aritmética ponto a ponto:

$$Q_{PU,médio}(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Q_{PU,i}(t) \quad (\text{equação 8})$$

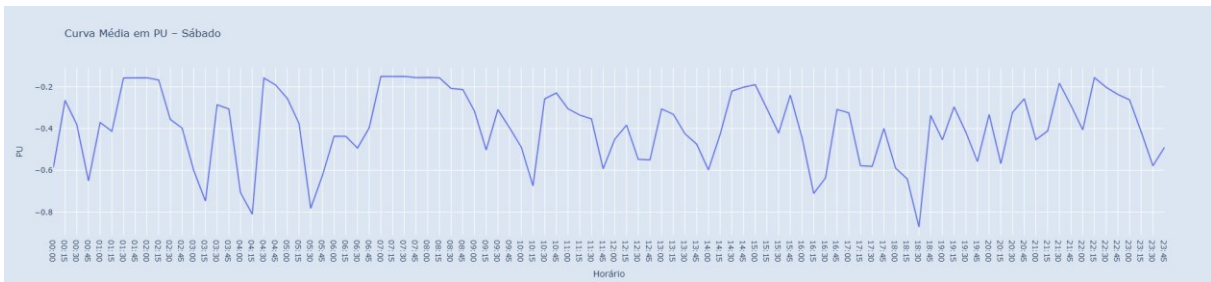
onde:

- $Q_{PU,médio}(t)$ = Curva média da potência reativa normalizada no instante **t**.
- $\sum_{i=1}^N$ = Soma de todos os valores normalizados no instante **t**, considerando todos os dias disponíveis.
- $\frac{1}{N}$ = Média de todos os valores normalizados naquele mesmo ponto da curva.
- N = Número total de dias considerados na análise.
- $Q_{PU,i}(t)$ = Valor normalizado da potência reativa no instante **t** para o dia **i**.

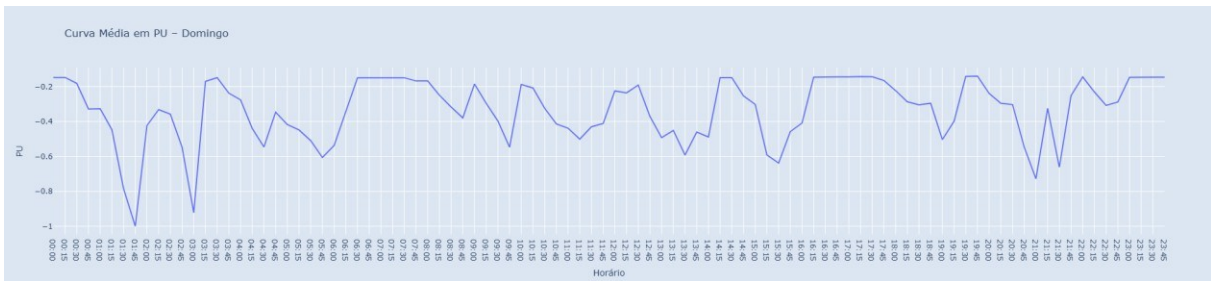
As curvas médias para DU, SA e DO estão apresentadas nas Figuras 30, 31 e 32.

Figura 30 – Curvas de Média em $[pu]$ para Dias Úteis

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 31 – Curvas de Média em $[pu]$ para Sábados

Fonte: elaborado pela autora.

Figura 32 – Curvas de Média em $[pu]$ para Domingos

Fonte: elaborado pela autora.

3.2.4 Curva Característica de Potência Reativa

Assim como para a potência ativa, a curva média foi normalizada de forma que seu valor máximo em módulo fosse igual a 1 pu , resultando na curva característica de cada tipo de dia:

$$Q_{PU,caract} = \frac{Q_{PU,média(t)}}{\max(|Q_{PU,média(t)}|)} \quad (\text{equação 9})$$

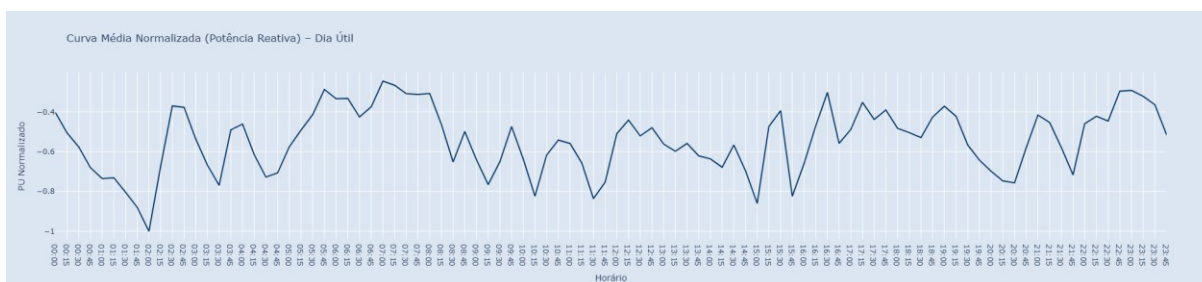
onde:

- $Q_{PU,caract}$ = Curva característica normalizada.
- $Q_{PU,média(t)}$ = Curva média em pu .

- $\max (| Q_{PU,média}(t) |) = \text{Maior valor da curva média em módulo.}$

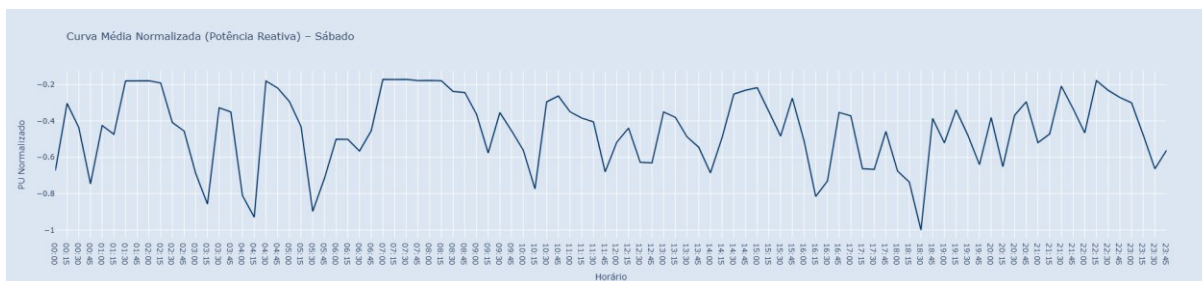
As Figuras 33, 34 e 35 ilustram essas curvas. Em todos os tipos de dia, o eletroposto apresentou comportamento indutivo, com horários de pico variando entre madrugada e início da noite, dependendo do dia.

Figura 33 – Caracterização da Curva Diária para Dias Úteis (DU)



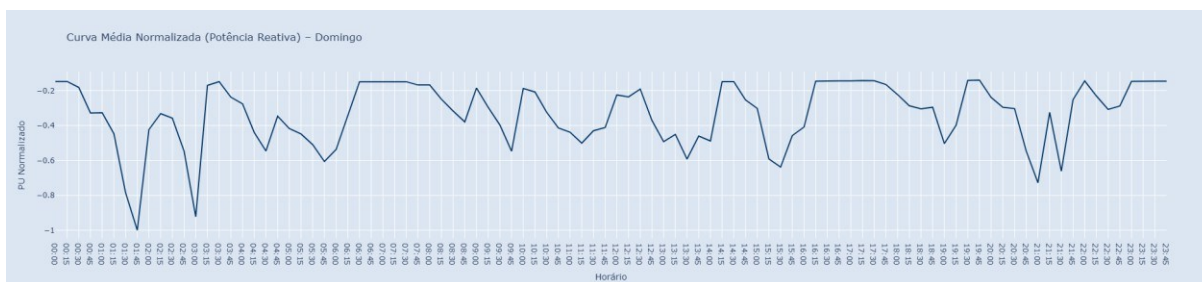
Fonte: elaborado pela autora.

Figura 34 – Caracterização da Curva Diária para Sábados (SA)



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 35 – Caracterização da Curva Diária para Domingos (DO)



Fonte: elaborado pela autora.

4 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Os resultados obtidos neste trabalho, especialmente as curvas de potência ativa e reativa, bem como suas versões normalizadas, apresentam potencial relevância regulatória e operacional para distribuidores de energia elétrica, alinhando-se diretamente às diretrizes do Módulo 2 do PRODIST da ANEEL. Esse módulo estabelece que as distribuidoras devem realizar campanhas de medição para caracterização de carga, subsidiando estudos de previsão de demanda e planejamento da expansão do sistema elétrico. Nesse contexto, as curvas caracterizadas neste estudo podem servir como insumo preliminar para esses processos, ainda que as medições realizadas não tenham apresentado um padrão de consumo bem definido. Para futuras análises, recomenda-se a realização de campanhas de medição mais longas, considerando o crescimento acelerado das frotas de VEs e a expansão da infraestrutura de recarga. Períodos estendidos de coleta de dados tendem a revelar comportamentos mais estáveis, permitindo a obtenção de tipologias de curva mais representativas e úteis ao planejamento da rede.

No âmbito das análises estatísticas do capítulo 2, alguns resultados se destacam. Primeiramente, observou-se que a taxa de ocupação e o número de recargas não são necessariamente proporcionais, uma vez que a ocupação está associada a diversas variáveis, como modelo do veículo, estado de carga (SoC), capacidade da bateria, carregamentos simultâneos e tipo de tomada utilizada. Quanto às durações das sessões, verificou-se que 90% das recargas nos dias úteis duram menos de 64 minutos, enquanto nos sábados esse valor sobe para 80 minutos. Aos domingos, um dia atípico com uma recarga de 116,37 minutos, 10% das sessões ultrapassaram 1h56min. Esses resultados sugerem que, nos finais de semana, os usuários tendem a permanecer mais tempo conectados ao carregador, ao passo que nos dias úteis as recargas são mais curtas, provavelmente devido à alta demanda de clientes para com os motoristas de aplicativo, predominando uma rotatividade maior das recargas.

