



**CONFIANÇA É A
NOSSA MARCA.**
gov.br/inmetro

RELATÓRIO PRELIMINAR DE ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO SOBRE SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE VEÍCULOS ELÉTRICOS - SAVE

Elaboração do Regulamento Técnico Metrológico

DIRETORIA DE METROLOGIA LEGAL

Duque de Caxias
2025

ÍNDICE

IDENTIFICAÇÃO DA AIR.....	4
SUMÁRIO.....	5
Objetivo principal	5
1. SUMÁRIO EXECUTIVO.....	6
2. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA REGULATÓRIO	9
2.1. Introdução	9
2.1.1. Tipos de Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos.....	11
2.1.2. Conectores dos SAVE.....	12
2.2. Árvore de problemas	14
2.3. Problema regulatório do controle metrológico de SAVE	16
3. IDENTIFICAÇÃO DOS ATORES OU GRUPOS AFETADOS PELO PROBLEMA REGULATÓRIO	18
3.1. Consumidores	18
3.2. Fabricantes de VE	18
3.3. Fabricantes de SAVE.....	19
3.4. Fornecedores de energia elétrica.....	20
3.5. Operadores dos postos de carregamento	20
3.6. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.....	21
3.7. Instituto nacional de metrologia, qualidade e tecnologia – Inmetro.....	21
3.8. Rede Brasileira de Metrologia e Qualidade do Inmetro – RBMLQ-I.....	21
3.9. Associação brasileira de normas técnicas – ABNT	21
3.10. Ministério das Minas e Energia - MME.....	22
3.11. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio - MDIC	22
4. BASE LEGAL.....	23
4.1. Inmetro	23
4.2. Aneel	23
5. MAPEAMENTO DA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL.....	25
5.1. Organização Internacional de Metrologia Legal – OIML	25
5.2. União Europeia	25
5.3. Alemanha	26
5.4. Estados Unidos	26
5.5. International Electrotechnical Commission – IEC	27
5.6. International Standardization Organization – ISO	27
5.7. Open Charge Point Protocol – OCPP.....	28
6. DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS QUE SE PRETENDE ALCANÇAR.....	29
6.1. Objetivo principal.....	29
6.2. Objetivo secundário.....	29
7. DEFINIÇÃO DAS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE AÇÃO AO ENFRENTAMENTO DO PROBLEMA REGULATÓRIO IDENTIFICADO	30
7.1. Alternativa 1: Não ação	30
7.2. Alternativa 2: Regulamentação de Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos – SAVE.....	30
7.2.1. Cenário 1 - Controle Metrológico através da Acreditação	30

7.2.2. Cenário 2 - Controle Metrológico através do Inmetro e a RBMLQ-I.....	31
8. DEFINIÇÃO DOS POSSÍVEIS IMPACTOS DAS ALTERNATIVAS E COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE AÇÃO	32
8.1. Alternativa 1: Não ação – Não regulamentar os SAVE.....	32
8.1.1. Avaliação econômica do erro de medição.....	32
8.1.2. Conclusão da avaliação de risco da alternativa de não ação.....	35
8.2. Alternativa 2: Regulamentação de Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos	35
8.2.1. Aprovação de Modelo - AM.....	35
8.2.2. Verificação inicial.....	38
8.2.3. Verificação subsequente	39
8.2.3.1. Número de SAVE instalados no Brasil.....	39
8.2.3.2. Número de equipes necessárias para verificação em campo	41
8.2.3.3. Custo estimado da verificação em campo (cenário 1)	42
8.2.3.4. Custo estimado da verificação em campo (cenário 2)	44
8.3. Conclusão da avaliação técnico-econômica das alternativas	45
9. IDENTIFICAÇÃO DOS EFEITOS E RISCOS DA(S) ALTERNATIVA(S) NORMATIVA(S)	47
9.1. Avaliação de risco da não ação	47
9.2. Avaliação de Riscos na Regulamentação:.....	48
Controle Metrológico através da Acreditação (cenário 1)	48
9.3. Avaliação de Riscos na Regulamentação:.....	50
Controle Metrológico através do Inmetro e a RBMLQ-I (cenário 2).....	50
9.4. Análise SWOT	53
9.4.1. Cenário 1: Controle Metrológico através da Acreditação.....	54
9.4.2. Cenário 2: Controle Metrológico através do Inmetro e a RBMLQ-I	56
9.5. Conclusão da análise de risco	58
10. DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO	59
REFERÊNCIAS	61

IDENTIFICAÇÃO DA AIR



PROCESSO

0052600.001869/2024-91
DIART-AIR-03/2025



TEMA DAS AGENDAS REGULATÓRIAS (2024-2025)

Sistema de abastecimento de veículos elétricos - SAVE



UNIDADE RESPONSÁVEL

Divisão de Articulação e Regulamentação Técnica Metrológica – Diart



DATA DE CONCLUSÃO DO RELATÓRIO

20 de maio de 2025

REDAÇÃO E ELABORAÇÃO

Luciano Bruno Faruolo
Pesquisador-Tecnologista em Metrologia e Qualidade

Juan Carlos Mateus Sanchez
Pesquisador-Tecnologista em Metrologia e Qualidade

Shayene Pinto Carlos Mendoza
Assistente Executivo

COLABORAÇÃO

Divisão de Gestão Técnica – Dimel/Dgtec
Setor de Grandezas Elétricas – Segel/Dgtec/Dimel

REVISÃO E APROVAÇÃO

Felipe Batista Garcia Ferreira
Chefe da Divisão de Articulação e Regulamentação Técnica Metrológica - Diart

Marcelo Luis Figueiredo Moraes
Diretor de Metrologia Legal

SUMÁRIO



PROBLEMA REGULATÓRIO

Ausência de garantia metrológica nas transações de recarga de veículos elétricos (VE).

OBJETIVOS

Objetivo principal

O objetivo principal desta AIR é apresentar alternativas de ação e fornecer subsídios para a tomada de decisão da alta direção acerca da regulamentação, ou não, dos Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos (SAVE).

Objetivos secundários

Analisar os custos envolvidos em cada etapa do controle metrológico;
Identificar as possíveis alternativas de regulamentação;
Avaliar a viabilidade técnico-econômica do controle metrológico dos SAVE;
Proporcionar, por meio do sistema de consultas públicas e da tomada de subsídios, mecanismos para fortalecer as abordagens baseadas em análise de riscos e evitar revisões prematuras na legislação eventualmente proposta, buscando a efetividade das ações normativas.



ALTERNATIVAS REGULATÓRIAS SUGERIDAS

1. Não fazer nada (não ação);
2. Regulamentação do tema;
 - 2.1. Regulamentar através da Acreditação (cenário 1)
 - 2.2. Regulamentar através do Inmetro e a RBMLQ-I (cenário 2)

POSSÍVEIS IMPACTOS DA ALTERNATIVA SUGERIDA

POSITIVOS:

- Inibição das fraudes nas transações de recarga de VE;
- Redução de reclamações de consumidores;
- Software de SAVE mais eficientes;
- SAVE de melhor qualidade e eficiência energética;
- Facilidade de implementação;

NEGATIVOS

- Aumento nas tarifas de recarga;
- Aumento do custo dos SAVE para atendimento à legislação metrológica;
- Preços da verificação metrológica altos



1. SUMÁRIO EXECUTIVO

Com a crescente preocupação global com as mudanças climáticas, os países estão estabelecendo metas e compromissos para a preservação ambiental e investindo na transição energética. Durante a COP 26, o Brasil se comprometeu a reduzir suas emissões de carbono em 50% até 2030. Nesse contexto, a transição da mobilidade baseada em veículos a combustíveis fósseis para veículos elétricos surge como uma solução eficaz para diminuir os congestionamentos e as emissões, promovendo uma mobilidade urbana mais limpa e eficiente.

Observa-se, nesse cenário, um aumento significativo na venda de veículos elétricos no Brasil, que em 2024 registrou um total de 397.789 veículos eletrificados, representando um aumento de 88,3% nas vendas em relação a 2023. Este crescimento expressivo da frota de veículos elétricos sinaliza a crescente necessidade por infraestrutura de carregamento, uma vez que a carga domiciliar não é suficiente ou, em alguns casos, inexistente — situação que impacta negativamente a percepção dos consumidores quanto à substituição de veículos movidos a combustíveis fósseis por veículos elétricos.

Ciente dessa realidade, a Dimel/Inmetro vem estudando as implicações da instalação da infraestrutura de carregamento na lisura das transações comerciais que envolvem a medição de energia elétrica entre operadoras de postos de carregamento e os proprietários de veículos elétricos (VE). Nesse sentido, a Dimel iniciou um estudo sobre a possível regulamentação dos **Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos (SAVE)**, sempre que houver uma transação comercial dependente do resultado da medição do SAVE. No presente documento, são relatados os resultados desse estudo, que discute, entre outros tópicos, o problema regulatório a ser analisado, a identificação dos atores, a base legal, a definição dos objetivos a serem alcançados e as possíveis alternativas para o enfrentamento do problema regulatório identificado.

Durante a realização desse trabalho, foram realizadas visitas a institutos na Holanda (NMI) e na Alemanha (PTB). Houve participação presencial na reunião da OIML, que está redigindo a nova recomendação de SAVE, realizada em Praga, na República Tcheca — ocasião em que foram feitas contribuições relevantes, reconhecidas pelos pares internacionais. Também houve participação em diversos seminários sobre eletromobilidade, além da promoção da participação da Dimci em uma intercomparação laboratorial com o NIST e o PTB, com o intuito de garantir a rastreabilidade das medições em corrente contínua (CC). Adicionalmente, a equipe da Dimel contribuiu no grupo de eletromobilidade criado pela Dconf, com o objetivo de elaborar os estudos de AIR em conjunto com entidades do setor.

Além disso, foi realizada uma visita ao laboratório Labelo, para conhecer a realidade dos laboratórios nacionais, e outra à WEG — uma das maiores fabricantes de SAVE no país —, que forneceu uma amostra de seu modelo de SAVE em corrente alternada (CA) de 22 kW, permitindo a verificação da viabilidade de realização de ensaios com a infraestrutura existente no Segel, conforme as especificações do Guia OIML G22.

Foram analisadas todas as etapas do controle metrológico (avaliação de modelo, verificação inicial e verificações subsequentes) e sua possível aplicação aos SAVE, incluindo uma

análise de viabilidade técnico-econômica e uma análise de risco, com o propósito de subsidiar a decisão da Diretoria quanto à necessidade ou não de regulamentação.

Na seção 2, identificou-se o problema regulatório como sendo a ausência de garantia metrológica nas transações de compra e venda de energia para recarga de veículos elétricos. As suas consequências e causas-raiz também foram identificadas, de modo a possibilitar a análise das implicações das alternativas regulatórias.

Os atores ou partes interessadas foram identificados na seção 3, que analisa a percepção de cada ator em face de uma eventual regulamentação dos SAVE. Na seção 4, foi realizada uma compilação da base legal existente e aplicável aos SAVE, evidenciando as competências legais tanto do Inmetro quanto da ANEEL para regulamentar a matéria.

A seção 5 apresenta um mapeamento da experiência internacional em regulamentação de SAVE, destacando que a Alemanha e a Holanda lideram os esforços em regulamentação metrológica nesta área. Contudo, observa-se que o Brasil desempenha um papel relevante nas discussões internacionais sobre o tema, especialmente devido às contribuições submetidas ao comitê técnico da OIML, que estão sendo incorporadas na versão final da nova recomendação da OIML para SAVE.

Na seção 6, são definidos os objetivos da presente AIR, e na seção 7 são apresentadas as possíveis alternativas regulatórias, incluindo a de não-ação — na qual o governo não interfere no mercado, permitindo que este se autorregule. Dentro da alternativa de regulamentação, foram elaborados dois cenários: o cenário 1 utiliza a acreditação como ferramenta para executar as etapas de controle metrológico com o apoio do setor privado; já o cenário 2 prevê a realização das atividades exclusivamente pelo poder público, por meio do Inmetro e seus órgãos delegados.

A comparação dessas alternativas foi realizada por meio de uma análise de viabilidade técnico-econômica, apresentada na seção 8, seguida de uma avaliação de risco na seção 9. A avaliação técnico-econômica indicou que o custo anual estimado, caso nenhuma ação fosse tomada pelo Inmetro, seria superior a 7,4 milhões de reais (aproximadamente R\$ 1.607,36 por SAVE). Esse custo se deve, principalmente, a erros de medição e/ou fraudes. Por outro lado, o custo anual das verificações em campo nos dois cenários analisados foi da ordem de R\$ 17,1 milhões para o cenário 1 (média de R\$ 3.254,52 por SAVE) e R\$ 4,15 milhões para o cenário 2 (média de R\$ 1.078,22 por SAVE).

Do ponto de vista técnico, o estudo conclui que a realização de ensaios de aprovação de modelo no país é viável, ao menos para SAVE em corrente alternada (CA), que representa mais de 90% do parque instalado em 2024. Por este motivo, e também pelo fato de ainda não existir consenso internacional sobre os procedimentos de controle metrológico para SAVE em corrente contínua (CC), o estudo recomenda lançar inicialmente um RTM com escopo limitado aos SAVE em corrente alternada (CA), postergando o controle dos SAVE em corrente contínua (CC).

A verificação inicial, conforme definida no OIML G22, exige menos ensaios do que os atualmente realizados para medidores de energia elétrica, de modo que não se preveem maiores dificuldades para sua implementação pelos fabricantes. No que diz respeito às verificações subsequentes, estimou-se que 87% do parque instalado em 2024 no país poderia ser verificado

anualmente por 10 equipes dedicadas exclusivamente a essa atividade, atuando em 13 estados da Federação.

A avaliação de risco identificou ainda que a alternativa de não-ação apresenta um nível de risco elevado, razão pela qual foi descartada como solução para o problema regulatório. Em relação aos cenários 1 e 2, a análise de risco demonstrou que o cenário 1 oferece menor risco em comparação ao cenário 2. Ademais, os custos anuais de verificação subsequente podem ser otimizados mediante a alteração da periodicidade das verificações de um ano para três ou quatro anos, seguindo o exemplo da Alemanha, onde o período de verificação é de oito anos. Por esses motivos, o estudo recomenda que a Dimel adote o caminho representado pelo cenário 1 na futura regulamentação dos SAVE.