Outro achado relevante é a forte concentração do uso por um único modelo: o BYD Dolphin Mini. Das 213 recargas analisadas, 153 (68%) foram desse modelo, sendo que Mini, Dolphin e Dolphin Plus somados representam 86,66% de todas as sessões. Em consumo energético, o Dolphin Mini também se destaca, sendo responsável por 70,68% de toda a energia demandada no período (3712,46 kWh de um total de 5252,14 kWh). Isso

indica que o eletroposto atende majoritariamente uma frota altamente concentrada em modelos BYD.

No capítulo 3, as tipologias diárias de potência ativa para dias úteis, sábados e domingos demonstraram o comportamento do eletroposto ao longo de 24 horas. Já as curvas de potência reativa evidenciaram para esta ERVE um perfil indutivo, com variação entre os tipos de dia. As curvas normalizadas reforçam esses resultados, permitindo análises comparativas entre diferentes dias e fornecendo subsídios para estudos de impacto em redes de distribuição.

Considerando esses resultados, conclui-se que o objetivo geral do trabalho foi atingido com êxito. As curvas normalizadas geradas podem ser aplicadas em ferramentas como OpenDSS, Matlab ou Python para estudos de fluxo de potência, possibilitando análises relacionadas ao impacto do eletroposto em unidades consumidoras vizinhas, variações de tensão, correntes, distorções harmônicas, dentre outras grandezas. Além disso, recomenda-se a realização de simulações variando o nível de penetração de veículos elétricos ao longo do dia, o que permitirá avaliar estratégias de mitigação, como: tarifas dinâmicas para provocar deslocamento de carga, controle dinâmico da potência do carregador conforme a capacidade do transformador e integração de uma ERVE com geração distribuída e baterias, para que possam entrar como serviço de suporte a rede, onde não seria apenas o transformador alimentando esta carga, assim, podendo ajudar a evitar sobrecargas em horários de maior demanda das unidades consumidoras.

Por fim, os valores das curvas normalizadas encontram-se no Apêndice A, a fim de facilitar estudos futuros e possibilitar que pesquisadores e concessionárias compreendam de forma mais aprofundada como a crescente expansão dos eletropostos pode impactar a rede de distribuição, bem como quais soluções podem ser adotadas para mitigar esses efeitos.

REFERÊNCIAS

- ABVE. Associação Brasileira do Veículo Elétrico. **Eletrificados superam previsões, passam de 170 mil e batem todos os recordes em 2024**. 6 de janeiro de 2025. Disponível em: <https://abve.org.br/eletrificados-superam-previsoes-passam-de-170-mil-e-batem-todos-os-recordes-em-2024/>.
- ABVE. Associação Brasileira do Veículo Elétrico. **Eletropostos**. Disponível em: <https://abve.org.br/abve-data/bi-eletropostos/>.
- AHMED, S. I.; SALEHFAR, H.; SELVARAJ, D. F. Impact of electric vehicle charging on the performance of distribution grid. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POWER ELECTRONICS FOR DISTRIBUTED GENERATION SYSTEMS (PEDG)*, 12., 2021, Chicago. **Anais [...]**. Piscataway: IEEE, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9494268>. Acesso em: 25 nov. 2025. <https://doi.org/10.1109/PEDG51384.2021.9494268>
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Anexo V da Resolução Normativa nº 956, de 7 de dezembro de 2021: Módulo 5 – Sistemas de Medição**. Brasília: ANEEL, 2021. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_4.pdf. Acesso em: 02 dez. 2025.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **PRODIST – Módulo 2: Planejamento da expansão do sistema de distribuição**. Brasília: ANEEL, dezembro/2021. v. 1. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2021956_2_1.pdf. Acesso em: 7 nov. 2025.
- AUTOMOTIVE BUSINESS. **Carros híbridos e elétricos pagarão IPI de 7% a 20%**. 25 jul. 2018. Disponível em: <https://www.automotivebusiness.com.br/noticias/carros-hibridos-e-eletricos-pagao-ipi-de-7-a-20>. Acesso em: 11 jul. 2025.
- BOSISIO, A. *et al.* Impact of charging infrastructure for electric vehicles on the power quality of the distribution networks. *In: CIRED PORTO WORKSHOP 2022: E-mobility and power distribution systems*, 2022, Porto. **Anais [...]**. Hybrid Conference: CIRED, 2022. p. 195–199. Disponível em: <https://chooser.crossref.org/?doi=10.1049%2Ficp.2022.0693>. Acesso em: 25 nov. 2025. <https://doi.org/10.1049/icp.2022.0693>
- BRASIL. **Decreto nº 9.442, de 5 de julho de 2018**. Altera a Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados - TIPI. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2018/decreto-9442-5-julho-2018-786945-publicacaooriginal-155977-pe.html>. Acesso em: 11 jul. 2025.
- BYD BRASIL. **Página inicial**. BYD Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.byd.com.br>. Acesso em: 7 nov. 2025.
- ECOMENERGIA. **Eletromobilidade e sua contribuição ao desenvolvimento sustentável**. 30 de março de 2023. Disponível em: <https://ecomenergia.com.br/blog/eletromobilidade-e-sua-contribuicao-ao-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 25 nov. 2025.
- EL-HENDAWI, M. *et al.* Impact of electric vehicles charging on urban residential power distribution networks. **Energies**, Basel, v. 17, n. 23, p. 5905, 2024. DOI 10.3390/en17235905. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/23/5905>. Acesso em: 25 nov. 2025. <https://doi.org/10.3390/en17235905>

ELSPEC. PUREBB – Handheld Power Quality Analyzer. **Elspec-Ltd**. Disponível em: <https://www.elspec-ltd.com/metering-protection/power-quality-analyzers/purebb-power-quality-analyzer-handheld/>. Acesso em: 03 dez. 2025.

EVBOOSTERS. **The state of public EV charging**: China, Europe and U.S. compared. 19 de agosto de 2024. Disponível em: <https://evboosters.com/ev-charging-news/the-state-of-public-ev-charging-china-europe-and-u-s-compared/>. Acesso em: 25 nov. 2025.

FICHA COMPLETA. **JAC IEV20 - 2021**. Ficha Completa, 2024. Disponível em: <https://www.fichacompleta.com.br/carros/jac/iev20--2021>. Acesso em: 7 nov. 2025.

FOGAÇA, A.; MONTIOIA, V. Governo eleva imposto de importação para carros elétricos e híbridos a partir desta terça. **G1**, São Paulo, 1º jul. 2025. Disponível em: <https://g1.globo.com/carros/noticia/2025/07/01/governo-eleva-imposto-de-importacao-para-carros-eletricos-e-hibridos-a-partir-desta-terca.ghtml>. Acesso em: 11 jul. 2025.

GRIDX. **European EV Charging Report**. 2025. Disponível em: <https://www.gridx.ai/resources/european-ev-charging-report-2025>. Acesso em: 25 nov. 2025.

HEYCAR. **Ficha técnica completa do Chery Arrizo 5e 2020**. Heycar, 2024. Disponível em: https://heycar.com.br/ficha-tecnica/ficha-tecnica-completa-do-chery-arrizo-5e-2020#google_vignette. Acesso em: 7 nov. 2025.

HEYCAR. **Ficha técnica completa do Chery Tiggo 7 Pro 1.5 PHEV 2025**. Heycar, [2024]. Disponível em: https://heycar.com.br/ficha-tecnica/ficha-tecnica-completa-do-chery-tiggo-7-pro-1-5-phev-2025#google_vignette. Acesso em: 7 nov. 2025.

IBERDROLA. **Baterias de carros elétricos**. 2025. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/quem-somos/nosso-modelo-inovacao/baterias-de-carro-eletrico>. Acesso em: 2 set. 2025.

JAC MOTORS. **Ficha Técnica E-JS1 23/23**. São Paulo: JAC Motors, 2023. Disponível em: https://www.jacmotors.com.br/public/media/ficha_tecnica/1701206667-ficha_tecnica_ejs1_23_23.pdf. Acesso em: 7 nov. 2025.

KUMAR, P. *et al.* A comprehensive review of vehicle-to-grid integration in electric vehicles: powering the future. **Energy Conversion and Management**: X, Reino Unido, v. 25, 2025. DOI 10.1016/j.ecmx.2024.100864. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590174524003428>. Acesso em: 25 nov. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2024.100864>

NASCIMENTO, G. S.; CIRINO, L. T.; CASTRO, R. B. S. **Eficiência energética em motores a combustão e elétricos**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) – Ânima Educação, 2024. Disponível em: <https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/28209a98-8331-43e6-a65d-badc9a46d2ea/content>. Acesso em: 11 jul. 2025.

NEOCHARGE. **Carros elétricos no Brasil**. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/carros-eletricos-brasil>. Acesso em: 25 nov. 2025.

NEOCHARGE. **Diferença entre carro elétrico e carro a combustão**. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/diferenca-carro-eletrico-e-combustao>. Acesso em: 11 jul. 2025.

NEOCHARGE. **Eletroposto**: como está a infraestrutura de recarga de carros elétricos na Europa? 2024. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/blog/eletroposto-carro-eletrico-europa>. Acesso em: 25 nov. 2025.

NEOCHARGE. **Veículo elétrico**: tudo sobre. Disponível em: <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carro-eletrico/veiculo-eletrico>. Acesso em: 25 nov. 2025.

PORTAL LUBES. Chevrolet Bolt no carregamento rápido. **Portal Lubes**, 19 de maio de 2020. Disponível em: <https://portallubes.com.br/2020/05/chevrolet-bolt-no-carregamento-rapido/>. Acesso em: 7 nov. 2025.

SIVARAMAN, P.; RAJ, J. S. S. S.; KUMAR, P. A. Power quality impact of electric vehicle charging station on utility grid. *In*: IEEE MADRAS SECTION CONFERENCE (MASCON), 2021, Chennai. **Anais [...]**. Piscataway: IEEE, 2021. p. 1-4. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9563528>. Acesso em: 25 nov. 2025.
<https://doi.org/10.1109/MASCON51689.2021.9563528>

ULTIMATE SPECS. **Volvo XC60 2022 T8 Recharge AWD**. Ultimate Specs, 2025. Disponível em: https://www.ultimatespecs.com/br/carros-ficha-tecnica/Volvo/129473/Volvo-XC60-2022-T8-Recharge-AWD.html#google_vignette. Acesso em: 7 nov. 2025.

APÊNDICE A – TABELA DAS TIPOLOGIAS DAS CURVAS DE CARGA

Hora	Potência Ativa			Potência Reativa		
	DU	SA	DO	DU	SA	DO
00:15	0,682764089	0,47094454	0,000653773	0,505909246	0,303529955	0,147984656
00:30	0,673378648	0,667326586	0,082131835	0,576450809	0,43570756	0,181824673
00:45	0,655843633	0,701620953	0,918446272	0,680650756	0,745703547	0,328265013
01:00	0,689695257	0,350622175	0,926959358	0,735442253	0,425252505	0,326953776
01:15	0,714725308	0,233513244	0,692382185	0,731264973	0,473625353	0,446835789
01:30	0,786582841	0,000725765	0,372985574	0,804055836	0,180257536	0,784152449
01:45	0,571085697	0,000634894	0,249606459	0,880219575	0,179763892	1
02:00	0,321947554	0,00064626	0,204457622	1	0,179447108	0,423266373
02:15	0,142369805	0,00527223	0,922114948	0,6723501	0,191117281	0,331906796
02:30	0,320022288	0,901881896	0,919161329	0,370145861	0,408532844	0,357916372
02:45	0,356913087	0,928844114	0,714532836	0,377264803	0,455442112	0,547015299
03:00	0,39892089	0,721170031	0,311483447	0,536471274	0,689334426	0,922474172
03:15	0,403655153	0,301485959	0,005773597	0,66810642	0,857131685	0,170073313
03:30	0,496129688	0,132585811	0,000653773	0,769098231	0,327662897	0,148889984
03:45	0,415144152	0,522618061	0,405734291	0,490455885	0,350709934	0,237784735
04:00	0,375792696	0,600663886	0,495541473	0,461530054	0,811450869	0,276162551
04:15	0,597504484	0,253210429	0,397027428	0,615420262	0,92939668	0,439829924
04:30	0,620847127	0,00071417	0,511469942	0,727859542	0,180714244	0,546035734
04:45	0,254370216	0,121537027	0,607833615	0,706649969	0,21890996	0,346636082
05:00	0,283081096	0,494377892	0,739187247	0,575043188	0,292465111	0,417888578
05:15	0,463994823	0,661194706	0,932736357	0,491951191	0,430257099	0,44854734
05:30	0,350269347	0,6620776	0,852560965	0,413377021	0,897127306	0,509508389
05:45	0,154419931	0,475480956	0,386110714	0,287195689	0,716830297	0,606422923
06:00	0,14014618	0,443955073	0,15579417	0,334019093	0,500538974	0,537309926
06:15	0,267161485	0,446205544	0,04572043	0,332045676	0,501202092	0,339871176
06:30	0,174486855	0,34131987	0,000665852	0,425625498	0,565590134	0,149549441
06:45	0,03903562	0,150154808	0,000663889	0,374382959	0,45469087	0,149813223
07:00	0,023757566	0,076809892	0,000663889	0,245317502	0,171394532	0,149546882
07:15	0,106852111	0,073900191	0,000665852	0,266277928	0,172204961	0,149404756
07:30	0,349694272	0,075536898	0,000665852	0,308124936	0,171379757	0,149402197
07:45	0,445743626	0,018183969	0,040403718	0,311795158	0,178342057	0,167877217
08:00	0,449239188	0,000680301	0,040874798	0,307749888	0,177406479	0,167753002
08:15	0,269217403	0,000668935	0,350161816	0,462818924	0,179145098	0,249230009
08:30	0,603167895	0,035341628	0,442456688	0,651829388	0,238225091	0,316870981
08:45	0,725718145	0,038609863	0,210230331	0,499149019	0,243462673	0,379336089
09:00	0,662780437	0,489123815	0,076321838	0,641067969	0,362698684	0,185078459
09:15	0,517873196	0,349673507	0,457584452	0,765646185	0,575804506	0,295662986
09:30	0,540864042	0,133300106	0,363858684	0,65058256	0,354172484	0,396935563
09:45	0,729554841	0,904470147	0,197174379	0,473621573	0,454283601	0,547317325
10:00	1	0,837992095	0,016773296	0,63694892	0,560259442	0,187999377
10:15	0,791588434	0,551809099	0,146738098	0,82356341	0,773237012	0,208010354
10:30	0,733271069	0,441196627	0,505577594	0,616735288	0,295027709	0,324277842
10:45	0,677438043	0,377497906	0,875431592	0,541714811	0,262950817	0,414250752
11:00	0,878703025	0,460959181	1	0,558914388	0,349806922	0,438403614
11:15	0,770085604	0,561651795	0,901737112	0,656522518	0,383965707	0,501127388
11:30	0,520160169	0,56916032	0,474847885	0,835673855	0,405404476	0,430102103
11:45	0,339637991	0,871152701	0,159864784	0,753075841	0,679758165	0,411754505
12:00	0,243234673	0,549547129	0,31226718	0,509531674	0,516397587	0,224854268
12:15	0,341867378	0,372360409	0,408439982	0,441174047	0,43921885	0,236191804
12:30	0,455240244	0,187264858	0,160555249	0,520890779	0,627415178	0,191221981
12:45	0,428892139	0,112112745	0,786219267	0,479571914	0,630981065	0,370972214
13:00	0,954925985	0,442841203	0,702739608	0,561689059	0,350594883	0,492886329
13:15	0,998240133	0,559445185	0,825934904	0,598367512	0,380101876	0,451212902
13:30	0,564752472	0,879098659	0,647058889	0,558535564	0,487543789	0,592382263
13:45	0,690242584	0,997341294	0,260986945	0,621130958	0,544618386	0,460655481
14:00	0,881577371	0,826967828	0,110246316	0,636125306	0,685690775	0,488779037
14:15	0,936270272	0,676620019	0,000845073	0,6782529	0,491101326	0,148895101
14:30	0,893792784	0,626444398	0,000663889	0,566493646	0,252839692	0,148765769
14:45	0,909054815	0,957651945	0,447332319	0,696217857	0,231314897	0,253226254
15:00	0,56968082	1	0,621682657	0,860214615	0,217390734	0,3022175
15:15	0,57783815	0,90678709	0,705244336	0,472961786	0,348767003	0,591396114
15:30	0,6802538	0,706056275	0,531223314	0,393692657	0,483346738	0,638265705
15:45	0,542615606	0,43634302	0,197928174	0,824172607	0,274469265	0,457870787
16:00	0,508876773	0,973511099	0,0760711	0,660474219	0,508156043	0,408952343
16:15	0,753262881	0,703348313	0,000726548	0,471222181	0,815228454	0,146143294
16:30	0,847430678	0,432609046	0,000698163	0,302271494	0,73082606	0,144449177
16:45	0,717321805	0,764409904	0,000698163	0,558180924	0,353482396	0,144578509
17:00	0,519273506	0,936539023	0,013298497	0,488447536	0,371861949	0,144710401
17:15	0,551615095	0,627105876	0,072024512	0,351977658	0,662709831	0,142341474
17:30	0,570423851	0,602893422	0,069401412	0,438007606	0,666645962	0,144053503
17:45	0,887578689	0,650893903	0,156365166	0,390448294	0,458140132	0,165075874
18:00	0,647807794	0,640493013	0,488164947	0,482602074	0,675869375	0,222804289
18:15	0,359583398	0,584132536	0,45150204	0,504131573	0,735742006	0,287176124
18:30	0,412692772	0,349852086	0,44285403	0,529238781	1	0,304225005
18:45	0,354537819	0,765810118	0,409585248	0,425545912	0,386210647	0,295448296
19:00	0,448616709	0,848311891	0,206329362	0,371730593	0,520448988	0,503564989
19:15	0,361450813	0,622508987	0,143233755	0,422225291	0,339338797	0,39851362
19:30	0,572281134	0,853971872	0,054842321	0,566681307	0,477319273	0,142082809
19:45	0,689276047	0,65418679	0,080721375	0,642405189	0,640247054	0,140106998
20:00	0,604835315	0,461902846	0,278909216	0,698873749	0,381399874	0,239350919
20:15	0,596735233	0,221535836	0,90038895	0,746855863	0,651280032	0,295975588
20:30	0,721699001	0,300518755	0,917787669	0,756716253	0,369081357	0,30317216
20:45	0,601868219	0,539613229	0,65775024	0,579713591	0,294507138	0,547125799
21:00	0,487467211	0,283811085	0,213732504	0,416185642	0,519562543	0,728142783
21:15	0,567862015	0,074638868	0,562757441	0,453412831	0,471754198	0,324883601
21:30	0,48661845	0,128661668	0,53451335	0,57866609	0,208493459	0,661665804
21:45	0,403164875	0,476892553	0,029235467	0,716683362	0,332097437	0,251681324
22:00	0,32286532	0,271977614	0,000627197	0,458971595	0,465742032	0,144593895
22:15	0,376568156	0,000804583	0,335307534	0,421981222	0,178165196	0,231246767
22:30	0,27433845	0,227896023	0,83882522	0,446044927	0,231543513	0,308070357
22:45	0,18873955	0,471068536	0,683705274	0,29557178	0,270998978	0,28867046
23:00	0,189824824	0,468139564	0,000768822	0,291991805	0,300236965	0,147180548
23:15	0,321529193	0,297591981	0,000606965	0,322003142	0,47691725	0,145628557
23:30	0,239147776	0,141791037	0,000627197	0,364198091	0,663336143	0,146145887
23:45	0,422509166	0,084930534	0,000627197	0,51518616	0,560918451	0,146404553
00:00	0,523216045	0,64631473	0,000684121	0,403237562	0,673049835	0,147847647

QR Code para
download do
arquivo Excel.