Por fim, na seção 10, são apresentadas as principais conclusões e recomendações decorrentes da presente análise de impacto regulatório.

2. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA REGULATÓRIO

2.1. Introdução

O uso de carros elétricos representa uma alternativa para a transição energética, prevista na substituição gradativa dos veículos a combustão. Diversos atos normativos foram emitidos com o objetivo de incentivar a inovação e o uso de veículos elétricos ou híbridos, os quais podem ser relacionados a seguir:

- **Resolução Normativa nº 819/2018:** instituída pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), dispõe sobre a regulamentação e a recarga de veículos elétricos, permitindo que quaisquer empresas e pessoas interessadas na prestação desse serviço, com preços livremente negociados.
- **Resolução nº 5, de 26 de agosto de 2024:** institui a Política Nacional de Transição Energética (PNTE), do Ministério de Minas e Energia.
- **Portaria nº 2.519/2019:** instituída pela Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade (SEPEC), define os seguintes programas prioritários: Alavancagem de Alianças para o Setor Automotivo, P&D para Mobilidade e Logística, Ferramentarias Brasileiras mais Competitivas, Desenvolvimento de Tecnologias em Biocombustíveis, Segurança Veicular e Propulsão Alternativa à Combustão, FINEP 2030 e P&D e Engenharia para a Cadeia Produtiva do Setor Automotivo.
- **Lei nº 13.755/2018:** cria o Programa Rota 2030, um conjunto de diretrizes do governo federal que inclui, entre outros aspectos, metas de eficiência energética para veículos a combustão e estímulos à produção de carros elétricos e híbridos.
- **Lei nº 14.902/2024:** institui o Programa Mobilidade Verde e Inovação (Programa Mover). São diretrizes do Programa Mover:
 - I - incremento da eficiência energética, do desempenho estrutural e da disponibilidade de tecnologias assistivas à direção dos veículos comercializados no País;
 - II - aumento dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação no País;
 - III - estímulo à produção de novas tecnologias e inovações, de acordo com as tendências tecnológicas globais;
 - IV - incremento da produtividade das indústrias para a mobilidade e logística;
 - V - promoção do uso de biocombustíveis, de outros combustíveis de baixo teor de carbono e de formas alternativas de propulsão e valorização da matriz energética brasileira;
 - VI - garantia da capacitação técnica e da qualificação profissional no setor de mobilidade e logística;

VII - garantia da expansão ou da manutenção do emprego no setor de mobilidade e logística;

VIII - expansão da participação da indústria automotiva instalada no País nas cadeias globais de valor; e

IX - promoção do uso de sistemas produtivos mais eficientes, com vistas ao alcance da neutralidade de emissões de carbono.

Os veículos elétricos vendidos no mercado podem ser classificados de acordo com o grau de eletrificação que apresentam, sendo:

- Veículo Elétrico Híbrido Leve (MHEV - *Mild Hybrid Electric Vehicle*);
- Veículo Elétrico Híbrido (HEV - *Hybrid Electric Vehicle*);
- Veículo Elétrico Híbrido Plug-in (PHEV - *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*);
- Veículo Elétrico movido a Bateria (BEV - *Battery Electric Vehicle*);
- Veículo Elétrico movido a Célula de Combustível (FCEV - *Fuel Cell Electric Vehicle*).

Para um melhor entendimento das diferenças tecnológicas entre essas classificações, recomenda-se a leitura do seguinte material de referência: <<https://doutorie.com.br/blog/o-que-significam-as-siglas-ev-mhev-hev-phev-bev-bevx-e-fcev-dos-veiculos-eletrificados/#siglafcev>>.

Neste estudo, são considerados como Veículos Elétricos (VE) os modelos com tecnologia PHEV e BEV, que são aqueles que permitem que a bateria veicular interna seja carregada externamente através de SAVE.

Os cinco modelos de veículos elétricos mais emplacados no ano de 2024 são apresentados na Tabela 1, com destaque para a liderança da empresa BYD.

A Tabela 2 apresenta a participação de cada tecnologia no mercado de veículos elétricos, demonstrando que mais de 70% do mercado utiliza tecnologias PHEV e BEV — justamente os veículos que necessitam de recarga de bateria via SAVE.

O estado de São Paulo mantém a liderança nos emplacamentos, com 33,0% das vendas de veículos eletrificados no país (105.620 veículos), seguido pelo Distrito Federal, com 7,8% (24.912 veículos), e pelo Rio de Janeiro, com 7,3% (23.281 veículos).

MODELOS MAIS VENDIDOS EM 2024

MODELO	FÁBRICA	QUANTIDADE	MARKET SHARE
Song Plus GS DM	BYD	17.908	10,1 %
Dolphin mini GS EV	BYD	13.656	7,7 %
XRX HYBRID	TOYOTA	12.077	6,8 %
Dolphin GS 180 EV	BYD	11.496	6,5 %
Dolphin mini GS5EV	BYD	8.310	4,7 %

Tabela 1

Fonte: ABVE, 2025

VENDAS EM 2024 POR TECNOLOGIA

TIPO DE TECNOLOGIA	ARTICIPAÇÃO NO MERCADO	UNIDADES VENDIDAS
PHEV	36,1 %	10.521
BEV	34,7 %	4.368
HEV FLEX	11,5 %	1.426
MHEV	9 %	-
HEV	8,6 %	1.622

Tabela 2

Fonte: ABVE, 2025

2.1.1. Tipos de Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos

Podem ser citados diversos modelos de carregadores e conectores para veículos elétricos. O mais utilizado é o modelo residencial de 3,5 kW, em corrente alternada (CA). Os carregadores de corrente alternada são mais comuns, pois geralmente são fornecidos pelo próprio fabricante do veículo elétrico (VE) para o carregamento lento. Tipicamente, os Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos (SAVE) podem ser classificados da seguinte forma:

- **Carregadores domésticos:** Fornecem corrente alternada (CA) ao conversor interno CA-CC do VE para o carregamento da bateria veicular. Usualmente, a potência nominal é inferior a 22 kW, podendo ser de 3,5 kW (monofásicos), 7,4 kW (monofásicos e trifásicos) e 22 kW (trifásicos). Geralmente, esse tipo de SAVE não está sujeito ao controle metrológico, pois, sendo de uso individual, não é projetado para realizar transações comerciais — alguns desses carregadores sequer possuem medidor de energia interno. O tempo de recarga é na ordem de horas, razão pela qual são conhecidos como "carregadores lentos".
- **SAVE CA:** Fornecem corrente alternada (CA) ao conversor interno CA-CC do VE para o carregamento da bateria veicular e possuem medidor de energia interno para fins de faturamento. Assim como os carregadores domésticos, os SAVE CA apresentam potências nominais entre 10 kW e 30 kW. Por envolverem uma transação comercial entre duas partes, esses instrumentos estariam sujeitos ao controle metrológico.
- **SAVE CC:** Fornecem corrente contínua (CC) diretamente ao sistema de gestão de carga da bateria do VE. São especialmente projetados para proporcionar um tempo de recarga rápido (até 80% da carga da bateria em 2 horas ou menos). Por este motivo, a potência nominal desses equipamentos varia entre 30 kW, 60 kW, 120 kW e 180 kW. Acima de 180 kW, o SAVE CC é classificado como "ultrarrápido", podendo proporcionar tempos de recarga inferiores a 60 minutos.
- **Sistemas de abastecimento de frotas:** São SAVE CC de carga ultrarrápida, geralmente com potências nominais superiores a 210 kW. Esses sistemas podem operar em conjunto com bancos de baterias de reserva e sistemas fotovoltaicos de grande porte. Como são utilizados para o abastecimento de frotas próprias de veículos elétricos (como caminhões ou ônibus), não ocorre uma transação comercial entre duas partes e, portanto, esses sistemas não estariam sujeitos ao controle metrológico legal.

2.1.2. Conectores dos SAVE

Os plugs utilizados nos SAVE variam conforme o fabricante e a capacidade de corrente (potência nominal). A seguir, descrevem-se os principais tipos de conectores:

- **Conector Tipo 1 (Norma SAE J1772)**

O conector de carregamento para veículos elétricos do **Tipo 1**, também conhecido como **SAE J1772**, é um padrão norte-americano especificado pela SAE (Sociedade de Engenheiros da Mobilidade). Trata-se de um dos primeiros e mais utilizados conectores de carregamento para veículos elétricos (VE).

- **Conector Tipo 2 (Norma IEC 62196-2)**

Este conector é um padrão europeu especificado pela IEC (Comissão Eletrotécnica Internacional). Atualmente, é um dos principais conectores de carregamento para veículos eletrificados na Europa e o mais utilizado no Brasil para carregamento em corrente alternada (CA), permitindo carregamento rápido e sendo compatível com a maioria dos VE.

- **Conector CCS (Combined Charging System)**

O conector CCS é uma evolução dos conectores Tipo 1 e Tipo 2, criado para permitir o carregamento de VE tanto em CA quanto em CC. A diferença entre o CCS Tipo 1 e o CCS Tipo 2 está na disposição mecânica dos pinos.

- **Conector GB/T**

Este é um padrão de carregamento em corrente alternada (CA) utilizado em veículos elétricos fabricados na China.

- **Conector CHAdeMO**

É um padrão de carregamento rápido desenvolvido no Japão, que se tornou um padrão globalmente reconhecido. O nome é uma abreviatura de “CHArge de MOve”.

- **Conector Tesla Supercharger**

A Tesla utiliza seu próprio padrão de conector, exclusivo para seus veículos, que oferece carregamento rápido em suas estações Supercharger. É o tipo de conector mais utilizado nos Estados Unidos.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os diferentes padrões de conectores para veículos elétricos.

COMPARAÇÃO ENTRE OS PADRÕES DE CONECTOR PARA SAVE NO MUNDO

TIPO 1  Também chamado de SAE J1772, ele é mais usado nos EUA. No Brasil, veio na primeira geração do Chevrolet Bolt.	TIPO 2  Conector mais popular do mundo, ele é amplamente utilizado no Brasil para recargas públicas e domésticas.	GB/T AC  Usado para recargas em AC na China, tem bocal semelhante ao do tipo 2 e potência máxima ligeiramente maior.	CHAdemo  Padrão de corrente contínua japonês que vem sendo descontinuado até em montadoras daquele país.
CCS1  Igual ao tipo 1, mas com dois plugues extras, que operam em corrente contínua e ampliam a potência a até 350 kW.	CCS2  Equivalente ao tipo 2 do CCS1 e, portanto, bem comum no Brasil. É encontrado em posto de recarga rápida em DC.	GB/T DC  Utilizado em recargas rápidas na China, é um bocal completamente separado da conexão AC.	TESLA SUPERCHARGER  Padrão DC da Tesla que já foi abandonado pelos modelos de fabricação europeia da marca, por exemplo.

Figura 1
Fonte: Revista Quatro Rodas, 2023.

CONECTORES

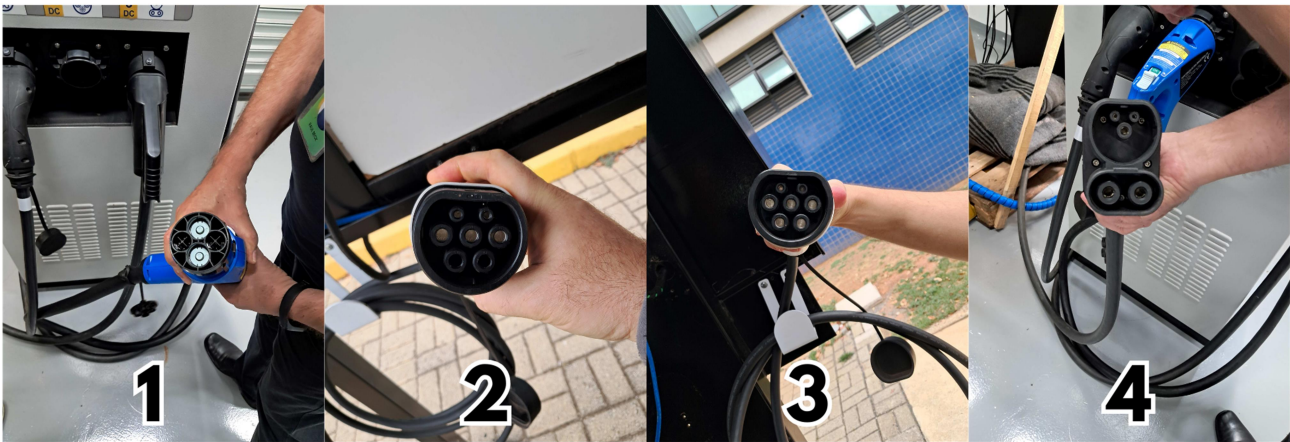


Figura 2
Fonte: Luciano Faruolo, 2024
Figura 1: Conector ChadeMo | Figura 2: Conector monofásico tipo 2 | Figura 3: Conector trifásico tipo 2 | Figura 4: Conector tipo 2 para corrente contínua.

A Tabela 3 apresenta um levantamento realizado pelo Setor de Grandezas Elétricas da Dimel (Segel/Dimel) em 2023, no qual se observa que a quantidade de conectores CCS Tipo 2 é predominante no país.

QUANTIDADE DE SAVE E SEUS CONECTORES

TIPO DE CONECTOR	CUSTO (USD)	POTÊNCIA TÍPICA DE SAÍDA	UNIDADES INSTALADAS NO BRASIL	
CCS tipo 2 (CA)	110	3 a 19,2 KW	2.874	91%
CCS tipo 2 (CC)	218	20 a 150 kw	151	5%
CCS tipo 1 (J1772)	207	3 a 19,2 kw	73	2%
CHAdEMO	1.590	50 a 150 kw	57	2%
TOTAL			3.155	100%

Tabela 3

Fonte: ABVE, 2025

Os dados apresentados na Tabela 3 permitem concluir que se deve priorizar a aquisição de equipamentos para a verificação de SAVE com conectores Tipo 2, bem como indicam que a definição do padrão de conector para o Brasil está praticamente consolidada: deve ser adotado o conector CCS Tipo 2.

De fato, após a comparação dos custos dos conectores Tipo 1, Tipo 2 e CHAdEMO, observou-se que os custos dos conectores Tipo 1 e Tipo 2 são equivalentes, enquanto o custo do conector CHAdEMO é mais de cinco vezes superior ao de um conector Tipo 1 ou Tipo 2. Além disso, considerando que é possível utilizar adaptadores entre os conectores Tipo 1 e Tipo 2, mas não entre esses conectores e o CHAdEMO, considera-se desejável a adoção de um único padrão de conector no Brasil.