APÊNDICE B – SCRIPT EM PYTHON PARA GERAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS CURVAS DE CARGA

```
import pandas as pd
import plotly.express as px
import numpy as np

# ----- CONFIG -----
arquivo = r"C:\Users\julso\Desktop\Projeto TCC\Pasta1 (version 1).xlsx"

# 1) LEITURA E TRATAMENTO BÁSICO - POTÊNCIA ATIVA
df = pd.read_excel(arquivo)
df.columns = df.columns.str.strip().str.lower()

if 'data' not in df.columns:
    for c in df.columns:
        if 'date' in c:
            df = df.rename(columns={c: 'data'})
            break

if 'hora' not in df.columns:
    for c in df.columns:
        if 'hour' in c:
            df = df.rename(columns={c: 'hora'})
            break

if 'kw_novo' not in df.columns:
    for c in df.columns:
        if 'kw' in c or 'pot' in c:
            df = df.rename(columns={c: 'kw_novo'})
            break

# ----- CONVERSÕES E LIMPEZAS -----

df['data'] = pd.to_datetime(df['data'], errors='coerce')

def parse_time_str(s):
    if pd.isna(s):
        return pd.NaT
    s = str(s).strip()

    parts = s.split(':')
    if len(parts) == 2:
        s = s + ':00'
    try:
        return pd.to_datetime(s, format='%H:%M:%S', errors='coerce').time()
    except:
        try:
            return pd.to_datetime(s, errors='coerce').time()
        except:
```

```

        return pd.NaT

df['hora_time'] = df['hora'].apply(parse_time_str)

df['kw_novo'] = pd.to_numeric(df['kw_novo'], errors='coerce')
df.dropna(subset=['data', 'hora_time', 'kw_novo'], inplace=True)

df['kw_novo'] = df['kw_novo'].clip(lower=0)

# ----- POTÊNCIA EM PU -----

df['kw_max_dia'] = df.groupby('data')['kw_novo'].transform('max')

df['kw_max_dia'] = df['kw_max_dia'].replace(0, np.nan)

df['kw_pu'] = df['kw_novo'] / df['kw_max_dia']

# ----- CRIAÇÕES PARA PLOT -----

df['seconds'] = df['hora_time'].apply(lambda t: t.hour*3600 + t.minute*60 +
t.second)

df['hora_base'] = df['hora_time'].apply(lambda t:
f"{t.hour:02d}:{t.minute:02d}")

df['weekday'] = df['data'].dt.weekday
df['tipo_dia'] = df['weekday'].map({0:'dia útil',1:'dia útil',2:'dia
útil',3:'dia útil',4:'dia útil',5:'sábado',6:'domingo'})

df['data_str'] = df['data'].dt.strftime('%d/%m/%Y')

# ----- FUNÇÃO DE PLOT ROBUSTA -----
def plot_por_tipo(tipo, df, show=True):
    sub = df[df['tipo_dia'] == tipo].copy()
    if sub.empty:
        print(f"Nenhum dado para '{tipo}'")
        return None, None

    sub.sort_values(['data', 'seconds'], inplace=True)

    # ----- CÁLCULO DA CURVA MÉDIA EM PU -----
    media = sub.groupby('seconds')['kw_pu'].mean().reset_index()
    media.rename(columns={'kw_pu': 'kw_pu_media'}, inplace=True)

    # ----- Ticks do eixo X -----
    tick_seconds = list(range(0, 24*3600, 3600))
    tick_text = [f"{s//3600:02d}:00" for s in tick_seconds]

```

```

# ----- GRÁFICO DAS CURVAS INDIVIDUAIS -----
fig = px.line(
    sub,
    x='seconds',
    y='kw_pu',
    color='data_str',
    line_group='data_str',
    hover_data={
        'data_str': True,
        'hora_base': True,
        'seconds': False,
        'kw_pu': ':.3f',
        'kw_novo': ':.2f'
    },
    labels={
        'seconds': 'Horário',
        'kw_pu': 'Potência (pu)',
        'data_str': 'Data'
    },
    title=f"Curvas em PU + Curva Média (Potência Ativa) - {tipo.title()}"
)

# ----- CURVA MÉDIA EM PRETO -----
fig.add_scatter(
    x=media['seconds'],
    y=media['kw_pu_media'],
    mode='lines',
    line=dict(color='black', width=4),
    name='Média'
)

# ----- Layout -----
fig.update_layout(
    template='plotly_white',

    hovermode='x unified',
    hoverlabel=dict(
        bgcolor="white",
        font_size=8,
        font_color="black",
        namelength=-1
    ),

    margin=dict(t=60, b=40, l=60, r=350),

    legend_title_text='Data'
)

```

```

fig.update_xaxes(
    tickmode='array',
    tickvals=tick_seconds,
    ticktext=tick_text,
    range=[0, 24*3600-1],
    title_text='Horário'
)

fig.update_yaxes(
    title_text='Potência (pu)',
    zeroline=True,
    showgrid=True,
    range=[0, 1.1]
)

if show:
    fig.show()

return fig, media

# ----- FUNÇÃO PARA PLOTAR A CURVA MÉDIA NORMALIZADA -----
def segundos_para_hhmm(sec):
    """Converte segundos (int) para 'HH:MM'."""
    h = (sec // 3600) % 24
    m = (sec % 3600) // 60
    return f"{h:02d}:{m:02d}"

def plot_media_normalizada(media, tipo):

    media_norm = media.copy()
    max_media = media_norm['kw_pu_media'].max()
    media_norm['kw_pu_media_norm'] = media_norm['kw_pu_media'] / max_media

    media_norm['hora_hhmm'] = (
        (media_norm['seconds'] // 3600)
        .astype(int)
        .astype(str)
        .str.zfill(2)
        + ":" +
        ((media_norm['seconds'] % 3600 // 60)
        .astype(int)
        .astype(str)
        .str.zfill(2))
    )

```

```

fig = px.line(
    media_norm,
    x='seconds',
    y='kw_pu_media_norm',
    title=f"Curva Média Normalizada (Potência Ativa) - {tipo.title()}",
    labels={'seconds': 'Horário', 'kw_pu_media_norm': 'Média Normalizada (pu)'},
    hover_data={'hora_hhmm': True, 'seconds': False, 'kw_pu_media_norm':
':.3f'}
)

fig.update_layout(
    plot_bgcolor="#dce6f2",
    paper_bgcolor="#dce6f2"
)

tick_seconds = list(range(0, 24*3600, 3600))
tick_text = [f"{s//3600:02d}:00" for s in tick_seconds]
fig.update_xaxes(
    tickmode='array',
    tickvals=tick_seconds,
    ticktext=tick_text,
    range=[0, 24*3600]
)

fig.update_layout(
    plot_bgcolor="#dce6f2",
    paper_bgcolor="#dce6f2"
)

fig.update_yaxes(range=[0, 1.1])

fig.show()
return fig

fig_diutil, media_diutil = plot_por_tipo('dia útil', df)
fig_sabado, media_sabado = plot_por_tipo('sábado', df)
fig_domingo, media_domingo = plot_por_tipo('domingo', df)
plot_media_normalizada(media_diutil, 'dia útil')
plot_media_normalizada(media_sabado, 'sábado')
plot_media_normalizada(media_domingo, 'domingo')

# ----- EXPORTAÇÃO PARA EXCEL -----
def preparar_para_excel(media):
    media_norm = media.copy()
    max_media = media_norm['kw_pu_media'].max()
    media_norm['kw_pu_media_norm'] = media_norm['kw_pu_media'] / max_media
    media_norm['hora_hhmm'] = (
        (media_norm['seconds'] // 3600)

```

```

        .astype(int)
        .astype(str)
        .str.zfill(2)
    + ":" +
    ((media_norm['seconds'] % 3600 // 60)
     .astype(int)
     .astype(str)
     .str.zfill(2))
)
return media_norm

media_diutil_excel = preparar_para_excel(media_diutil)
media_sabado_excel = preparar_para_excel(media_sabado)
media_domingo_excel = preparar_para_excel(media_domingo)

with pd.ExcelWriter("curvas_media_normalizada.xlsx") as writer:
    media_diutil_excel.to_excel(writer, sheet_name="dia_util", index=False)
    media_sabado_excel.to_excel(writer, sheet_name="sabado", index=False)
    media_domingo_excel.to_excel(writer, sheet_name="domingo", index=False)
print("Arquivo 'curvas_media_normalizada.xlsx' exportado com sucesso!")

# =====

# 2) LEITURA E TRATAMENTO BÁSICO - POTÊNCIA REATIVA
# =====

arquivo = r"C:\Users\julso\Desktop\Projeto TCC\pasta_pot_reativa_15.xlsx"
df = pd.read_excel(arquivo)

df.columns = df.columns.str.strip().str.lower()

df = df.rename(columns={
    "data da curva": "data",
    "hora": "hora",
    "tipo de dia": "tipo_dia",
    "kvar": "kvar"
})

df['data'] = pd.to_datetime(df['data'], dayfirst=True, errors='coerce')

def parse_time(s):
    if pd.isna(s):
        return np.nan
    s = str(s).strip()
    if len(s.split(":")) == 2:
        s += ":00"
    try:
        return pd.to_datetime(s).time()
    except:

```

```

        return np.nan

df["hora_time"] = df["hora"].apply(parse_time)

df["kvar"] = pd.to_numeric(df["kvar"], errors="coerce")

df.dropna(subset=["data", "hora_time", "kvar"], inplace=True)

df["seconds"] = df["hora_time"].apply(lambda t: t.hour*3600 + t.minute*60 +
t.second)
df["data_str"] = df["data"].dt.strftime("%d/%m/%Y")

def sec_to_hhmm(s):
    h = int(s) // 3600
    m = (int(s) % 3600) // 60
    return f"{h:02d}:{m:02d}"
df["hora_str"] = df["seconds"].apply(sec_to_hhmm)

full_times = [sec_to_hhmm(s) for s in range(0, 24*3600, 15*60)]

hour_ticks = [f"{h:02d}:00" for h in range(24)]

df["hora_cat"] = pd.Categorical(df["hora_str"], categories=full_times,
ordered=True)

# =====
# 2) FUNÇÃO PARA NORMALIZAÇÃO DIÁRIA EM PU
# =====

def normalizar_pu(df):
    df = df.copy()
    max_mod = df.groupby("data")["kvar"].transform(lambda x: x.abs().max())
    df["kvar_pu"] = df["kvar"] / max_mod
    return df

df_pu = normalizar_pu(df)
df_pu["hora_str"] = df_pu["seconds"].apply(sec_to_hhmm)
df_pu["hora_cat"] = pd.Categorical(df_pu["hora_str"], categories=full_times,
ordered=True)

# =====
# 3) PLOT DE TODAS AS CURVAS INDIVIDUAIS (COM E SEM PU)
# =====

def plot_curvas(tipo, df_local, coluna_y, titulo):
    sub = df_local[df_local["tipo_dia"].str.lower() == tipo.lower()].copy()
    if sub.empty:

```

```

        print(f"Nenhum dado encontrado para '{tipo}'")
        return None

sub.sort_values(["data", "seconds"], inplace=True)

fig = px.line(
    sub,
    x="hora_cat",
    y=coluna_y,
    color="data_str",
    line_group="data_str",
    title=f"{titulo} - {tipo.title()}",
    labels={
        "hora_cat": "Horário",
        coluna_y: coluna_y.upper(),
        "data_str": "Data"
    },
    hover_data={
        "data_str": True,
        "hora_str": True,
        "seconds": False,
        coluna_y: ':.3f'
    }
)

fig.update_xaxes(
    type='category',
    categoryorder="array",
    categoryarray=full_times,
    tickmode='array',
    tickvals=hour_ticks,
    ticktext=hour_ticks
)
fig.update_layout(
    plot_bgcolor="#dce6f2",
    paper_bgcolor="#dce6f2",
    hovermode='x unified',
    hoverlabel=dict(bgcolor="white", font_size=13, namelength=-1),
    margin=dict(t=60, b=40, l=60, r=350),
    legend_title_text='Data'
)
fig.update_yaxes(title_text=coluna_y.upper())

fig.show()
return fig

```

```

# =====
# 4) CÁLCULO E PLOTAGEM DA CURVA MÉDIA EM PU
# =====

def curva_media(df_local, tipo):
    sub = df_local[df_local["tipo_dia"].str.lower() == tipo.lower()].copy()
    if sub.empty:
        return None

    media = sub.groupby("seconds")["kvar_pu"].mean().reset_index()
    media.rename(columns={"kvar_pu": "kvar_pu_media"}, inplace=True)
    media["hora_str"] = media["seconds"].apply(sec_to_hhmm)
    media["hora_cat"] = pd.Categorical(media["hora_str"],
categories=full_times, ordered=True)
    return media

def plot_media(media, tipo):
    if media is None:
        print(f"Sem média para {tipo}")
        return

    fig = px.line(
        media,
        x="hora_cat",
        y="kvar_pu_media",
        title=f"Curva Média em PU - {tipo.title()}",
        labels={"hora_cat": "Horário", "kvar_pu_media": "PU"},
        hover_data={"hora_str": True, "kvar_pu_media": ':.3f'}
    )

    fig.update_xaxes(
        type='category',
        categoryorder="array",
        categoryarray=full_times,
        tickmode='array',
        tickvals=hour_ticks,
        ticktext=hour_ticks
    )

    fig.update_layout(
        plot_bgcolor="#dce6f2",
        paper_bgcolor="#dce6f2",
        hovermode='x unified',
        hoverlabel=dict(bgcolor="white", font_size=13, namelength=-1),
        margin=dict(t=60, b=40, l=60, r=350)
    )

    fig.update_yaxes(title_text='PU')
    fig.show()
    return fig

```

```

# =====
# 5) NORMALIZAÇÃO FINAL DA CURVA MÉDIA (PU → PU NORMALIZADO)
# =====

def normalizar_media(media):
    media = media.copy()
    max_mod = media["kvar_pu_media"].abs().max()
    media["kvar_pu_media_norm"] = media["kvar_pu_media"] / max_mod
    return media

def plot_media_normalizada(media, tipo):
    if media is None:
        print(f"Sem média para {tipo}")
        return

    fig = px.line(
        media,
        x="hora_cat",
        y="kvar_pu_media_norm",
        color_discrete_sequence=['#003366'],
        title=f"Curva Média Normalizada (Potência Reativa) - {tipo.title()}",
        labels={"hora_cat": "Horário", "kvar_pu_media_norm": "PU
Normalizado"},
        hover_data={"hora_str": True, "kvar_pu_media_norm": ':.3f'}
    )

    fig.update_xaxes(
        type='category',
        categoryorder="array",
        categoryarray=full_times,
        tickmode='array',
        tickvals=hour_ticks,
        ticktext=hour_ticks
    )

    fig.update_layout(
        plot_bgcolor="#dce6f2",
        paper_bgcolor="#dce6f2",
        hovermode='x unified',
        hoverlabel=dict(bgcolor="white", font_size=13, namelength=-1),
        margin=dict(t=60, b=40, l=60, r=350)
    )

    fig.update_yaxes(title_text='PU Normalizado')
    fig.show()
    return fig

```

```

# =====
# EXECUÇÃO
# =====

tipos = ["dia útil", "sábado", "domingo"]

for t in tipos:

    plot_curvas(t, df, "kvar", "Curvas de Potência Reativa")

    plot_curvas(t, df_pu, "kvar_pu", "Curvas em PU")

    media = curva_media(df_pu, t)
    plot_media(media, t)
    media_norm = normalizar_media(media) if media is not None else None
    plot_media_normalizada(media_norm, t)

# =====
# 6) EXPORTAÇÃO PARA EXCEL
# =====

from pathlib import Path

saida = Path(r"C:\Users\julso\Desktop\Projeto TCC\curvas_normalizadas.xlsx")
dfs_para_excel = {}

for t in tipos:
    media = curva_media(df_pu, t)
    if media is not None:
        media_norm = normalizar_media(media)
        media_norm["hora"] = media_norm["hora_str"]

        df_export = media_norm[["hora", "kvar_pu_media_norm"]]
        dfs_para_excel[t.title()] = df_export

with pd.ExcelWriter(saida, engine="openpyxl") as writer:
    for aba, df_aba in dfs_para_excel.items():
        df_aba.to_excel(writer, sheet_name=aba, index=False)
print(f"Exportação concluída! Arquivo salvo em: {saida}")