Após esta breve introdução sobre os SAVE, as seções seguintes abordarão o problema regulatório sob a perspectiva da Metrologia Legal.

2.2. Árvore de problemas

Uma das ferramentas utilizadas nos procedimentos de Análise de Impacto Regulatório (AIR) tem sido a construção da árvore de problemas, conforme indicado no Guia de AIR da Casa Civil (2018). Neste trabalho, o desenvolvimento da árvore de problemas contempla os seguintes conceitos: as causas raiz, onde se originam os problemas a serem considerados; o caule da árvore, que representa o problema central que sustenta os frutos; e as consequências.

A ilustração da Figura 3 apresenta a árvore de problemas desta AIR, sendo possível identificar como problema central a **ausência de garantia metrológica nas transações de recarga de veículos elétricos (VE)**. Essa situação gera uma série de consequências que afetam o bem-estar social de forma geral, as quais estão apresentadas na Tabela 4.

Na Tabela 5, também são identificadas as causas raiz que contribuem para o surgimento do problema central.

DESENHO ESQUEMÁTICO DA ÁRVORE DE PROBLEMAS

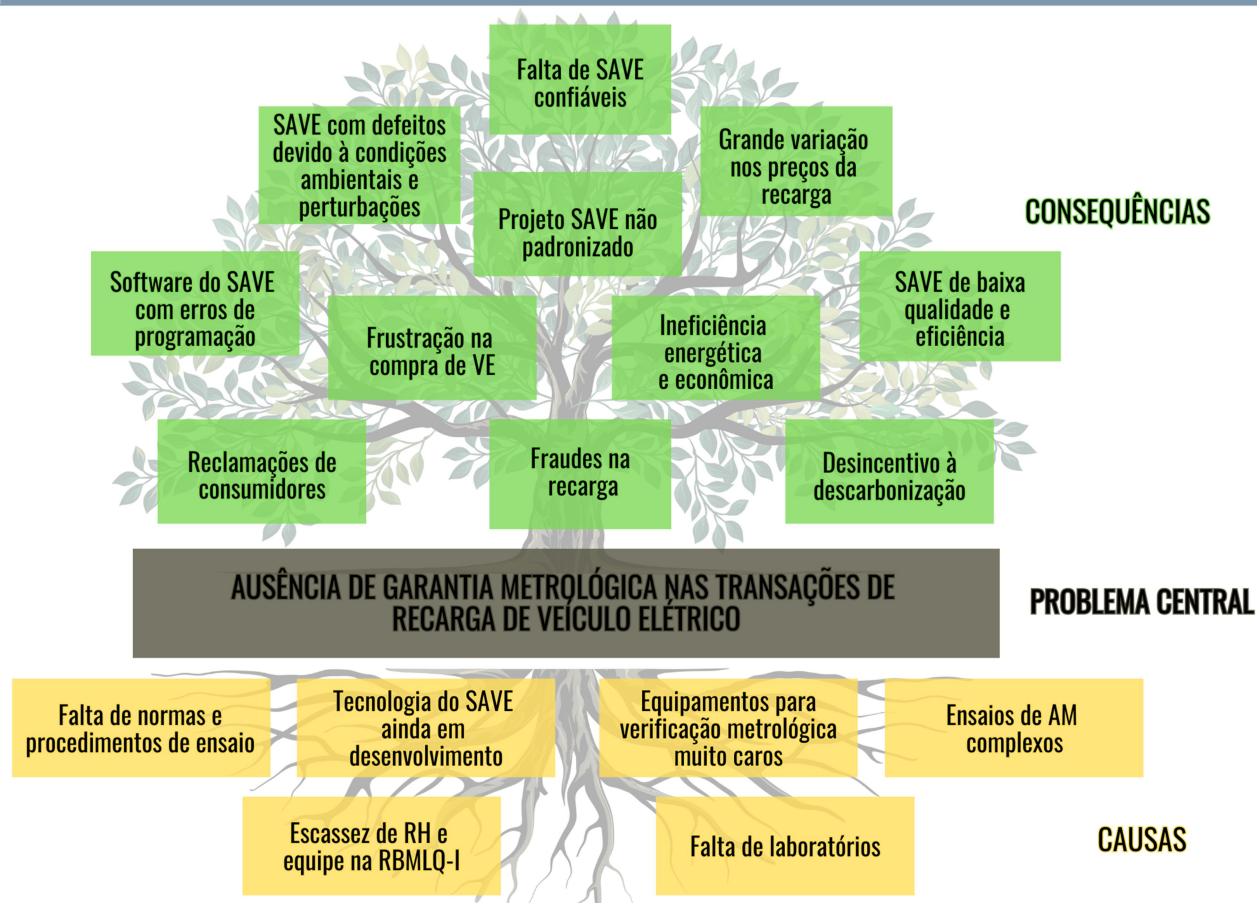


Figura 3
Fonte: Elaboração própria, 2024

CONSEQUÊNCIAS DO PROBLEMA REGULATÓRIO

CONSEQUÊNCIAS

1	Aparecimento de fraudes nas transações de recarga de VE.
2	Aumento de reclamações de consumidores.
3	Projeto de SAVE não padronizado.
4	Software de SAVE com erros de programação, tais como bugs, perda de dados de transações ou tempo excessivo para início ou finalização de transações.
5	Aparecimento de SAVE de baixa qualidade e baixa eficiência energética que geram altas perdas de energia ou com emissões eletromagnéticas que afetam outras cargas conectadas na rede de distribuição.
6	Falta de SAVE disponíveis devido a defeitos causados por perturbações eletromagnéticas ou condições ambientais.
7	A ineficiência energética de SAVE por sua vez causa ineficiência econômica que se traduz em tarifas altas para os consumidores e desvantagem competitiva para os próprios fabricantes dos SAVE.

8	Aparecimento de uma grande variação de preços de recarga de VE. Hoje os preços variam entre 2,00 e 3,00 R\$/kWh.
9	Frustração generalizada dos consumidores com a compra do VE devido à falta de SAVE disponíveis e confiáveis.
10	Desincentivo à compra de VE devido aos problemas de falta de infraestrutura de recarga confiável.
11	Desincentivo à descarbonização por via veículos elétricos

Tabela 4

Fonte: Elaboração própria, 2025

CAUSAS RAZ DO PROBLEMA REGULATÓRIO

CAUSAS RAZ

1	A tecnologia dos SAVE ainda está em desenvolvimento, sendo que os requisitos necessários de garantia metrológica não estão definidos a nível internacional faltando consenso entre as partes interessadas (fabricantes de VE, de SAVE, consumidores e autoridades metrológicas)
2	Ao não existir um consenso entre as partes interessadas, também não existem procedimentos de ensaio padronizados o que dificulta o planejamento do controle metrológico legal.
3	Com a falta de padronização, os projetos de SAVE são feitos sem considerar a necessidade de verificação metrológica ou com ferramentas que permitam a realização de ensaios. Por este motivo os equipamentos comerciais para realizar ensaios em SAVE são extremamente caros.
4	Existe ainda carência de recursos humanos e de equipamentos na RBMLQ-I
5	Os ensaios de Aprovação de Modelo descritos no Documento Guia OIML G22 são complexos e implicam o desenvolvimento de soluções inovadoras para a sua realização.
6	Não existem laboratórios acreditados já que este tipo de tecnologia é nova.

Tabela 5

Fonte: Elaboração própria, 2025

2.3. Problema regulatório do controle metrológico de SAVE

O avanço tecnológico da eletromobilidade demonstra uma clara tendência de crescimento nas vendas de veículos elétricos (VE) no Brasil. Da mesma forma, à medida que mais veículos elétricos são comercializados no mercado, a demanda por SAVE aumenta proporcionalmente.

Por esse motivo, embora o serviço de fornecimento de energia elétrica seja regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a lisura da transação comercial, que requer a correta medição da energia elétrica, é de competência do Inmetro, especificamente da Diretoria de Metrologia Legal.

Considerando que o fornecimento de energia elétrica ao veículo durante a recarga não é uniforme e varia em função do tempo, conforme a seguinte Equação:

$$E(t) = \int U(t).I(t) dt$$

Onde,

E = energia fornecida em wh

U = tensão em V
I = corrente em A
T = tempo de carregamento

À luz da análise metrológica, podem ser elencados alguns fatores de incerteza na medição da energia durante a recarga, os quais deverão ser considerados no âmbito do controle metrológico dos SAVE:

- a. Corrente elétrica e suas variações, seja em corrente contínua (CC) ou corrente alternada (CA) e de acordo com a temperatura de utilização, nas recargas dos veículos;
- b. Tensão de trabalho dos sistemas de carregamento;
- c. Repetibilidade da medição do sistema de carregamento;
- d. Resolução dos dispositivos indicadores.

Outros aspectos também são relevantes e devem ser considerados, tais como:

- a. A segurança dos SAVE, a fim de evitar acidentes aos usuários;
- b. Plano de selagem eficiente e seguro que proteja o SAVE contra fraudes;
- c. Periodicidade das verificações subsequentes e da validade dos certificados de verificações;
- d. O estabelecimento dos Erros Máximos Admissíveis (EMA);
- e. O uso de padrões CA existentes para verificação metrológica de SAVE CA.

Esses elementos deverão ser devidamente abordados caso seja decidida a implementação de uma possível regulamentação técnica metrológica.

3. IDENTIFICAÇÃO DOS ATORES OU GRUPOS AFETADOS PELO PROBLEMA REGULATÓRIO

Nesta seção são identificados os atores que poderão ser afetados caso seja decidida a implementação de uma regulamentação metrológica dos SAVE, bem como as demais partes interessadas (stakeholders).

A seguir, apresenta-se uma descrição de cada ator e seu possível posicionamento em relação à referida regulamentação metrológica.

3.1. Consumidores

São os proprietários de veículos elétricos (VE) que utilizam os SAVE para realizar o carregamento da bateria interna de seus veículos. De modo geral, representam a parte interessada mais vulnerável, pois possuem pouco conhecimento técnico sobre o funcionamento dos SAVE, não detêm a posse do instrumento de medição e são a parte mais frequentemente lesada em casos de fraudes.

De forma análoga ao que ocorre com as bombas medidoras de combustíveis, os consumidores têm interesse em que os SAVE:

- Possuam confiabilidade metrológica;
- Estejam disponíveis sempre que necessário;
- Sejam amplamente distribuídos, estando presentes em estradas, rodovias intermunicipais, interestaduais e federais;
- Não apresentem grandes variações nos preços das recargas;
- Permitam o menor tempo de recarga possível;
- Não apresentem defeitos durante a recarga, nem resultem em perda de dados da transação;
- Possuam o plug adequado para o seu veículo elétrico.

Compreende-se que os consumidores seriam a parte mais beneficiada pela regulamentação metrológica dos SAVE e, portanto, tenderiam a ser favoráveis à implementação de um Regulamento Técnico Metrológico (RTM), uma vez que a maioria dos interesses elencados acima seria atendida com a sua adoção.

3.2. Fabricantes de VE

Os fabricantes de veículos elétricos (VE), por estarem investindo de forma significativa na instalação de SAVE, devido à crescente demanda, constituem uma das partes interessadas que podem ser impactadas pela regulamentação metrológica. Tal impacto ocorre especialmente porque os SAVE atualmente em instalação podem não atender aos requisitos que venham a ser estabelecidos por uma futura regulamentação.

Além disso, o interesse desses fabricantes está direcionado para a definição do padrão de conector a ser adotado no país, bem como para a qualidade da energia elétrica — seja em corrente alternada (CA) ou corrente contínua (CC) — fornecida pelos SAVE.

3.3. Fabricantes de SAVE

Os fabricantes de Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos (SAVE) são diretamente afetados pelo processo de regulamentação metrológica. O desenvolvimento de modelos de SAVE, que até o momento não está sujeito ao atendimento de requisitos metrológicos obrigatórios, certamente terá que ser adaptado, o que resultará em um provável aumento nos custos de produção.

Quanto mais exigente for o futuro regulamento, maior poderá ser o custo de fabricação, inclusive com a possibilidade de restrições à importação de SAVE produzidos no exterior que não atendam às exigências técnicas.

Por outro lado, a ausência de controle metrológico permitiria que o mercado fosse contaminado por modelos de baixo custo, sem compromisso com a qualidade e sem garantia de confiabilidade metrológica. Nesse cenário, a presença desses produtos poderia comprometer a credibilidade do setor e prejudicar os próprios fabricantes que investem em qualidade.

A participação dos fabricantes de SAVE no processo de regulamentação é, portanto, fundamental para a construção de requisitos técnicos adequados: que sejam suficientes para assegurar a avaliação metrológica, mas que não representem barreiras excessivas ao desenvolvimento tecnológico.

De modo geral, compreende-se que os fabricantes de SAVE tenderiam a ser inicialmente desfavoráveis à regulamentação, pois esta implicaria em um aumento nos custos de produção. No entanto, é importante destacar que a regulamentação também traz benefícios potenciais que, por vezes, não são percebidos em uma análise superficial.

A Tabela 6 a seguir resume as vantagens e desvantagens da regulamentação sob a perspectiva dos fabricantes de SAVE.

VANTAGENS E DESVANTAGENS DA REGULAMENTAÇÃO DE SAVE DO PONTO DE VISTA DOS FABRICANTES DE SAVE

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Padronização do SAVE com melhoria da qualidade do produto	Necessidade de investimentos
Melhoria do software e eliminação de erros de programação	Possível mudança nos processos produtivos
Melhoria da confiabilidade do produto	Possível necessidade de reprojetado do produto
	Necessidade de aprimoramento do software

Tabela 6

Fonte: Elaboração própria, 2025

3.4. Fornecedores de energia elétrica

Os fornecedores de energia elétrica, representados principalmente pelas empresas distribuidoras de energia, possuem interesse na regulamentação metrológica dos SAVE, uma vez que reconhecem o potencial impacto negativo da instalação massiva de SAVE de baixa qualidade.

Considerando que a conversão CA-CC é um componente fundamental nos SAVE CC destinados à recarga rápida e ultrarrápida, um projeto deficiente desses sistemas pode gerar emissões eletromagnéticas indesejadas, com potencial para afetar outras cargas elétricas próximas, bem como comprometer indicadores de qualidade de energia. As distribuidoras devem, portanto, estar cientes de como serão avaliadas as recargas de veículos elétricos, a fim de garantir que os SAVE instalados em eletropostos não venham a gerar reclamações de outros atores do sistema elétrico.

Um elemento essencial nesse contexto é a estabilidade da energia elétrica, tanto em termos de nível de tensão e corrente, quanto na prevenção de perturbações eletromagnéticas que possam danificar equipamentos próximos ou o próprio SAVE.

Além disso, as empresas distribuidoras de energia elétrica precisam dimensionar adequadamente suas redes de distribuição para atender ao aumento de carga de energia representado pelo abastecimento de veículos elétricos. O crescimento significativo de carga implica em investimento para aumentar a capacidade da rede de distribuição, bem como a localização ótima dos pontos de recarga que permitam otimizar a operação do sistema de distribuição de energia.

Neste sentido, entende-se que as empresas distribuidoras de energia elétrica tendem a ser favoráveis à implantação da regulamentação metrológica dos SAVE.

3.5. Operadores dos postos de carregamento

Os postos de abastecimento de veículos elétricos, comumente conhecidos como eletropostos, deverão estruturar-se de forma a acomodar tanto os SAVE quanto os usuários, atendendo plenamente aos requisitos técnicos e metrológicos que venham a ser exigidos, especialmente aqueles relacionados à integridade das medições coletadas pelos SAVE e às informações apresentadas ao consumidor, geralmente por meio de aplicativos.

Atualmente, identifica-se uma vulnerabilidade na integridade das informações transmitidas, decorrente do uso do protocolo aberto denominado “*Open Charge Point Protocol*” (OCPP). Os operadores dos postos de carregamento desenvolvem suas plataformas de gestão das transações com base nesse protocolo, que permite a obtenção das medições referentes a cada transação de carregamento. No entanto, por se tratar de um protocolo aberto e sem mecanismos robustos de proteção de dados, existe a possibilidade de que as informações transmitidas sejam alteradas ou comprometidas.

Para garantir o atendimento aos requisitos de segurança da informação, será necessário que os operadores de eletropostos aprimorem suas plataformas tecnológicas. Isso implicará em novos investimentos e, possivelmente, em uma reformulação da infraestrutura atual, de modo a assegurar a confiabilidade e a transparência das transações de recarga, em conformidade com os futuros requisitos de software estabelecidos por eventual regulamentação metrológica.

3.6. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL

A Aneel atua como a reguladora do mercado de energia elétrica e, consequentemente, configura-se como um parceiro essencial no processo de avaliação da regulamentação técnico-metrológica do SAVE. O sistema de fornecimento de energia necessita estar em sintonia com a demanda e com os aspectos de segurança requeridos. Por se tratar de uma atividade comercial, a avaliação metrológica possui um efeito significativo.

3.7. Instituto nacional de metrologia, qualidade e tecnologia – Inmetro

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) é o principal responsável por estabelecer o Regulamento Técnico Metrológico, que é elaborado após a Análise de Impacto Regulatório (AIR). As regulamentações de conformidade de produtos e de técnica metrológica são desenvolvidas no Inmetro. No contexto do SAVE, duas certificações poderão ser implementadas: uma para os aspectos de segurança e outra para a verificação da exatidão metrológica.

3.8. Rede Brasileira de Metrologia e Qualidade do Inmetro – RBMLQ-I

A RBMLQ-I integra o braço executivo do Inmetro, aproximando-se do cidadão nas etapas de fiscalização e verificações metrológicas. A fiscalização metrológica é conduzida em situações de denúncias e suspeitas de fraudes, enquanto a verificação metrológica é realizada em conformidade com a regulamentação técnica metrológica.

3.9. Associação brasileira de normas técnicas – ABNT

A ABNT publicou a norma ABNT NBR 17019:2022 – Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos para instalações em locais especiais – Alimentação de VE (veículos elétricos). Essa norma foi elaborada pelo Comitê Brasileiro de Eletricidade (ABNT/CB-003).

Além disso, a ABNT NBR IEC 61851-1:2021 trata do Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos.

3.10. Ministério das Minas e Energia - MME

A infraestrutura de energia e eletricidade é um dos focos do Ministério das Minas e Energia, onde a questão da redução de emissões de carbono é destaque. O uso de carros elétricos tem sido incentivado por questões ambientais, visando à diminuição da poluição e dos gases de efeito estufa. Contudo, a elaboração de políticas públicas e a regulamentação do fornecimento de energia para esses veículos são de interesse direto do MME.

3.11. Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio - MDIC

O MDIC tem incentivado projetos de inovação na área de transição energética, com foco no uso de veículos elétricos. Pesquisas nesse segmento são impulsionadas por parcerias público-privadas entre empresas e Institutos de Ciência e Tecnologia. É crucial considerar os ministérios envolvidos como atores chave para alinhar a regulamentação do SAVE com as diretrizes estratégicas do governo.

4. BASE LEGAL

4.1. Inmetro

Cabe ao Inmetro, através da Diretoria de Metrologia Legal, organizar e executar as atividades de metrologia legal no Brasil, observando a competência que lhe é atribuída por:

I – Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999; e

II – Resolução nº 8, de 22 de dezembro de 2016, do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO.

Em seu artigo 3º, a Lei nº 9.933, de 1999 estabelece que o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) é competente para:

“II - elaborar e expedir regulamentos técnicos que disponham sobre o controle metrológico legal, abrangendo instrumentos de medição;

III - exercer, com exclusividade, o poder de polícia administrativa na área de Metrologia Legal;

...

V - executar, coordenar e supervisionar as atividades de metrologia legal e de avaliação da conformidade compulsória por ele regulamentadas ou exercidas por competência que lhe seja delegada;”

A Resolução CONMETRO nº 8, de 2016 estabelece as condições que tornam os instrumentos de medição passíveis de controle metrológico legal:

“CAPÍTULO IV

DOS INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

6. São passíveis de controle metrológico legal os instrumentos de medição quando forem oferecidos à venda; quando empregados em atividades econômicas; quando forem utilizados na concretização ou na definição do objeto de atos em negócios jurídicos de natureza comercial, civil, trabalhista, fiscal, parafiscal, administrativa e processual e quando forem empregados em quaisquer outras medições presentes à incolumidade das pessoas, à saúde, à segurança e ao meio ambiente. ”

4.2. Aneel

Mas a regulação de energia elétrica é realizada pela ANEEL, que estabelece na Resolução 1000 /2021 as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica.

No que se refere ao SAVE podemos destacar:

“ CAPÍTULO V

DAS INSTALAÇÕES DE RECARGA DE VEÍCULOS ELÉTRICOS”

Art. 552. Equipamentos de recarga que não sejam exclusivos para uso privado devem ser compatíveis com protocolos abertos de domínio público para:

I - comunicação; e

II - supervisão e controle remotos.

...

CAPÍTULO VIII

DA MEDIÇÃO PARA FATURAMENTO

Seção IV

Da Inspeção do Sistema de Medição

Art. 248. A inspeção do sistema de medição de faturamento, para verificar a conformidade dos equipamentos e das condições de operação com a legislação metrológica, pode ser realizada por iniciativa da distribuidora ou mediante solicitação do consumidor e demais usuários ou da CCEE.

Art. 249. A inspeção do sistema de medição pode ser realizada:

I - pela distribuidora, no local das instalações;

II - em laboratórios acreditados para ensaios em medidores de energia elétrica; ou

III - no laboratório da distribuidora, desde que com pessoal tecnicamente habilitado e equipamentos calibrados conforme padrões do Instituto Nacional de Metrologia – INMETRO ou do órgão metrológico delegado, devendo o processo ser certificado na norma ABNT NBR ISO 9001.

...

TÍTULO II

PARTE ESPECIAL

CAPÍTULO VII

DOS PROCEDIMENTOS IRREGULARES

Art. 593. A avaliação técnica dos equipamentos de medição pode ser realizada:

I - em laboratórios acreditados para ensaios em medidores de energia elétrica; ou

II - no laboratório da distribuidora, desde que com pessoal tecnicamente habilitado e equipamentos calibrados conforme padrões do INMETRO ou órgão metrológico delegado, devendo o processo ser certificado na norma ABNT NBR ISO 9001. ”

5. MAPEAMENTO DA EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

A nível internacional existem algumas iniciativas para o desenvolvimento de regulamentação metrológica de SAVE, conforme descrito a seguir:

5.1. Organização Internacional de Metrologia Legal – OIML

Considerando que o Inmetro é membro pleno da OIML e, conforme o Artigo VIII da Convenção da OIML assinada pelo Brasil em 1984, “os Estados-Membros são moralmente obrigados a implementar as decisões da Conferência”, é natural e recomendável a utilização dos documentos emitidos pela OIML como referência principal para os Regulamentos Técnicos Metrológicos (RTM). Até a data de elaboração desta AIR, não existe uma Recomendação OIML publicada acerca de SAVE. No momento, apenas um documento-guia foi publicado de forma emergencial pela OIML, devido ao apelo feito por vários países que já enfrentavam a implantação massiva de SAVE sem qualquer controle metrológico. Este documento, denominado *OIML Guide 22 - Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE): Metrological and technical requirements; Metrological controls and performance tests*, é a base utilizada para a elaboração da nova Recomendação OIML, cuja publicação está prevista para o segundo semestre de 2025.

O OIML G22 define três classes de exatidão para SAVE: Classe A (2%), Classe B (1%) e Classe C (0,5%). O documento também estabelece os ensaios necessários para avaliação de modelo (especialmente requisitos de software) e verificações iniciais, deixando para cada autoridade metrológica a regulamentação das verificações subsequentes (periódicas, por solicitação do usuário e após reparo). Atualmente, a Dimel participa ativamente do desenvolvimento e aprimoramento da nova Recomendação OIML para SAVE, que está em pauta no Comitê Técnico 12 da OIML (OIML TC12).

5.2. União Europeia

Na União Europeia (UE), os países utilizam a Diretiva para Instrumentos de Medição (MID) (2014/32/EU, anexo V), que abrange medidores de energia elétrica, independentemente de serem de corrente alternada (CA) ou contínua (CC). Essa abordagem gerou um grande debate sobre a inclusão ou não dos SAVE CC na MID. No fim, decidiu-se que os SAVE deveriam, sim, cumprir os requisitos da MID, e esses requisitos estão sendo definidos individualmente por alguns países, como a Holanda e a Alemanha. Esses países, inclusive, estão colaborando com a OIML para desenvolver a nova recomendação para SAVE.

Contudo, observa-se que os esforços regulatórios estão muito focados na avaliação de modelo, negligenciando outras etapas do controle metrológico, como as verificações iniciais e subsequentes, que são pouco abordadas, por exemplo, no guia OIML G22. Essa lacuna se reflete

no próprio desenvolvimento dos requisitos de avaliação de modelo, que não consideram aspectos do projeto do produto para a etapa posterior de verificação.

Por outro lado, na UE, ainda não há uma preocupação real com o fato de que a conversão de corrente alternada para contínua gera perdas. Apenas na Finlândia existe uma atenção ao desgaste natural dos cabos do SAVE e seu impacto na exatidão da energia entregue ao consumidor. Em geral, a UE assume que a conversão é altamente eficiente, ignorando a possível existência de produtos com um projeto deficiente, mas econômicos, que podem ter perdas significativas e, conseqüentemente, repassar esses custos aos consumidores na forma de tarifa.

5.3. Alemanha

Na Alemanha, quem abastece seu veículo elétrico com eletricidade deve pagar apenas pela quantidade de energia efetivamente consumida. A base legal para isso é fornecida pela Lei de Medições e Calibração do país. Embora o documento REA 6-A descreva requisitos para instrumentos de medição e equipamentos adicionais no campo da eletromobilidade, ele não fornece uma base suficiente para que as SAVE estejam em conformidade com os regulamentos de metrologia legal da Alemanha.

Essa lacuna foi preenchida pela norma **VDE-AR-E 2418-3-100**, desenvolvida pelo comitê DKE/UK 461.2 e publicada em 2020. Esta norma *especifica os requisitos mínimos para a medição e calibração de equipamentos de medição de energia e tempo em estações de recarga condutivas CA e CC destinadas ao fornecimento de eletricidade a veículos elétricos comercializados de acordo com as normas de produto aplicáveis*, como, por exemplo, a série de normas IEC 61851, cujo escopo será detalhado na seção 5.7.

A norma alemã estabelece requisitos e critérios mínimos para a avaliação dos equipamentos de medição; contudo, os requisitos mínimos específicos para o caso de uso em venda direta ainda estão em discussão.

5.4. Estados Unidos

Nos Estados Unidos, as especificações, tolerâncias e demais requisitos técnicos para dispositivos de medição são publicados no consagrado Handbook 44, que inclui a seção 3.40, onde foram incorporados requisitos específicos para SAVE. Além de introduzir requisitos operacionais e de projeto, este documento também define os erros máximos permitidos (ou tolerâncias), que variam entre 1% e 5%, dependendo do tipo de sistema (CA ou CC). Ensaios de repetibilidade também devem ser realizados para garantir a exatidão das medições.

Durante um workshop realizado em setembro de 2024, foram apresentados diversos procedimentos de verificação em campo que estão sendo desenvolvidos no país, com o objetivo de permitir uma verificação rápida e de baixo custo. Isso demonstra que, mesmo atualmente, os

procedimentos de verificação em campo ainda não estão totalmente definidos pela comunidade internacional.

5.5. International Electrotechnical Commission – IEC

Na IEC, várias séries de normas são dedicadas aos Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos (SAVE), destacando-se:

- **Série IEC 61851:** dedicada a sistemas de recarga por condução (carga com fio).
- **Série IEC 61980:** voltada para sistemas de recarga sem fio (wireless power transfer - WPT).
- **IEC 15118:** focada na comunicação entre veículos e rede elétrica (Vehicle-to-Grid).

Algumas normas específicas incluem:

- **IEC 61851-1 Ed. 3.0b:2017** — *Electric vehicle conductive charging system — Part 1: General requirements*, que estabelece os requisitos gerais para sistemas de recarga condutiva de veículos elétricos.
- **IEC 61980-1 Ed. 2.0:2020** — *Wireless power transfer (WPT) systems for electric vehicles — Part 1: General requirements*, que define os requisitos gerais para sistemas de transferência de energia sem fio destinados a veículos elétricos.