```

APÊNDICE C – PLANILHA DE DADOS DE GESTÃO DOS CARREGAMENTOS

Email	Plug	Energia em kWh	Início	Fim	Duração	Duração hora	Duração minutos	Carros
Cliente 9	CCS 2	27,32	30/03/2025 23:38	31/03/2025 00:32	0h 53m 38s	00:53:38	53,63	Dolphin Mini - BYD
Cliente 10	CCS 2	37,63	30/03/2025 22:28	30/03/2025 23:34	1h 5m 28s	01:05:28	65,47	Dolphin Mini - BYD
Cliente 11	CCS 2	10,81	30/03/2025 21:32	30/03/2025 21:59	0h 27m 4s	00:27:04	27,07	Dolphin Mini - BYD
Cliente 1	CCS 2	33,74	30/03/2025 20:07	30/03/2025 21:22	1h 14m 52s	01:14:52	74,87	Dolphin Mini - BYD
Cliente 12	Tipo 2	3,53	30/03/2025 19:40	30/03/2025 20:18	0h 37m 21s	00:37:21	37,35	BYD King
Cliente 12	Tipo 2	14,23	30/03/2025 17:12	30/03/2025 19:36	2h 24m 13s	02:24:13	144,22	BYD King
Cliente 13	CCS 2	26,5	30/03/2025 14:46	30/03/2025 15:44	0h 57m 23s	00:57:23	57,38	Dolphin Mini - BYD
Cliente 11	CCS 2	28,12	30/03/2025 13:12	30/03/2025 14:12	0h 59m 44s	00:59:44	59,73	Dolphin Mini - BYD
Cliente 14	CCS 2	16,51	30/03/2025 12:40	30/03/2025 13:10	0h 30m 16s	00:30:16	30,27	Dolphin Mini - BYD
Cliente 14	CCS 2	13,97	30/03/2025 12:05	30/03/2025 12:27	0h 21m 33s	00:21:33	21,55	Dolphin Mini - BYD
Cliente 15	CCS 2	37,99	30/03/2025 10:48	30/03/2025 11:56	1h 7m 36s	01:07:36	67,60	Dolphin Mini - BYD
Cliente 16	Tipo 2	7,39	30/03/2025 07:45	30/03/2025 10:09	2h 24m 56s	02:24:56	144,93	Song Plus - BYD
Cliente 1	CCS 2	40,98	30/03/2025 04:53	30/03/2025 06:21	1h 28m 32s	01:28:32	88,53	Dolphin Mini - BYD
Cliente 8	CCS 2	25,47	30/03/2025 03:47	30/03/2025 04:40	0h 52m 35s	00:52:35	52,58	Dolphin Mini - BYD
Cliente 17	CCS 2	30,72	30/03/2025 02:13	30/03/2025 03:15	1h 2m 7s	01:02:07	62,12	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	35	30/03/2025 00:43	30/03/2025 02:01	1h 17m 31s	01:17:31	77,52	Dolphin Mini - BYD
Cliente 11	CCS 2	20,42	29/03/2025 20:38	29/03/2025 21:23	0h 44m 52s	00:44:52	44,87	Dolphin Mini - BYD
Cliente 1	CCS 2	32,01	29/03/2025 19:28	29/03/2025 20:34	1h 6m 19s	01:06:19	66,32	Dolphin Mini - BYD
Cliente 3	CCS 2	15,15	29/03/2025 18:48	29/03/2025 19:17	0h 29m 57s	00:29:57	29,95	Dolphin Mini - BYD
Cliente 19	CCS 2	30,06	29/03/2025 17:49	29/03/2025 18:43	0h 53m 32s	00:53:32	53,53	Dolphin Mini - BYD
Cliente 20	CCS 2	31,35	29/03/2025 16:38	29/03/2025 17:43	1h 5m 16s	01:05:16	65,27	Dolphin Mini - BYD
Cliente 21	CCS 2	21,95	29/03/2025 16:01	29/03/2025 16:35	0h 34m 34s	00:34:34	34,57	Yuan Plus - BYD
Cliente 22	CCS 2	59,22	29/03/2025 14:22	29/03/2025 15:44	1h 21m 54s	01:21:54	81,90	Seal - BYD
Cliente 23	CCS 2	50,86	29/03/2025 13:03	29/03/2025 14:18	1h 14m 54s	01:14:54	74,90	Dolphin Plus - BYD
Cliente 18	CCS 2	33,55	29/03/2025 11:44	29/03/2025 12:58	1h 13m 49s	01:13:49	73,82	Dolphin Mini - BYD
Cliente 24	CCS 2	16,79	29/03/2025 10:30	29/03/2025 10:57	0h 26m 6s	00:26:06	26,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 13	CCS 2	20,83	29/03/2025 09:43	29/03/2025 10:27	0h 43m 32s	00:43:32	43,53	Dolphin Mini - BYD
Cliente 25	CCS 2	17,24	29/03/2025 09:02	29/03/2025 09:34	0h 32m 22s	00:32:22	32,37	Dolphin BYD
Cliente 26	CCS 2	39,72	29/03/2025 05:25	29/03/2025 06:53	1h 28m 45s	01:28:45	88,75	Dolphin BYD
Cliente 12	Tipo 2	16,37	29/03/2025 05:10	29/03/2025 07:51	2h 40m 32s	02:40:32	160,53	BYD King
Cliente 9	CCS 2	11,72	29/03/2025 03:58	29/03/2025 04:24	0h 26m 31s	00:26:31	26,52	Dolphin Mini - BYD
Cliente 8	CCS 2	26,05	29/03/2025 02:29	29/03/2025 03:23	0h 54m 1s	00:54:01	54,02	Dolphin Mini - BYD
Cliente 27	CCS 2	10,7	29/03/2025 01:04	29/03/2025 01:27	0h 23m 12s	00:23:12	23,20	Dolphin BYD
Cliente 27	CCS 2	17,64	29/03/2025 00:37	29/03/2025 01:01	0h 24m 6s	00:24:06	24,10	Dolphin BYD
Cliente 9	CCS 2	29,77	28/03/2025 23:09	29/03/2025 00:13	1h 3m 42s	01:03:42	63,70	Dolphin Mini - BYD
Cliente 17	CCS 2	27,53	28/03/2025 20:58	28/03/2025 21:57	0h 59m 14s	00:59:14	59,23	Dolphin Mini - BYD
Cliente 11	CCS 2	28,3	28/03/2025 19:43	28/03/2025 20:44	1h 1m 10s	01:01:10	61,17	Dolphin Mini - BYD
Cliente 28	CCS 2	8,31	28/03/2025 18:27	28/03/2025 18:44	0h 16m 51s	00:16:51	16,85	Dolphin Plus - BYD
Cliente 29	CCS 2	7,43	28/03/2025 17:50	28/03/2025 18:02	0h 12m 6s	00:12:06	12,10	Bolt - Chevrolet
Cliente 18	CCS 2	27,83	28/03/2025 16:09	28/03/2025 17:00	0h 51m 14s	00:51:14	51,23	Dolphin Mini - BYD
Cliente 15	CCS 2	41,7	28/03/2025 14:49	28/03/2025 16:05	1h 15m 16s	01:15:16	75,27	Dolphin Mini - BYD
Cliente 26	CCS 2	30,29	28/03/2025 13:45	28/03/2025 14:41	0h 55m 55s	00:55:55	55,92	Dolphin BYD
Cliente 14	CCS 2	24,91	28/03/2025 13:04	28/03/2025 13:43	0h 39m 30s	00:39:30	39,50	Dolphin Mini - BYD
Cliente 5	CCS 2	12,13	28/03/2025 11:45	28/03/2025 12:12	0h 26m 41s	00:26:41	26,68	Dolphin BYD
Cliente 30	CCS 2	27,73	28/03/2025 11:00	28/03/2025 11:44	0h 43m 22s	00:43:22	43,37	Dolphin BYD
Cliente 2	CCS 2	27,05	28/03/2025 09:32	28/03/2025 10:24	0h 52m 21s	00:52:21	52,35	Dolphin Mini - BYD
Cliente 31	CCS 2	16,43	28/03/2025 06:18	28/03/2025 06:40	0h 22m 6s	00:22:06	22,10	Dolphin BYD
Cliente 7	CCS 2	23,03	28/03/2025 04:16	28/03/2025 05:08	0h 52m 6s	00:52:06	52,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 8	CCS 2	23,46	28/03/2025 02:54	28/03/2025 03:43	0h 49m 28s	00:49:28	49,47	Dolphin Mini - BYD
Cliente 17	CCS 2	25,07	28/03/2025 01:21	28/03/2025 02:14	0h 53m 18s	00:53:18	53,30	Dolphin Mini - BYD
Cliente 32	CCS 2	17,94	28/03/2025 00:42	28/03/2025 01:14	0h 32m 56s	00:32:56	32,93	Dolphin BYD
Cliente 1	CCS 2	24,68	27/03/2025 23:20	28/03/2025 00:01	0h 40m 52s	00:40:52	40,87	Dolphin Mini - BYD
Cliente 31	CCS 2	19,42	27/03/2025 22:32	27/03/2025 23:00	0h 27m 50s	00:27:50	27,83	Dolphin BYD
Cliente 33	CCS 2	21,61	27/03/2025 20:31	27/03/2025 21:00	0h 28m 41s	00:28:41	28,68	Dolphin Plus - BYD
Cliente 3	CCS 2	33,47	27/03/2025 18:40	27/03/2025 19:36	0h 55m 49s	00:55:49	55,82	Dolphin Mini - BYD
Cliente 34	CCS 2	33,91	27/03/2025 17:20	27/03/2025 18:32	1h 11m 50s	01:11:50	71,83	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	28,79	27/03/2025 16:18	27/03/2025 17:14	0h 55m 49s	00:55:49	55,82	Dolphin Mini - BYD
Cliente 11	CCS 2	24,61	27/03/2025 15:13	27/03/2025 16:07	0h 53m 48s	00:53:48	53,80	Dolphin Mini - BYD
Cliente 36	CCS 2	35,33	27/03/2025 14:04	27/03/2025 15:09	1h 4m 50s	01:04:50	64,83	Dolphin Mini - BYD
Cliente 14	CCS 2	31,94	27/03/2025 12:57	27/03/2025 13:52	0h 54m 44s	00:54:44	54,73	Dolphin Mini - BYD
Cliente 37	CCS 2	19,73	27/03/2025 12:03	27/03/2025 12:46	0h 43m 1s	00:43:01	43,02	Dolphin Mini - BYD
Cliente 15	CCS 2	2,72	27/03/2025 11:12	27/03/2025 11:23	0h 10m 39s	00:10:39	10,65	Dolphin Mini - BYD
Cliente 15	CCS 2	20,55	27/03/2025 10:33	27/03/2025 11:09	0h 36m 6s	00:36:06	36,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 38	CCS 2	31,54	27/03/2025 09:35	27/03/2025 10:29	0h 53m 38s	00:53:38	53,63	Dolphin BYD
Cliente 17	CCS 2	23,99	27/03/2025 08:39	27/03/2025 09:30	0h 51m 28s	00:51:28	51,47	Dolphin Mini - BYD
Cliente 39	CCS 2	10,94	27/03/2025 05:10	27/03/2025 05:34	0h 24m 5s	00:24:05	24,08	Dolphin BYD
Cliente 9	CCS 2	23	27/03/2025 04:02	27/03/2025 04:49	0h 46m 35s	00:46:35	46,58	Dolphin Mini - BYD
Cliente 10	CCS 2	21,46	27/03/2025 03:11	27/03/2025 03:52	0h 41m 2s	00:41:02	41,03	Dolphin Mini - BYD
Cliente 8	CCS 2	23,16	27/03/2025 01:44	27/03/2025 02:33	0h 48m 58s	00:48:58	48,97	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	25,63	27/03/2025 00:41	27/03/2025 01:37	0h 55m 11s	00:55:11	55,18	Dolphin Mini - BYD
Cliente 40	CCS 2	29,08	26/03/2025 23:49	27/03/2025 00:33	0h 44m 39s	00:44:39	44,65	Dolphin BYD
Cliente 40	CCS 2	19,32	26/03/2025 22:14	26/03/2025 22:40	0h 25m 33s	00:25:33	25,55	Dolphin BYD
Cliente 11	CCS 2	18,13	26/03/2025 21:24	26/03/2025 22:08	0h 44m 13s	00:44:13	44,22	Dolphin Mini - BYD
Cliente 3	CCS 2	26,94	26/03/2025 19:38	26/03/2025 20:25	0h 46m 57s	00:46:57	46,95	Dolphin Mini - BYD
Cliente 9	CCS 2	29,44	26/03/2025 17:34	26/03/2025 18:30	0h 56m 44s	00:56:44	56,73	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	20,54	26/03/2025 15:22	26/03/2025 15:59	0h 36m 07s	00:36:07	36,12	Dolphin Mini - BYD
Cliente 41	CCS 2	38,19	26/03/2025 14:06	26/03/2025 15:17	1h 10m 36s	01:10:36	70,60	Arizon 5e - Chery
Cliente 18	Tipo 2	5,45	26/03/2025 13:39	26/03/2025 14:03	0h 23m 18s	00:23:18	23,30	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	16,78	26/03/2025 12:59	26/03/2025 13:27	0h 28m 07s	00:28:07	28,12	Dolphin Mini - BYD
Cliente 37	CCS 2	14,5	26/03/2025 12:21	26/03/2025 12:49	0h 28m 05s	00:28:05	28,08	Dolphin Mini - BYD
Cliente 34	CCS 2	28,72	26/03/2025 11:06	26/03/2025 11:52	0h 46m 20s	00:46:20	46,33	Dolphin Mini - BYD
Cliente 42	CCS 2	11,35	26/03/2025 10:38	26/03/2025 11:05	0h 26m 51s	00:26:51	26,85	Dolphin Mini - BYD
Cliente 42	CCS 2	15,34	26/03/2025 10:13	26/03/2025 10:37	0h 23m 35s	00:23:35	23,58	Dolphin Mini - BYD
Cliente 43	CCS 2	29,87	26/03/2025 09:12	26/03/2025 10:09	0h 57m 38s	00:57:38	57,63	Dolphin Mini - BYD