9.6. International Standardization Organization – ISO

A DS/ISO/IEC 15118-2:2014 (*Road vehicles — Vehicle-to-Grid Communication Interface — Part 2: Network and application protocol requirements*) trata da comunicação entre a estação de recarga e o veículo elétrico, oferecendo suporte para diferentes mecanismos de autenticação e controle, e introduzindo a tecnologia Plug & Charge. Com essa funcionalidade, o eletroposto reconhece automaticamente o veículo e autoriza tanto a recarga quanto a cobrança de forma automática, sem a necessidade de intervenção manual do usuário.

Esse padrão também viabiliza soluções de smart charging (*recarga inteligente*), permitindo que o carregamento dos veículos seja realizado de forma planejada e otimizada. O objetivo é minimizar o risco de sobrecarga do sistema elétrico em momentos de alta demanda simultânea, além de possibilitar maior eficiência energética e integração com tarifas dinâmicas.

Além disso, a norma ISO prevê suporte à tecnologia Vehicle-to-Grid (V2G), que possibilita que os veículos elétricos devolvam energia não utilizada à rede elétrica durante períodos de alta demanda. Essa funcionalidade pode ser especialmente valiosa para os operadores de rede, ao transformar os veículos elétricos em fontes de energia despachável. Assim, os veículos podem contribuir para o balanceamento da rede elétrica e até mesmo atuar como fontes de energia em momentos de pico de consumo.

9.7. Open Charge Point Protocol – OCPP

O OCPP é um protocolo de comunicação para SAVE, que garante a interoperabilidade entre os SAVE e o sistema de gerenciamento central. Ele permite que os operadores de pontos de carregamento gerenciem remotamente suas estações, autorizem acessos, monitorem status e colem dados de medição dos SAVE. Por ser um padrão de código aberto, o OCPP é gratuito e viabiliza uma infraestrutura de carregamento flexível e adaptável.

A principal vantagem do OCPP é justamente essa interoperabilidade, que possibilita que diferentes marcas e modelos de estações de recarga se comuniquem e operem em conjunto com o sistema de gestão das transações do operador, independentemente do fabricante ou da localização geográfica. Além disso, o protocolo permite o gerenciamento remoto, facilitando o monitoramento, controle e atualização das estações de recarga.

Por outro lado, por ser um padrão aberto e gratuito, o OCPP pode ser desenvolvido e aprimorado por qualquer pessoa, o que, embora traga flexibilidade, também apresenta riscos potenciais à segurança e à integridade das transações. Em 2015, a versão OCPP 1.6 incorporou melhorias de segurança, como comunicação criptografada para proteger os dados transmitidos. No entanto, ainda não está claro se essas medidas atendem aos requisitos necessários para garantir a integridade dos resultados da medição conforme os princípios da metrologia legal.

6. DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS QUE SE PRETENDE ALCANÇAR

6.1. Objetivo principal

O objetivo principal desta AIR é apresentar alternativas de ação e fornecer subsídios para a tomada de decisão da alta direção acerca da regulamentação, ou não, dos Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos (SAVE).

6.2. Objetivo secundário

Os objetivos secundários associados à elaboração desta AIR foram identificados como:

- a. Analisar os custos envolvidos em cada etapa do controle metrológico — avaliação de modelo, verificação inicial e verificações subsequentes — para subsidiar a decisão, com base no melhor custo-benefício, sobre a viabilidade da regulamentação dos SAVE.
- b. Identificar as possíveis alternativas de regulamentação, incluindo a hipótese de não regulamentação, considerando os investimentos necessários em equipamentos, treinamentos e infraestrutura capaz de atender aos locais de uso no Brasil.
- c. Avaliar a viabilidade técnico-econômica do controle metrológico dos SAVE, visando indicar a possibilidade ou não de sua regulamentação, além de apresentar diferentes cenários para a implementação desse controle.
- d. Proporcionar, por meio do sistema de consultas públicas e da tomada de subsídios, mecanismos para fortalecer as abordagens baseadas em análise de riscos e evitar revisões prematuras na legislação eventualmente proposta, buscando a efetividade das ações normativas.

7. DEFINIÇÃO DAS POSSÍVEIS ALTERNATIVAS DE AÇÃO AO ENFRENTAMENTO DO PROBLEMA REGULATÓRIO IDENTIFICADO

Considerando as possibilidades previstas na legislação referente à AIR, com base na documentação constante do processo SEI 0052600.001869/2024-91 e no conhecimento dos especialistas da Diretoria de Metrologia Legal do Inmetro (Dimel), foram identificadas as seguintes alternativas para a regulamentação dos SAVE.

7.1. Alternativa 1: Não ação

Consiste na não intervenção do Inmetro no mercado e nas relações comerciais envolvendo os SAVE. As consequências dessa alternativa estão detalhadas no item 8.1, destacando-se, entre elas, os custos associados a erros de medição e eventuais fraudes.

7.2. Alternativa 2: Regulamentação de Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos – SAVE

Nessa alternativa, o Regulamento Técnico Metrológico (RTM) é desenvolvido conforme a normativa de elaboração da Dimel/Diart NIT-Diart-01. Durante o processo de elaboração do RTM, são definidos o campo de aplicação e os requisitos mínimos necessários, incluindo a aprovação de modelo, a verificação metrológica subsequente e a fiscalização. Esse procedimento ocorre com a colaboração de especialistas e por meio de consulta pública.

Para essa opção, foram estudados dois possíveis cenários regulatórios.

7.2.1. Cenário 1 - Controle Metrológico através da Acreditação

- **Avaliação de Modelo:** realizada por laboratórios designados pela Dimel e/ou acreditados pela Cgcre.
- **Verificação Inicial:** realizada por meio de declaração de conformidade fornecida pelos fabricantes, sob supervisão da Dimel, utilizando equipamentos de verificação comercialmente disponíveis.
- **Verificações Subsequentes:** realizadas por empresas privadas (oficinas) designadas pela Dimel.

7.2.2. Cenário 2 - Controle Metrológico através do Inmetro e a RBMLQ-I

- **Avaliação de modelo:** realizada por laboratórios acreditados pela Cgcre e/ou laboratórios do Inmetro.
- **Verificação inicial:** realizada por meio de declaração de conformidade dos fabricantes, sob supervisão da Dimel, utilizando equipamentos de verificação projetados pela Dimel.
- **Verificações subsequentes:** realizadas pelos órgãos delegados da RBMLQ-I com equipamentos de verificação também projetados pela Dimel.

8. DEFINIÇÃO DOS POSSÍVEIS IMPACTOS DAS ALTERNATIVAS E COMPARAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE AÇÃO

8.1. Alternativa 1: Não ação – Não regulamentar os SAVE

8.1.1. Avaliação econômica do erro de medição

Na ausência de regulamentação metrológica, não existe, naturalmente, um limite ou erro máximo admissível para os SAVE em operação. Portanto, qualquer valor de erro de medição poderia ocorrer. Neste estudo, foi assumido que os erros de medição dos SAVE em serviço estariam situados entre 2% e 5%. Em casos de fraude, estimou-se que o erro de medição poderia atingir valores da ordem de 10% a 15%.

Dessa forma, o custo associado aos erros de medição e às eventuais fraudes pode ser estimado a partir do número de SAVE instalados no Brasil, da sua potência nominal, do tempo de recarga e do número estimado de recargas diárias. Esta estimativa foi realizada conforme o seguinte raciocínio:

Considerando que um SAVE com potência $P = 40 \text{ kW}$, realiza 8 recargas diárias de 37,2 kWh cada (equivalente a 60% da capacidade de uma bateria típica de 62 kWh). Assim, a energia vendida por dia seria:

$$8 \text{ recargas/dia} \times 37,2 \text{ kWh/recarga} = 297,6 \text{ kWh/dia}$$

Em um mês, este SAVE venderia aproximadamente:

$$297,6 \text{ kWh/dia} \times 30 \text{ dias} = 8.928 \text{ kWh/mês}$$

Considerando um erro de medição em campo de $\pm 2\%$, teríamos uma perda de:

$$8.928 \text{ kWh/mês} \times 2\% = \pm 178,56 \text{ kWh/mês}$$

A Tabela 7 a seguir apresenta as perdas de energia estimadas para diferentes faixas de erro de medição em campo ($\pm 0,5\%$ a $\pm 10\%$), utilizando a metodologia descrita acima. Os cálculos correspondentes ao exemplo do SAVE com $P = 40 \text{ kW}$ foram destacados em amarelo na tabela para facilitar a referência.

PERDAS DE ENERGIA DEVIDAS A VÁRIOS ERROS DE MEDIÇÃO EM CAMPO

Tipo de SAVE	Pnom (kW)	Tempo de recarga (h)	Nº recargas diárias (e=37,2 kWh)	Energia vendida (kWh)		Erro de medição (kWh/mês)				
				Por dia	Por mês	±0,5%	±1%	±2%	±5%	±10%
SAVE CA monofásico	3,7	10,1	1	37,2	11.116	5,58	11,16	22,32	55,8	111,6
SAVE CA monofásico	7,4	5,0	1,5	55,8	1.674	8,37	16,74	33,48	83,7	167,4
SAVE CA trifásico	11	3,4	2	74,4	2.232	11,16	22,32	44,64	111,6	223,2
SAVE CA trifásico	22,2	1,7	4	148,8	4.464	22,32	44,64	89,28	223,2	446,4
SAVE DC trifásico	30	1,2	6	223,2	6.696	33,48	66,96	133,92	334,8	669,6
SAVE DC trifásico	40	0,9	8	297,6	8.928	44,64	89,28	178,56	446,4	892,8
SAVE DC trifásico	80	0,5	9	334,8	10.044	50,22	100,44	200,88	502,2	1.004,4
SAVE DC trifásico	120	0,3	10	372	11.160	55,80	111,6	223,20	558	1.116
SAVE DC trifásico	150	0,2	11	409,2	12.276	61,38	122,76	245,52	613,8	1.227,6

Tabela 7

Fonte: Elaboração própria, 2025

Para estimar de forma realista o custo total das perdas de energia, com base nas estimativas apresentadas na Tabela 7, foi adotada uma distribuição ideal dos erros de medição em campo, modelada como uma distribuição probabilidade normal com média igual a 0% e desvio padrão de 1%.

Sob essa hipótese, assume-se que 95% dos SAVE apresentariam erros de medição iguais ou inferiores a ±2%, enquanto os 5% restantes teriam erros superiores a esse valor. Utilizando a distribuição de probabilidade padronizada, foi possível estimar a quantidade de instrumentos com erros dentro das seguintes faixas:

- ±0,5%
- ±1%
- ±2%
- Maiores que ±2%

A Tabela 8 apresenta a estimativa do número de instrumentos em cada faixa de erro de medição, considerando uma população total de 4.630 instrumentos projetada para o ano de 2024.

DISTRIBUIÇÃO IDEAL DOS ERROS DE MEDIÇÃO EM CAMPO DE SAVE (NÚMERO DE INSTRUMENTOS)

Tipo de SAVE	Pnom (kW)	Erro de medição				TOTAL
		±0.5%	±1%	±2%	>±2%	
SAVE CA monofásico	3,7	38	30	27	5	100
SAVE CA monofásico	7,4	686	542	487	90	1.805
SAVE CA trifásico	11	572	452	406	75	1.505
SAVE CA trifásico	22,2	308	243	219	40	810
SAVE DC trifásico	30	38	30	27	5	100
SAVE DC trifásico	40	38	30	27	5	100
SAVE DC trifásico	80	19	15	14	2	50
SAVE DC trifásico	120	38	30	27	5	100
SAVE DC trifásico	150	23	18	16	3	60
POPULAÇÃO TOTAL		1.760	1.390	1.250	230	4.630

Tabela 8

Fonte: Elaboração própria, 2025

Por fim, a Tabela 9 apresenta uma avaliação econômica das perdas associadas aos erros de medição em campo. Essa avaliação foi obtida multiplicando-se as perdas de energia estimadas na Tabela 7, pelo número de instrumentos em cada faixa de erro, conforme estimados na Tabela 8, e por uma tarifa de energia elétrica assumida em R\$ 2,90/kWh.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO ERRO DE MEDIÇÃO EM CAMPO

Tipo de SAVE	Pnom (kW)	Erro de medição (R\$/mês)				TOTAL
		±0.5%	±1%	±2%	>±2%	
SAVE CA monofásico	3,7	614,92	970,92	1.747,66	1.618,20	4.951,69
SAVE CA monofásico	7,4	16.651,28	26.311,93	47.283,80	43.691,40	133.938,41
SAVE CA trifásico	11	18.512,21	29.257,06	52.559,14	48.546,00	148.874,40
SAVE CA trifásico	22,2	19.936,22	31.457,81	56.701,73	51.782,40	159.878,16
SAVE DC trifásico	30	3.689,50	58.25,52	10.485,94	9.709,20	29.710,15
SAVE DC trifásico	40	4.919,33	7.767,36	13.981,25	12.945,60	39.613,54
SAVE DC trifásico	80	2.767,12	4.369,14	8.155,73	5.825,52	21.117,51
SAVE DC trifásico	120	6.149,16	9.709,20	17.476,56	16.182,00	49.516,92
SAVE DC trifásico	150	4.094,05	6.408,07	11.392,13	10.680,12	32.574,37
Custo mensal (R\$)		77.333,78	122.077,01	219.783,92	200.980,44	620.175,15
Custo anual (R\$)		928.005,34	1.464.924,10	2.637.407,09	2.411.765,28	7.442.101,80

Tabela 9

Fonte: Elaboração própria, 2025

No caso da estimativa de custo para os instrumentos com erros superiores a 2%, foi assumido que todas as unidades dessa categoria apresentam um erro de 10%. Como resultado, o custo calculado foi estimado em R\$ 200.980,44 por mês, valor que pode ser denominado "custo

das fraudes", considerando-se que, para fins deste estudo, erros superiores a 2% foram tratados como intencionais.

De qualquer forma, o custo anual de não se adotar nenhuma medida para mitigar os erros de medição — ou, ao menos, para minimizar seu impacto e mantê-los dentro de uma curva ideal de distribuição — é estimado em mais de R\$ 7,4 milhões apenas no ano de 2024.

Esse custo pode ainda ser expresso em termos unitários, dividindo-se o custo anual total pelo número de SAVE considerados no estudo. O resultado é um valor anual de perdas devido a erros de medição de aproximadamente R\$ 1.607,36 por SAVE.

8.1.2. Conclusão da avaliação de risco da alternativa de não ação

O custo anual estimado de não se adotar nenhuma ação regulatória em relação aos SAVE supera R\$ 7,4 milhões, valor que tende a aumentar ao longo do tempo em função do crescimento natural do parque instalado. Além disso, fatores como a falta de padronização e a possível má qualidade dos SAVE poderão contribuir para um aumento ainda maior desses custos, ampliando o impacto econômico e os riscos para os consumidores e para o mercado.

8.2. Alternativa 2: Regulamentação de Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos

No caso da alternativa pela regulamentação dos SAVE, apresenta-se a seguir uma análise técnico-econômica dos recursos necessários para a sua implantação.

8.2.1. Aprovação de Modelo - AM

O Setor de Grandezas Elétricas – Segel realizou uma avaliação completa sobre como poderia ser implementado um eventual processo de aprovação de modelo de SAVE no país. Com base nos ensaios de Avaliação de Modelo (AM) especificados no documento Guia OIML G22:2022 e considerando a infraestrutura atualmente disponível no Inmetro, a Segel analisou a viabilidade de execução desses ensaios no país.

Utilizando um exemplar de SAVE CA fornecido pela empresa WEG, o Segel concluiu que a realização dos ensaios de aprovação de modelo no país é factível. No entanto, identificou-se a necessidade de modificação de alguns requisitos especificados no documento OIML G22, de modo a adequá-los às condições e práticas nacionais.

A Tabela 10, a seguir, apresenta uma comparação entre os ensaios especificados pelo RTM de medidores de energia elétrica e aqueles previstos no Guia OIML G22:2022. Embora os ensaios climáticos e mecânicos não tenham sido incluídos nesta comparação, observa-se que o Guia OIML G22 especifica menos ensaios de desempenho em comparação com o RTM brasileiro

para medidores de energia elétrica. Como ilustrado na Tabela 10, os ensaios não contemplados no G22 foram destacados em amarelo.

Importante destacar que nenhum ensaio novo foi identificado que não pudesse ser executado no país. Pelo contrário, o Segel entende que os ensaios necessários podem ser plenamente realizados tanto no Inmetro quanto em laboratórios acreditados, como o Labelo.

COMPARAÇÃO ENTRE OS ENSAIOS DE AM PARA MEDIDOR DE ENERGIA E SAVE

PORTARIA Nº 221/2022 MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA		GUIA OIML G22:2022 SAVE	
ITEM NIT- Segel-42	DESCRIÇÃO DO ENSAIO DE AM	ITEM OIML G22	DESCRIÇÃO DO ENSAIO DE AM
	Análise da documentação	5.1	Documentação
	Exame geral	7.2.1	Determinação do erro intrínseco inicial
9.2	Ensaio de dielétrico		
9.2.2	i) Ensaio de tensão de impulso	7.4.7	Tensão de Impulso
9.2.3	ii) Ensaio de tensão aplicada		
9.3	Ensaio de início de funcionamento do medidor		
9.4	Ensaio de verificação do método de cálculo de energia ativa		
9.5	Ensaio da corrente de partida	7.2.2	Corrente de partida
9.6	Ensaio de marcha em vazio		
9.7	Ensaio de variação da corrente	7.3.3	Dependência da Temperatura
9.8	Ensaio de influência da temperatura ambiente		
9.9	Ensaio de verificação das perdas internas		
9.9.1	i) Ensaio do circuito de potencial e fonte de alimentação		
9.9.2	ii) Ensaio do circuito da corrente		
9.10	Ensaio de influência da variação de tensão	7.3.4	Variação de tensão
9.11	Ensaio de influência da variação da frequência	7.3.5	Variação de frequência
9.12	Ensaio de influência de comp. harmônico nos circ. de tensão e corrente	7.3.6	Harmônicos na tensão e corrente
9.13	Ensaio de influência da inversão a sequência de fase	7.3.7	Inversão de sequência de fases
9.14	Ensaio de influência da interrupção de uma ou duas fases		
9.15	Ensaio de influência da comp. CC (1/2 onda) no circuito de corrente CA		
9.16	Ensaio de influência da indução magnética CC de origem externa	7.3.8	Indução magnética CC de origem externo
9.17	Ensaio de influência da indução magnética CA de origem externa	7.3.9	Campo Magnético CA de origem externo
9.18	Ensaio de influência da operação de dispositivos internos	7.3.11	Operação de dispositivos auxiliares

PORTARIA Nº 221/2022 MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA		GUIA OIML G22:2022 SAVE	
ITEM NIT- Segel-42	DESCRIÇÃO DO ENSAIO DE AM	ITEM OIML G22	DESCRIÇÃO DO ENSAIO DE AM
9.19	Ensaio de influência da interface de comunicação	7.4.6	Sobrecarga de curta duração
9.20	Ensaio de sobrecarga de curta duração	7.3.2	Auto aquecimento
9.21	Ensaio de auto aquecimento		
9.22	Ensaio de aquecimento		
9.23	Ensaio de variação brusca de tensão		
9.24	Ensaio do mostrador		
9.25	Ensaio de verificação do tempo de autonomia		
9.27	Ensaio de influência de harmônicas ímpares		
9.28	Ensaio de influência de sub-harmônicas		
9.2*	Ensaio de impulso combinado	7.4.5	Surtos nas linhas de alimentação CA
9.3*	Ensaio de Imunidade a transientes elétricos	7.4.3	Transientes rápidos
9.4*	Ensaio de imunidade à descarga eletrostática	7.4.2	Descargas Eletrostáticas
9.5*	Ensaio de Imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequência irradiada	7.3.10.1	Campos eletromagnéticos de RF irradiada
9.6*	Ensaio de imunidade a curtas interrupções e quedas de tensão	7.4.4	Quedas de tensão e interrupções
9.7*	Ensaio de imunidade a campos eletromagnéticos de radiofrequência conduzida	7.3.10.3	Perturbações conduzidas induzidas por campos eletromagnéticos de RF (150 kHz - 80 MHz)
9.8*	Ensaio de perturbações de correntes diferenciais conduzidas	7.3.10.2	Perturbações conduzidas induzidas por campos eletromagnéticos de 2-150 kHz
*Item da NIT-Segel-044			

Tabela 10

Fonte: Elaboração própria, 2025

Contudo, a realização dos ensaios de Avaliação de Modelo (AM) conforme atualmente especificado no Guia OIML G22 é dispendiosa e ineficiente, resultando em tempos de ensaio significativamente mais longos do que aqueles necessários para medidores convencionais de energia. Além disso, os equipamentos atualmente disponíveis na Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio (RBLE) poderão demandar adaptações, tanto em termos de procedimentos quanto de ferramentas, para que seja possível executar os ensaios de forma mais eficaz.

O Setor de Grandezas Elétricas (Segel) entende que é necessário incluir requisitos específicos nos SAVE para viabilizar a execução dos ensaios com a infraestrutura atualmente existente no país.

Por esse motivo, a recomendação do Segel é a de adaptar o Guia G22 à realidade nacional, o que implicaria, necessariamente, a modificação dos projetos dos SAVE no Brasil, ou seja, o desenvolvimento de uma "segunda geração" de SAVE que contemple os seguintes requisitos:

- Inclusão de LED de aferição (tanto para modelos CA quanto CC);
- Inclusão de plano de selagem;
- Inclusão de bloco de terminais com selos, permitindo a realização de verificações sem a necessidade de abertura completa do instrumento;
- Inclusão de um modo de ensaio que permita desabilitar o relé de proteção diferencial.

Essas modificações certamente representarão um custo adicional para os fabricantes de SAVE, o qual não foi possível dimensionar no presente estudo. No entanto, o Segel entende que, caso tais mudanças não sejam adotadas, a implementação de ensaios de AM no país permanecerá onerosa e ineficiente.

Adicionalmente, o Segel recomenda que, caso se opte por implantar uma regulamentação metrológica para os SAVE, o regulamento seja inicialmente focado nos SAVE CA, uma vez que, no momento, o país possui maior capacidade técnica e infraestrutura para realizar o controle metrológico desse sistema. Ressalta-se que o controle de SAVE CC ainda está em discussão no âmbito do TC12 da OIML. Observa-se que os requisitos do G22 são adequados para sistemas CA, mas ainda não totalmente consolidados para sistemas CC. De fato, ainda não há um consenso internacional sobre a metodologia para a realização dos ensaios de AM para SAVE CC, tampouco para as verificações iniciais e subsequentes. Esses requisitos foram discutidos na reunião do OIML TC12, realizada no mês de março de 2025, em Praga, República Tcheca.

Cabe destacar, ainda, que o Guia OIML G22 encontra-se em processo de modificação para ser transformado em uma nova Recomendação OIML. Contudo, nota-se a ausência de procedimentos claros para as demais etapas do controle metrológico legal, além da Avaliação de Modelo.

Nas seções a seguir, serão discutidos os aspectos que deverão ser considerados caso se decida pela implantação do controle metrológico legal dos SAVE em suas demais etapas.

8.2.2. Verificação inicial

O OIML G22 indica apenas um programa mínimo de ensaios de verificação inicial, o qual difere significativamente daquele aplicado aos medidores de energia no Brasil. Na Tabela 11 a seguir, apresenta-se uma comparação entre os dois programas de verificação inicial.

COMPARAÇÃO ENTRE OS ENSAIOS DE VERIFICAÇÃO INICIAL DE MEDIDORES DE ENERGIA E OS DE SAVE

PORTARIA Nº 221/2022 MEDIDORES DE ENERGIA ELÉTRICA		GUIA OIML G22:2022 SAVE	
Item NIT-Segel-029	DESCRIÇÃO DO ENSAIO DE VERIFICAÇÃO INICIAL	Item OIML G22	DESCRIÇÃO DO ENSAIO DE VERIFICAÇÃO INICIAL
8.4.1	Inspeção visual de correspondência ao modelo aprovado	9.2.2	Verificação da Conformidade
8.4.2	Inspeção geral do sistema ou medidor		
8.4.3	Ensaio de tensão aplicada		
8.4.4	Ensaio de exatidão (I_{nom} , $0,1 I_{nom}$)	9.2.4.2	Dependência da corrente (I_{min} , I_{tr} , $0,5 I_{max}$, I_{max})
8.4.5	Ensaio de corrente de partida	9.2.4.1	Verificação da corrente de partida
8.4.6	Ensaio de controle das funções e grandezas com elevação de temperatura		
8.4.7	Ensaio dos circuitos auxiliares		
8.4.8	Ensaio de verificação do limite inferior da tensão de utilização		
8.4.9	Ensaio do mostrador		
8.4.10	Ensaio de verificação de integridade de software		

Tabela 11

Fonte: Elaboração própria, 2025

Observa-se, novamente, que há uma preocupação maior no país em relação às exigências para a verificação inicial, quando comparadas às estabelecidas no OIML G22.

8.2.3. Verificação subsequente

A seguir, é feita uma análise de custos de implementação em dois cenários distintos: um considerando o uso da própria RBMLQ-I e outro com a autorização de terceiros. Para o dimensionamento da equipe de profissionais executores, foi considerado o parque de SAVE instalados no Brasil até abril de 2024, conforme será descrito a seguir.

8.2.3.1. Número de SAVE instalados no Brasil

Um levantamento realizado pela Dimel em outubro de 2023, utilizando a ferramenta PlugShare, indicava um total de 3.155 unidades de SAVE (ver Tabela 12 a seguir):

LEVANTAMENTO DE NÚMERO DE SAVE FEITO PELA DIMEL - OUTUBRO 2023

TIPO DE CONECTOR	POTÊNCIA TÍPICA DE SAÍDA	UNIDADES INSTALADAS NO BRASIL	
CCS2 (CA)	3 a 19,2 kW	2.874	91%
CCS2 (CC)	20 a 150 kW	151	5%
J1772	3 a 19,2 kW	73	2%
CHAdemo	50 a 150 kW	57	2%
TOTAL		3.155	100%

Tabela 12

Fonte: Elaboração própria, 2025

Uma publicação de abril de 2024, no site *Poder Econômico*, menciona que o Brasil deverá dobrar a quantidade de eletropostos em 2025 e apresenta uma atualização dos números, indicando um aumento de quase 47%. Além disso, a publicação traz dados sobre a distribuição geográfica dos SAVE, conforme ilustrado na Figura 4 a seguir.