Cliente 15	CCS 2	20,85	26/03/2025 08:28	26/03/2025 09:08	0h 40m 37s	00:40:37	40,62	Dolphin Mini - BYD
Cliente 44	Tipo 2	2,85	26/03/2025 07:52	26/03/2025 08:23	0h 30m 48s	00:30:48	30,80	E-JS1 - JAC
Cliente 15	CCS 2	16,85	26/03/2025 07:51	26/03/2025 08:18	0h 26m 06s	00:26:06	26,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 44	Tipo 2	5,68	26/03/2025 06:51	26/03/2025 07:51	0h 59m 17s	00:59:17	59,28	E-JS1 - JAC
Cliente 42	CCS 2	23,67	26/03/2025 05:02	26/03/2025 05:38	0h 36m 28s	00:36:28	36,47	Dolphin Mini - BYD
Cliente 45	CCS 2	22,79	26/03/2025 04:15	26/03/2025 04:45	0h 29m 59s	00:29:59	29,98	Dolphin BYD
Cliente 10	CCS 2	18,03	26/03/2025 03:33	26/03/2025 04:00	0h 27m 29s	00:27:29	27,48	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	25,95	26/03/2025 01:02	26/03/2025 01:43	0h 40m 07s	00:40:07	40,12	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	33,12	25/03/2025 23:51	26/03/2025 00:54	1h 03m 18s	01:03:18	63,30	Dolphin Mini - BYD
Cliente 1	CCS 2	19,96	25/03/2025 22:54	25/03/2025 23:26	0h 31m 03s	00:31:03	31,05	Dolphin Mini - BYD
Cliente 24	CCS 2	20,45	25/03/2025 21:55	25/03/2025 22:28	0h 32m 06s	00:32:06	32,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 3	CCS 2	16,43	25/03/2025 20:35	25/03/2025 20:59	0h 24m 07s	00:24:07	24,12	Dolphin Mini - BYD
Cliente 46	CCS 2	32,5	25/03/2025 19:30	25/03/2025 20:26	0h 55m 37s	00:55:37	55,62	Dolphin BYD
Cliente 35	CCS 2	3,57	25/03/2025 19:04	25/03/2025 19:10	0h 5m 42s	00:05:42	5,70	Dolphin Mini - BYD
Cliente 47	CCS 2	44,18	25/03/2025 16:22	25/03/2025 17:23	1h 30s	01:00:30	60,50	Dolphin Plus - BYD
Cliente 27	CCS 2	20,87	25/03/2025 14:34	25/03/2025 15:02	0h 28m 07s	00:28:07	28,12	Dolphin BYD
Cliente 11	CCS 2	20,28	25/03/2025 13:44	25/03/2025 14:29	0h 45m 19s	00:45:19	45,32	Dolphin Mini - BYD
Cliente 14	CCS 2	23,15	25/03/2025 12:54	25/03/2025 13:30	0h 36m 03s	00:36:03	36,05	Dolphin Mini - BYD
Cliente 37	CCS 2	15,62	25/03/2025 11:34	25/03/2025 12:10	0h 35m 10s	00:35:10	35,17	Dolphin Mini - BYD
Cliente 3	CCS 2	20,6	25/03/2025 10:27	25/03/2025 10:59	0h 32m 11s	00:32:11	32,18	Dolphin Mini - BYD
Cliente 26	CCS 2	27,56	25/03/2025 09:41	25/03/2025 10:21	0h 40m 06s	00:40:06	40,10	Dolphin BYD
Cliente 48	CCS 2	19,55	25/03/2025 08:53	25/03/2025 09:24	0h 30m 08s	00:30:08	30,13	Dolphin Mini - BYD
Cliente 49	CCS 2	42,58	25/03/2025 07:31	25/03/2025 08:40	1h 08m 54s	01:08:54	68,90	Dolphin BYD
Cliente 8	CCS 2	20,09	25/03/2025 01:11	25/03/2025 01:53	0h 42m 06s	00:42:06	42,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 50	CCS 2	11,55	25/03/2025 00:20	25/03/2025 00:38	0h 18m 01s	00:18:01	18,02	Dolphin Mini - BYD
Cliente 11	CCS 2	26,66	24/03/2025 20:09	24/03/2025 21:07	0h 57m 50s	00:57:50	57,83	Dolphin Mini - BYD
Cliente 7	CCS 2	18,3	24/03/2025 19:29	24/03/2025 20:06	0h 36m 36s	00:36:36	36,60	Dolphin Mini - BYD
Cliente 51	CCS 2	37,62	24/03/2025 17:24	24/03/2025 18:14	0h 50m 06s	00:50:06	50,10	Yuan Plus - BYD
Cliente 35	CCS 2	16,02	24/03/2025 16:35	24/03/2025 17:10	0h 35m 20s	00:35:20	35,33	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	15,88	24/03/2025 15:51	24/03/2025 16:28	0h 37m 21s	00:37:21	37,35	Dolphin Mini - BYD
Cliente 52	CCS 2	22,22	24/03/2025 14:43	24/03/2025 15:23	0h 40m 06s	00:40:06	40,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 15	CCS 2	25,85	24/03/2025 13:50	24/03/2025 14:34	0h 44m 07s	00:44:07	44,12	Dolphin Mini - BYD
Cliente 53	CCS 2	36,98	24/03/2025 12:13	24/03/2025 13:31	1h 18m 11s	01:18:11	78,18	Dolphin BYD
Cliente 15	Tipo 2	11,58	24/03/2025 11:48	24/03/2025 14:48	1h 50m 21s	01:50:21	110,35	Dolphin Mini - BYD
Cliente 37	CCS 2	34,48	24/03/2025 10:37	24/03/2025 11:47	1h 10m 21s	01:10:21	70,35	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	23,35	24/03/2025 09:50	24/03/2025 10:35	0h 45m 16s	00:45:16	45,27	Dolphin Mini - BYD
Cliente 54	CCS 2	36,64	24/03/2025 08:25	24/03/2025 09:46	1h 20m 51s	01:20:51	80,85	Dolphin Mini - BYD
Cliente 24	CCS 2	12,6	24/03/2025 07:22	24/03/2025 07:42	0h 19m 45s	00:19:45	19,75	Dolphin Mini - BYD
Cliente 17	CCS 2	35,84	24/03/2025 02:28	24/03/2025 03:48	1h 20m 34s	01:20:34	80,57	Dolphin Mini - BYD
Cliente 6	CCS 2	37,6	24/03/2025 00:56	24/03/2025 02:20	1h 24m 6s	01:24:06	84,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 32	CCS 2	33,84	24/03/2025 00:00	24/03/2025 00:49	0h 48m 42s	00:48:42	48,70	Dolphin BYD
Cliente 9	CCS 2	21,53	23/03/2025 22:23	23/03/2025 22:57	0h 33m 18s	00:33:18	33,30	Dolphin Mini - BYD
Cliente 3	CCS 2	13,06	23/03/2025 21:19	23/03/2025 21:46	0h 26m 56s	00:26:56	26,93	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	29,22	23/03/2025 20:14	23/03/2025 21:11	0h 57m 12s	00:57:12	57,20	Dolphin Mini - BYD
Cliente 1	CCS 2	40,81	23/03/2025 17:57	23/03/2025 19:25	1h 27m 57s	01:27:57	87,95	Dolphin Mini - BYD
Cliente 11	CCS 2	28,05	23/03/2025 15:10	23/03/2025 16:10	0h 59m 24s	00:59:24	59,40	Dolphin Mini - BYD
Cliente 9	CCS 2	27,61	23/03/2025 12:49	23/03/2025 13:43	0h 54m 15s	00:54:15	54,25	Dolphin Mini - BYD
Cliente 40	CCS 2	48,4	23/03/2025 10:25	23/03/2025 11:34	1h 8m 26s	01:08:26	68,43	Dolphin BYD
Cliente 17	CCS 2	21,73	23/03/2025 09:13	23/03/2025 10:00	0h 47m 2s	00:47:02	47,03	Dolphin Mini - BYD
Cliente 4	CCS 2	20,39	23/03/2025 08:18	23/03/2025 08:55	0h 36m 52s	00:36:52	36,87	Dolphin Mini - BYD
Cliente 25	CCS 2	25,55	23/03/2025 05:11	23/03/2025 05:53	0h 41m 57s	00:41:57	41,95	Dolphin BYD
Cliente 6	CCS 2	23,36	23/03/2025 04:27	23/03/2025 05:07	0h 40m 6s	00:40:06	40,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	33,57	23/03/2025 02:11	23/03/2025 03:15	1h 3m 50s	01:03:50	63,83	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	7,79	23/03/2025 01:32	23/03/2025 02:07	0h 34m 21s	00:34:21	34,35	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	26,78	23/03/2025 00:43	23/03/2025 01:25	0h 42m 6s	00:42:06	42,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 17	CCS 2	35,05	22/03/2025 22:37	22/03/2025 23:56	1h 18m 57s	01:18:57	78,95	Dolphin Mini - BYD
Cliente 3	CCS 2	18,19	22/03/2025 21:41	22/03/2025 22:13	0h 32m 6s	00:32:06	32,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 55	Tipo 2	8,38	22/03/2025 19:43	22/03/2025 21:05	1h 22m 41s	01:22:41	82,68	Dolphin BYD
Cliente 10	CCS 2	40,2	22/03/2025 18:50	22/03/2025 19:57	1h 7m 23s	01:07:23	67,38	Dolphin Mini - BYD
Cliente 20	CCS 2	32,83	22/03/2025 17:19	22/03/2025 18:47	1h 28m 2s	01:28:02	88,03	Dolphin Mini - BYD
Cliente 56	CCS 2	16,85	22/03/2025 16:50	22/03/2025 17:16	0h 26m 16s	00:26:16	26,27	Dolphin Mini - BYD
Cliente 13	CCS 2	26,29	22/03/2025 15:46	22/03/2025 16:41	0h 54m 57s	00:54:57	54,95	Dolphin Mini - BYD
Cliente 15	CCS 2	30,58	22/03/2025 14:46	22/03/2025 15:43	0h 57m 1s	00:57:01	57,02	Dolphin Mini - BYD
Cliente 14	CCS 2	36,21	22/03/2025 13:34	22/03/2025 14:35	1h 1m 5s	01:01:05	61,08	Dolphin Mini - BYD
Cliente 23	CCS 2	42,25	22/03/2025 11:02	22/03/2025 12:06	1h 3m 40s	01:03:40	63,67	Dolphin Plus - BYD
Cliente 57	CCS 2	27,7	22/03/2025 09:46	22/03/2025 10:30	0h 44m 9s	00:44:09	44,15	Dolphin Mini - BYD
Cliente 58	Tipo 2	3,45	22/03/2025 08:30	22/03/2025 09:35	1h 4m 28s	01:04:28	64,47	Tiggo - Chery
Cliente 6	CCS 2	27,37	22/03/2025 04:56	22/03/2025 05:51	0h 55m 25s	00:55:25	55,42	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	19,14	22/03/2025 03:41	22/03/2025 04:29	0h 48m 22s	00:48:22	48,37	Dolphin Mini - BYD
Cliente 9	CCS 2	33,55	22/03/2025 02:31	22/03/2025 03:33	1h 2m 19s	01:02:19	62,32	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	33,29	21/03/2025 23:57	22/03/2025 01:01	1h 3m 48s	01:03:48	63,80	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	4,3	21/03/2025 21:53	21/03/2025 22:04	0h 11m 3s	00:11:03	11,05	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	23,37	21/03/2025 21:11	21/03/2025 21:47	0h 36m 6s	00:36:06	36,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 59	CCS 2	23,59	21/03/2025 19:45	21/03/2025 20:47	1h 1m 57s	01:01:57	61,95	IEV20 - JAC
Cliente 19	CCS 2	18,54	21/03/2025 18:30	21/03/2025 19:10	0h 40m 3s	00:40:03	40,05	Dolphin Mini - BYD
Cliente 60	Tipo 2	4,17	21/03/2025 18:27	21/03/2025 19:13	0h 45m 54s	00:45:54	45,90	XC60 Recharge 2.0 T8 PHEV - Volvo
Cliente 13	CCS 2	22,17	21/03/2025 17:32	21/03/2025 18:07	0h 34m 23s	00:34:23	34,38	Dolphin Mini - BYD
Cliente 61	CCS 2	22,35	21/03/2025 16:47	21/03/2025 17:30	0h 43m 11s	00:43:11	43,18	Dolphin Mini - BYD
Cliente 41	CCS 2	43,7	21/03/2025 15:18	21/03/2025 16:37	1h 19m 25s	01:19:25	79,42	Arizon Se - Chery
Cliente 11	CCS 2	24,32	21/03/2025 14:20	21/03/2025 15:13	0h 52m 12s	00:52:12	52,20	Dolphin Mini - BYD
Cliente 2	CCS 2	25,2	21/03/2025 13:33	21/03/2025 14:17	0h 43m 52s	00:43:52	43,87	Dolphin Mini - BYD
Cliente 14	CCS 2	26,59	21/03/2025 12:49	21/03/2025 13:30	0h 40m 55s	00:40:55	40,92	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	30,17	21/03/2025 10:58	21/03/2025 11:56	0h 57m 56s	00:57:56	57,93	Dolphin Mini - BYD
Cliente 51	CCS 2	35,06	21/03/2025 10:00	21/03/2025 10:47	0h 47m 5s	00:47:05	47,08	Yuan Plus - BYD
Cliente 62	CCS 2	27,21	21/03/2025 08:33	21/03/2025 09:38	1h 5m 5s	01:05:05	65,08	Dolphin BYD
Cliente 39	CCS 2	17,03	21/03/2025 05:13	21/03/2025 05:40	0h 26m 23s	00:26:23	26,38	Dolphin BYD
Cliente 63	CCS 2	28,01	21/03/2025 03:52	21/03/2025 05:00	1h 8m 5s	01:08:05	68,08	Dolphin BYD
Cliente 18	CCS 2	24,84	21/03/2025 02:29	21/03/2025 03:25	0h 56m 11s	00:56:11	56,18	Dolphin Mini - BYD
Cliente 1	CCS 2	36,86	21/03/2025 00:37	21/03/2025 02:20	1h 42m 59s	01:42:59	102,98	Dolphin Mini - BYD
Cliente 15	CCS 2	37,65	20/03/2025 20:54	20/03/2025 22:03	1h 8m 51s	01:08:51	68,85	Dolphin Mini - BYD
Cliente 6	CCS 2	23,85	20/03/2025 20:07	20/03/2025 20:49	0h 42m 8s	00:42:08	42,13	Dolphin Mini - BYD
Cliente 11	CCS 2	23,72	20/03/2025 19:08	20/03/2025 20:06	0h 58m 25s	00:58:25	58,42	Dolphin Mini - BYD
Cliente 60	Tipo 2	3,55	20/03/2025 18:43	20/03/2025 19:23	0h 39m 49s	00:39:49	39,82	XC60 Recharge 2.0 T8 PHEV - Volvo
Cliente 22	CCS 2	30,6	20/03/2025 17:46	20/03/2025 18:31	0h 44m 54s	00:44:54	44,90	Seal - BYD
Cliente 18	CCS 2	8,45	20/03/2025 17:13	20/03/2025 17:27	0h 13m 13s	00:13:13	13,22	Dolphin Mini - BYD
Cliente 5	CCS 2	44,43	20/03/2025 15:54	20/03/2025 17:05	1h 11m 21s	01:11:21	71,35	Dolphin BYD
Cliente 64	CCS 2	8,27	20/03/2025 15:03	20/03/2025 15:24	0h 20m 37s	00:20:37	20,62	Dolphin Plus - BYD
Cliente 64	CCS 2	35,68	20/03/2025 14:12	20/03/2025 15:00	0h 48m 8s	00:48:08	48,13	Dolphin Plus - BYD
Cliente 65	CCS 2	38,3	20/03/2025 12:59	20/03/2025 14:09	1h 9m 35s	01:09:35	69,58	Dolphin Mini - BYD
Cliente 3	CCS 2	23,73	20/03					