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DOS SAVE NO BRASIL – FEVEREIRO 2024

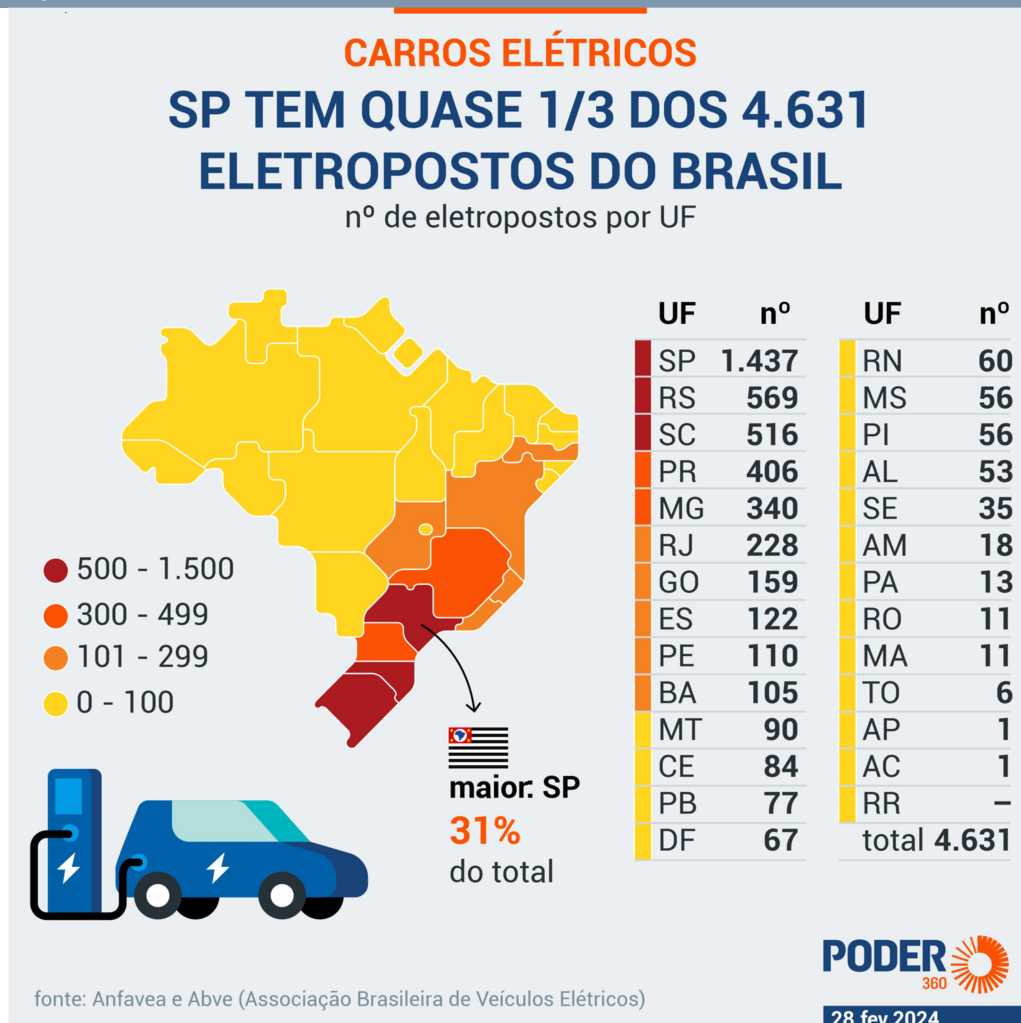


Figura 4

Fonte: Poder Econômico, 2024

8.2.3.2. Número de equipes necessárias para verificação em campo

O levantamento geográfico apresentado na Figura 11 evidencia uma distribuição regional dos SAVE que concentra quase 80% das unidades em oito estados: São Paulo (SP), Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC), Paraná (PR), Minas Gerais (MG), Rio de Janeiro (RJ) e Espírito Santo (ES). Esses números permitem estimar a quantidade de equipes necessárias para realizar as verificações anuais dos SAVE atualmente instalados no país, bem como o custo dessas verificações.

Assumindo um rendimento por equipe de duas verificações por dia, estima-se a realização de 40 verificações por mês e 480 verificações por ano. Dessa forma, no estado de São Paulo, que possui 1.437 unidades de SAVE, seriam necessárias três equipes para verificar, ao

longo de um único ano, a totalidade dos equipamentos instalados. A Tabela 13, a seguir, apresenta o dimensionamento otimizado do número de equipes necessárias para realizar as verificações em âmbito nacional.

DIMENSIONAMENTO DE EQUIPES DE VERIFICAÇÃO POR ESTADO

ESTADO	SP	RS	SC	PR	MG	RJ	ES	GO	DF	BA	PI	MT	MS	TOTAL
Nº Equipes	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
Nº SAVE	1.437	569	516	406	340	350		226		161		146		4.151

ESTADO	PE	CE	PB	AL	SE	RN	PA	MA	TO	AP	AM	RO	AC	RR	TOTAL
Nº Equipes															3
Nº SAVE															480

Tabela 13

Fonte: Elaboração própria, 2024

Na tabela acima, as equipes foram otimizadas para atender, geograficamente, o maior número possível de SAVE. Por esse motivo, por exemplo, estimou-se que, com apenas uma equipe, seria possível atender à demanda total de cinco estados da região Nordeste (PE, CE, PB, AL, SE e RN). Dessa forma, os números apresentados na Tabela 13 correspondem a uma cobertura de 87% do parque existente em abril de 2024 (4.037 dos 4.631 SAVE), a qual poderia ser atendida por 10 equipes exclusivamente dedicadas a essa tarefa. Por fim, na Tabela 13, os estados onde a verificação de SAVE estaria disponível foram destacados em amarelo.

8.2.3.3. Custo estimado da verificação em campo (cenário 1)

Para estimar o custo da verificação em campo, foi analisado o cenário em que uma possível empresa privada demonstrasse interesse em ser acreditada/designada para realizar as verificações conforme uma Norma Inmetro Específica (NIE), a ser publicada pela Dimel. Nesse cenário, considerou-se, primeiramente, o custo de uma equipe de verificação composta por dois técnicos metrologistas, uma viatura e os equipamentos necessários para a realização das verificações.

O custo dos equipamentos, levantado pelo Segel, contemplou as soluções oferecidas por três fornecedores diferentes (Zera, Tesco e MTE), todos com equipamentos destinados à verificação em campo de SAVE tanto em corrente alternada (CA) quanto em corrente contínua (CC). No entanto, para o cálculo do custo mensal da equipe de verificação, optou-se pela combinação do equipamento da Zera com um emulador de cargas da Tesco, resultando no valor de R\$ 30.315,42 por mês, conforme apresentado na Tabela 14.

CUSTO ESTIMADO DE UMA EQUIPE DE VERIFICAÇÃO (CENÁRIO 1)

RECURSOS HUMANOS	QNT	SALÁRIO MENSAL	FATOR DE ENCARGOS SOCIAIS	SALÁRIO + ENCARGOS					SUBTOTAL (R\$)
TÉCNICO METROLOGISTA	2	R\$ 6.000,00	1.66	R\$ 9.960,00					19.920,00
EQUIPAMENTOS	QNT	VALOR (Eur/USD)	CÂMBIO	INVESTIMENTO (R\$)	FATOR IMPORTAÇÃO	VIDA ÚTIL (MESES)	CUSTO MENSAL (R\$)	SUBTOTAL (R\$)	
Carro (Fiorino)	1			R\$ 100.000,00	1.00	60	R\$ 1.666,67	R\$ 1.666,67	
Zera Emob 500	1	€ 30.160,00	R\$ 6,50	R\$ 196.040,00	1.5	60	R\$ 4.901,00	R\$ 4.901,00	
Tesco T4000-101	0	USD 44.875,00	R\$ 6,10	R\$ 273.737,50	1.5	60	R\$ 6.843,44	R\$ -	
Load Emulador Tesco 4100	1	USD 25.100,00	R\$ 6,10	R\$ 153.110,00	1.5	60	R\$ 3.827,75	R\$ 3.827,75	
TEM PWS 3.3 + DC meter system	0	CHF 213.800,00	R\$ 6,90	R\$ 1.475.220,00	1.5	60	R\$ 36.880,50	R\$ -	
TOTAL POR EQUIPE								R\$ 30.315,42	

Tabela 14

Fonte: Elaboração própria, 2024

Além disso, é necessário considerar o custo administrativo da operação da empresa, o qual foi estimado com base nos custos apresentados na Tabela 15.

CUSTO ADMINISTRATIVO ESTIMADO DE UMA EMPRESA DE VERIFICAÇÃO DE SAVE

PESSOAL ADMINISTRATIVO	QNT	SALÁRIO MENSAL	FATOR DE ENCARGOS SOCIAIS	CUSTO MENSAL	SUBTOTAL
Secretária	2	R\$ 2.500,00	1.66	R\$ 4.150,00	R\$ 8.300,00
Contador	1	R\$ 8.000,00	1.66	R\$ 13.280,00	R\$ 13.280,00
Gerente técnico	1	R\$ 8.000,00	1.66	R\$ 13.280,00	R\$ 13.280,00
Faxineira	2	R\$ 1.500,00	1.66	R\$ 2.490,00	R\$ 4.980,00
Vigilantes	3	R\$ 2.000,00	1.66	R\$ 3.320,00	R\$ 9.960,00
Mensageiro	1	R\$ 1.500,00	1.66	R\$ 2.490,00	R\$ 2.490,00
Material de escritório	1	R\$ -	-	R\$ 1.000,00	R\$1.000,00
Serviços (água, luz, internet)	1	R\$ -	-	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00
Aluguel e manutenção de escritórios	1	R\$ -	-	R\$ 8.000,00	R\$ 8.000,00
CUSTO DA ACREDITAÇÃO	QNT	VALOR INICIAL	RENOVAÇÃO	CUSTO MENSAL	SUBTOTAL
Ac creditação	1	R\$ 50.000,00	60	R\$ 833,33	R\$ 833,33
TOTAL					64.323,33

Tabela 15

Fonte: Elaboração própria, 2025

Neste cenário, o custo operacional de uma empresa interessada em se acreditar para o serviço de verificação em campo está em torno de R\$ 94.638,75. Considerando uma margem de lucro de 25%, o valor mensal de uma empresa de verificação em campo de SAVE pode alcançar R\$ 118.298,44, sem incluir consumíveis, como combustível, nem tributos. Na Tabela 16, foi calculado o custo por verificação em campo para os estados com maior número de SAVE (87% do parque), obtendo-se um custo médio por verificação de R\$ 3.254,52.

ESTIMATIVA DO CUSTO UNITÁRIO DA VERIFICAÇÃO EM CAMPO (CENÁRIO 1)

ESTADO	EQUIPES	Nº SAVE	PARQUE (%)	VALOR ANUAL	VALOR POR VERIFICAÇÃO
SP	3	1.437	31%	R\$ 2.329.043,75	R\$ 1.620,77
RS	2	569	12%	R\$ 1.874.312,50	R\$ 3.294,05
SC	1	516	11%	R\$ 1.419.581,25	R\$ 2.751,13
PR	1	406	9%	R\$ 1.419.581,25	R\$ 3.496,51
MG	1	340	7%	R\$ 1.419.581,25	R\$ 4.175,24
RJ	1	350	8%	R\$ 1.419.581,25	R\$ 4.055,95
ES					
PE	1	419	9%	R\$ 1.419.581,25	R\$ 3.388,02
CE					
PB					
AL					
SE					
RN					
TOTAL	10	4.037	87%	R\$ 17.090.362,50	Média R\$ 3.254,52

Tabela 16

Fonte: Elaboração própria, 2025

8.2.3.4. Custo estimado da verificação em campo (cenário 2)

Outro cenário seria a realização das verificações em campo pelo Inmetro, utilizando a infraestrutura já existente na RBMLQ-I e desenvolvendo ferramentas específicas para reduzir o custo dos equipamentos de verificação. Nesse contexto, o custo administrativo seria inexistente ou mínimo, uma vez que a RBMLQ-I já dispõe de infraestrutura administrativa, o que reduziria significativamente o valor das verificações em campo. Neste cenário, o custo da equipe de verificação está apresentado na Tabela 17.

CUSTO ESTIMADO DE UMA EQUIPE DE VERIFICAÇÃO (CENÁRIO 2)

RECURSOS HUMANOS	QNT	SALÁRIO MENSAL	FATOR DE ENCARGOS SOCIAIS	SALÁRIO + ENCARGOS				SUBTOTAL (R\$)
TÉCNICO METROLOGISTA	2	R\$ 9.000,00	1.66	R\$ 14.940,00				29.880,00
EQUIPAMENTOS	QNT	VALOR (Eur/USD)	CÂMBIO	INVESTIMENTO (R\$)	FATOR IMPORTAÇÃO	VIDA ÚTIL (MESES)	CUSTO MENSAL (R\$)	SUBTOTAL (R\$)
Viatura IPEM (VE usado como carga)	1	-	-	R\$ 250.000,00	1.00	60	R\$ 4.166,67	R\$ 4.166,67
Ferramenta de verificação desenvolvida pelo Inmetro	1	-	-	R\$ 20.000,00	1	60	R\$ 333,33	R\$ 333,33
Padrão CA (RM10 ou PWS 2.3)	1	-	-	R\$ 3.000,00	1	60	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Padrão CC (Osciloscópio 2 canais + laptop)	1	-	-	R\$ 9.000,00	1	60	R\$ 150,00	R\$ 150,00
TOTAL POR EQUIPE								R\$ 34.580,00

Tabela 17

Fonte: Elaboração própria, 2025

Neste cenário, o custo unitário de cada verificação em campo está apresentado na Tabela 18. Observa-se que, nessa hipótese, o custo por verificação é três vezes menor do que no cenário 1 e inferior ao custo de não se realizar nenhuma verificação (estimado em R\$ 1.607,36). No

entanto, o tempo necessário para o desenvolvimento das ferramentas pode representar um fator limitante na escolha dessa opção, considerando que o processo de aquisição e o tempo dedicado à pesquisa e ao desenvolvimento das ferramentas de verificação podem variar entre seis meses e um ano.

ESTIMATIVA DO CUSTO UNITÁRIO DA VERIFICAÇÃO EM CAMPO (CENÁRIO 2)

ESTADO	EQUIPES	Nº SAVE	PARQUE (%)	VALOR ANUAL	VALOR POR VERIFICAÇÃO
SP	3	1.437	31%	R\$ 1.244.880,00	R\$ 866,30
RS	2	569	12%	R\$ 829.920,00	R\$ 1.458,56
SC	1	516	11%	R\$ 414.960,00	R\$ 804,19
PR	1	406	9%	R\$ 414.960,00	R\$ 1.022,07
MG	1	340	7%	R\$ 414.960,00	R\$ 1.220,47
RJ	1	350	8%	R\$ 414.960,00	R\$ 1.185,60
ES					
PE	1	419	9%	R\$ 414.960,00	R\$ 990,36
CE					
PB					
AL					
SE					
RN					
TOTAL	10	4.037	87%	R\$ 4.149.600,00	Média R\$ 1.078,22

Tabela 18

Fonte: Elaboração própria, 2025

8.3. Conclusão da avaliação técnico-econômica das alternativas

O custo da verificação em campo, considerando os dois cenários avaliados, aponta uma diferença significativa. No cenário 1, que contempla a utilização de empresas privadas acreditadas para a execução do serviço, o custo é três vezes superior ao do cenário 2, que utiliza a infraestrutura existente da RBMLQ-I. No entanto, é importante destacar que o tempo necessário para a implantação do controle metrológico tende a ser maior no cenário 2, em função do desenvolvimento e aquisição de ferramentas específicas.

Estima-se que, com 10 equipes de verificação, seja possível atender 87% da demanda atual por verificações em campo de SAVE em todo o território nacional. Acredita-se que, mesmo com o crescimento expressivo da demanda nos próximos anos, seja viável otimizar os recursos operacionais. Uma medida estratégica para reduzir os custos e aumentar a eficiência do processo seria a revisão da periodicidade das verificações, que não necessariamente precisa ser anual. Há relatos de que, em alguns países, a periodicidade chega a até oito anos.