Cliente 62	CCS 2	23,1	20/03/2025 09:57	20/03/2025 10:40	0h 42m 39s	00:42:39	42,65	Dolphin BYD
Cliente 54	CCS 2	28,3	20/03/2025 07:41	20/03/2025 08:44	1h 3m 33s	01:03:33	63,55	Dolphin Mini - BYD
Cliente 1	CCS 2	40,53	20/03/2025 05:28	20/03/2025 06:56	1h 27m 24s	01:27:24	87,40	Dolphin Mini - BYD
Cliente 63	CCS 2	22,25	20/03/2025 04:30	20/03/2025 05:20	0h 49m 47s	00:49:47	49,78	Dolphin BYD
Cliente 8	CCS 2	27,53	20/03/2025 03:27	20/03/2025 04:22	0h 55m 0s	00:55:00	55,00	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	26,17	20/03/2025 01:27	20/03/2025 02:25	0h 57m 33s	00:57:33	57,55	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	23,83	20/03/2025 00:19	20/03/2025 01:07	0h 48m 32s	00:48:32	48,53	Dolphin Mini - BYD
Cliente 1	CCS 2	29,88	19/03/2025 21:44	19/03/2025 22:44	0h 48m 32s	00:48:32	48,53	Dolphin Mini - BYD
Cliente 66	CCS 2	47,66	19/03/2025 20:23	19/03/2025 21:37	1h 13m 59s	01:13:59	73,98	Dolphin Plus - BYD
Cliente 3	CCS 2	22,38	19/03/2025 19:05	19/03/2025 19:45	0h 40m 21s	00:40:21	40,35	Dolphin Mini - BYD
Cliente 4	CCS 2	18,33	19/03/2025 18:20	19/03/2025 19:00	0h 39m 29s	00:39:29	39,48	Dolphin Mini - BYD
Cliente 13	CCS 2	8,21	19/03/2025 17:49	19/03/2025 18:17	0h 27m 43s	00:27:43	27,72	Dolphin Mini - BYD
Cliente 4	Tipo 2	3,4	19/03/2025 17:46	19/03/2025 18:19	0h 32m 15s	00:32:15	32,25	Dolphin Mini - BYD
Cliente 13	CCS 2	23,22	19/03/2025 17:00	19/03/2025 17:42	0h 42m 6s	00:42:06	42,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	27,87	19/03/2025 16:09	19/03/2025 16:58	0h 49m 27s	00:49:27	49,45	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	18,13	19/03/2025 15:27	19/03/2025 16:07	0h 59m 58s	00:59:58	59,97	Dolphin Mini - BYD
Cliente 15	CCS 2	40,12	19/03/2025 14:00	19/03/2025 15:12	1h 13m 59s	01:13:59	73,98	Dolphin Plus - BYD
Cliente 65	CCS 2	10,77	19/03/2025 13:14	19/03/2025 13:42	0h 27m 45s	00:27:45	27,75	Dolphin Mini - BYD
Cliente 64	CCS 2	23,86	19/03/2025 12:27	19/03/2025 13:08	0h 39m 29s	00:39:29	39,48	Dolphin Mini - BYD
Cliente 17	CCS 2	30,56	19/03/2025 10:50	19/03/2025 11:58	1h 7m 31s	01:07:31	67,52	Dolphin Mini - BYD
Cliente 3	CCS 2	26,27	19/03/2025 09:54	19/03/2025 10:41	0h 46m 33s	00:46:33	46,55	Dolphin Mini - BYD
Cliente 23	CCS 2	50,44	19/03/2025 08:34	19/03/2025 09:49	1h 15m 23s	01:15:23	75,38	Dolphin Plus - BYD
Cliente 6	CCS 2	16,84	19/03/2025 06:38	19/03/2025 07:04	0h 26m 7s	00:26:07	26,12	Dolphin Mini - BYD
Cliente 39	CCS 2	21,96	19/03/2025 05:15	19/03/2025 05:53	0h 37m 13s	00:37:13	37,22	Dolphin BYD
Cliente 63	CCS 2	24,64	19/03/2025 04:16	19/03/2025 05:12	0h 56m 23s	00:56:23	56,38	Dolphin BYD
Cliente 10	CCS 2	38,43	19/03/2025 03:05	19/03/2025 04:13	1h 7m 12s	01:07:12	67,20	Dolphin Mini - BYD
Cliente 8	CCS 2	14,63	19/03/2025 02:01	19/03/2025 02:36	0h 34m 26s	00:34:26	34,43	Dolphin Mini - BYD
Cliente 18	CCS 2	21,23	19/03/2025 01:16	19/03/2025 01:55	0h 38m 6s	00:38:06	38,10	Dolphin Mini - BYD
Cliente 35	CCS 2	28,42	19/03/2025 00:28	19/03/2025 01:13	0h 44m 6s	00:44:06	44,10	Dolphin Mini - BYD