Outro ponto relevante é que, segundo os dados da tabela 10, aproximadamente 91% dos SAVE em operação são do tipo CA (corrente alternada), o que corresponde a cerca de 4.200 unidades aproximadamente. Diante disso, considera-se tecnicamente acertada a decisão de, em um primeiro momento, regulamentar exclusivamente os SAVE CA, o que poderia sinalizar ao mercado a futura ampliação da regulamentação para os SAVE CC (corrente contínua), cuja tecnologia ainda está em consolidação. Além disso, tanto os ensaios de aprovação de modelo

quanto as verificações dos SAVE CA são tecnicamente viáveis com a infraestrutura já existente no Inmetro, na RBMLQ-I e nos laboratórios da RBLE.

Na Tabela 9 da Seção 8.1.1, foi realizada uma estimativa do custo anual do erro de medição em campo dos SAVE (incluindo eventuais fraudes), cujo valor estimado é de aproximadamente R\$ 7,44 milhões. Comparando esse número com o custo anual das verificações em campo calculado para os dois cenários estudados nas Seções 8.2.3.3 e 8.2.3.4, observam-se os seguintes resultados: R\$ 17,1 milhões para o cenário 1, que considera a utilização de empresas privadas acreditadas, e R\$ 4,15 milhões para o cenário 2, baseado na infraestrutura da RBMLQ-I.

Esses valores contrastam com o custo de não adotar qualquer medida regulatória, que é equivalente ao valor do erro de medição estimado, ou seja, R\$ 7,44 milhões. Dessa forma, conclui-se que a implantação da regulamentação metrológica por meio do cenário 2 representa a alternativa economicamente mais recomendada.

9. IDENTIFICAÇÃO DOS EFEITOS E RISCOS DA(S) ALTERNATIVA(S) NORMATIVA(S)

Na seção anterior, concluiu-se que a opção recomendada é o cenário 2, no qual o Inmetro, em conjunto com os órgãos delegados, realizaria o controle metrológico dos SAVE. No entanto, a alternativa mais econômica nem sempre representa a de menor risco. Pelo contrário, pode ocorrer que a opção economicamente mais vantajosa acarrete riscos elevados, os quais podem comprometer tanto a eficiência do controle metrológico quanto a imagem institucional do Inmetro.

Diante disso, nesta seção é realizada uma avaliação dos riscos associados a cada uma das alternativas propostas. Ao final, na Seção 9.4, apresenta-se uma comparação entre os cenários, com vistas a subsidiar a tomada de decisão de forma mais equilibrada e segura.

9.1. Avaliação de risco da não ação

Caso nenhuma medida seja adotada pelo Inmetro para a implementação do controle metrológico dos SAVE, os seguintes riscos são considerados. A probabilidade de ocorrência de cada risco foi classificada em cinco níveis: muito baixa, baixa, média, alta e muito alta.

- **Aumento de fraudes nas transações de recarga de VE.** Neste cenário, sem qualquer tipo de controle metrológico, o risco de fraudes é considerado **muito alto**. De fato, a possibilidade de fraudar o resultado da medição das transações por meio do software que utiliza o protocolo de código aberto OCCP já foi sinalizada pelos próprios operadores dos pontos de recarga.
- **Aumento de reclamações por parte dos consumidores.** Conforme aumentam as fraudes, cresce também a insatisfação dos usuários. Assim, o risco de aumento nas reclamações dos consumidores é igualmente **muito alto**.
- **Software dos SAVE ineficientes.** Na ausência de controle metrológico, os operadores das plataformas seguem desenvolvendo seus sistemas com base no protocolo OCCP, o que permite a manipulação dos dados de medição. Além disso, foram observadas, por parte do Segel, dificuldades operacionais devido à falta de padronização nos softwares, muitos dos quais ainda estão em processo de aperfeiçoamento. Este risco é, portanto, classificado como **alto**.
- **SAVE de baixa qualidade e eficiência energética.** A inexistência de requisitos mínimos favorece a aquisição de equipamentos de menor custo, mesmo que isso comprometa sua eficiência e qualidade. Os operadores priorizam o menor preço dos SAVE em detrimento de aspectos de eficiência energética ou qualidade. Apesar disso, existem normas internacionais, como a IEC 61851-1, que estabelecem requisitos mínimos. Por esse motivo, este risco é avaliado como **médio**.
- **Aumento nas tarifas de recarga.** A eventual regulamentação metrológica dos SAVE tende a refletir diretamente nas tarifas de recarga, uma vez que o custo de fabricação dos novos

modelos, que deverão atender aos requisitos metrológicos e de software, implicará no reprojeito dos produtos. Por esse motivo, esse risco é considerado **alto**

- **Desincentivo à compra de veículos elétricos (VE):** Na ausência de controle metrológico, é provável que os consumidores desenvolvam uma percepção negativa em relação aos Sistemas de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVE), o que pode levá-los ao arrependimento da compra de VE. No entanto, observa-se que o crescimento expressivo nas vendas de veículos elétricos indica, em certa medida, que os proprietários continuam satisfeitos com a aquisição, mesmo diante da falta de controle metrológico nas estações de recarga. Por esse motivo, este risco é classificado como **médio**.

RISCOS CONSIDERADOS DA NÃO AÇÃO

ITEM	RISCO	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	
		[%]	NÍVEL
1	Aumento de fraudes nas transações de recarga de VE	$P_1 > 80\%$	Muito alta
2	Aumento de reclamações por parte dos consumidores	$P_2 > 80\%$	Muito alta
3	Software de SAVE ineficientes	$60\% < P_3 \leq 80\%$	Alta
4	SAVE de baixa qualidade e baixa eficiência energética	$40\% < P_4 \leq 60\%$	Média
5	Aumento nas tarifas de recarga	$20\% < P_5 \leq 40\%$	Baixo
6	Desincentivo à compra de VE	$40\% < P_6 \leq 60\%$	Média
	Média das probabilidades (assumindo o ponto médio de cada intervalo)	63%	Alta

Tabela 19

Fonte: Elaboração própria, 2024

9.2. Avaliação de Riscos na Regulamentação: Controle Metrológico através da Acreditação (cenário 1)

Esta alternativa apresenta riscos potenciais, analisados a seguir.

- **Aumento das fraudes nas transações de recarga de VE:** Neste cenário, diferentemente do caso de não ação, a implementação do controle metrológico tenderia a inibir fraudes. Por esse motivo, consideramos este risco como **baixo**.
- **Aumento de reclamações de consumidores:** Com a mitigação das fraudes e maior transparência nas medições, o risco de aumento nas reclamações dos consumidores é considerado **muito baixo**.
- **Software de SAVE ineficientes:** Como o software utilizado pelos operadores para coletar as medições e produzir os resultados das transações seria avaliado pelo Inmetro como parte do controle metrológico, consideramos este risco **muito baixo**.
- **SAVE de baixa qualidade e eficiência energética:** O RTM a ser publicado pela Dimel não contempla requisitos de qualidade ou eficiência energética. Assim, este cenário não

difere do cenário de não ação nesse aspecto, sendo o risco classificado como **médio**, de acordo com a análise apresentada na seção 9.1.

- **Aumento nas tarifas de recarga:** O lançamento do novo RTM para SAVE certamente acarretará um aumento nas tarifas de recarga, uma vez que o custo de fabricação dos novos modelos que atendam aos requisitos metrológicos e de software implicará no reprojeito dos produtos. Além disso, o custo mais elevado das verificações subsequentes tende a ser repassado aos consumidores por meio das tarifas. Por esse motivo, este risco é classificado como **alto**.
- **Desincentivo à compra de VE:** Com a implantação do controle metrológico, espera-se que os consumidores tenham maior confiança na medição das transações de recarga, o que reduz a percepção negativa em relação aos SAVE. Por esse motivo, este risco é classificado como **baixo**.
- **Aumento do custo dos SAVE para atendimento à legislação metrológica:** Este risco pode ser classificado como **médio**, pois a maioria dos equipamentos já atende a normativas internacionais. Embora seja esperado um aumento no custo dos produtos, esse acréscimo não deve ser excessivo, especialmente considerando que o Inmetro atua no fórum da OIML, onde os requisitos metrológicos estão sendo consensuados entre todas as partes interessadas em nível internacional.
- **Restrições à inovação no mercado:** Este risco é classificado como **baixo**, pois o regulamento estabelece apenas requisitos mínimos de exatidão e desempenho sob fatores de influência e perturbações, sem impor limitações à forma como os fabricantes devem atender a esses requisitos.
- **Dificuldade de implementação:** Este risco é classificado como **muito baixo**, pois sua efetiva implementação dependerá do interesse da iniciativa privada em atuar em parceria com o poder público, especialmente nas verificações subsequentes.
No caso da avaliação de modelo, já existem laboratórios aguardando apenas a publicação do RTM para oferecer os serviços. Para as verificações iniciais, entende-se que os ensaios exigidos para SAVE CA já estão consolidados pelos fabricantes.
Quanto aos importadores, estes já estão familiarizados com as exigências da metrologia legal e podem, inclusive, subcontratar os serviços com laboratórios que operam no Brasil. Em relação às verificações subsequentes, acredita-se que haverá interesse da iniciativa privada em oferecer o serviço, dada a crescente demanda e a perspectiva de retorno financeiro. Contudo, esse interesse poderá variar conforme o valor cobrado e a logística necessária para cobrir diferentes regiões do país. Ainda assim, conforme demonstrado na análise da seção 8.2.3.3, aproximadamente 87% do parque instalado pode ser atendido por apenas 10 equipes, o que mostra ser uma operação factível para empresas privadas. Embora o custo médio anual da verificação (R\$ 3.254,52) tenha sido o mais elevado entre os cenários analisados, esse valor pode ser reduzido caso a periodicidade da verificação seja ampliada — por exemplo, para três anos, o que reduziria o custo anual em um terço. Isso também permitiria a redução no número de equipes necessárias, facilitando a logística, a programação das verificações e aliviando os custos anuais para o Estado.

- **Corrupção de entidades privadas:** Este risco pode ser classificado como **muito baixo**, uma vez que o credenciamento de terceiros e a supervisão das atividades estarão sob monitoramento contínuo da Dimel, que já possui experiência consolidada na supervisão de outros instrumentos de medição, como cronotacógrafos e bombas de combustível.
- **Alto valor dos preços da verificação metrológica:** Este risco pode ser classificado como **baixo**. A estimativa indica que o custo da atividade realizada por terceiros tende a ser superior ao do serviço prestado diretamente pelo Inmetro. No entanto, entende-se que esse custo pode ser gerenciado e otimizado, não representando um valor excessivo quando comparado ao faturamento obtido com a venda de energia pelos operadores dos pontos de recarga.

RISCOS CONSIDERADOS NO CENÁRIO 1

ITEM	RISCO	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	
		[%]	NÍVEL
1	Aumento das fraudes nas transações de recarga de VE	$20\% < P_1 \leq 40\%$	Baixa
2	Aumento de reclamações de consumidores	$0\% < P_2 \leq 20\%$	Muito baixa
3	Software de SAVE ineficientes	$0\% < P_3 \leq 20\%$	Muito baixa
4	SAVE de baixa qualidade e baixa eficiência energética	$40\% < P_4 \leq 60\%$	Média
5	Aumento nas tarifas de recarga	$60\% < P_5 \leq 80\%$	Alta
6	Desincentivo à compra de VE	$20\% < P_6 \leq 40\%$	Baixa
7	Aumento do custo dos SAVE para atender a legislação metrológica	$40\% < P_7 \leq 60\%$	Médio
8	Restrições à inovação no mercado	$20\% < P_8 \leq 40\%$	Baixa
9	Dificuldade de implementação	$0\% < P_9 \leq 20\%$	Muito baixa
10	Corrupção de entidades privadas	$0\% < P_{10} \leq 20\%$	Muito baixa
11	Alto valor dos preços da verificação metrológica	$20\% < P_{11} \leq 40\%$	Baixa
	Média das probabilidades (assumindo o ponto médio de cada intervalo)	30%	Baixa

Tabela 20

Fonte: Elaboração própria, 2024

9.3. Avaliação de Riscos na Regulamentação: Controle Metrológico através do Inmetro e a RBMLQ-I (cenário 2).

Esta alternativa apresenta riscos potenciais, analisados a seguir.

- **Aumento das fraudes nas transações de recarga de VE:** Neste cenário, não se observa uma probabilidade elevada de ocorrência de fraudes, uma vez que o controle metrológico tende a inibir esse tipo de problema. No entanto, uma eventual demora por parte dos órgãos competentes na avaliação de modelos ou na realização das verificações pode comprometer a eficácia do controle. Ainda assim, o risco permanece classificado como **baixo**.
- **Aumento de reclamações de consumidores:** Eventuais dificuldades operacionais enfrentadas pela RBMLQ-I na execução das verificações subsequentes podem

resultar em um aumento nas reclamações por parte dos consumidores. Em função disso, este risco é classificado como **médio**.

- **Software de SAVE ineficientes:** Neste cenário, caso as avaliações de software sejam realizadas exclusivamente pelo Setor de Instrumentação, Software e Hardware (Sinst) na Dimel, a probabilidade de formação de gargalos no processo de aprovação de modelos é considerada **muito alta**. A existência de filas superiores a um ano para análise de modificações de software, por exemplo, pode resultar na permanência, em campo, de versões não aprovadas e tecnicamente ineficientes. Diante desse contexto, o risco é classificado como **alto**.
- **SAVE de baixa qualidade e eficiência energética:** Assim como no cenário 1, o RTM a ser publicado pela Dimel não contemplará requisitos relacionados à qualidade ou à eficiência energética dos equipamentos. Portanto, mantém-se a classificação de risco **médio**, conforme já avaliado.
- **Aumento nas tarifas de recarga:** O lançamento do novo RTM para SAVE deverá impactar diretamente as tarifas de recarga, tanto no cenário 1 quanto no cenário 2. Em ambos os casos, o custo adicional decorrente do atendimento aos requisitos metrológicos tende a ser repassado aos consumidores. Assim, mantém-se a classificação de risco **alto**.
- **Desincentivo à compra de VE:** Mesmo com a implantação do controle metrológico, considera-se que os consumidores são altamente sensíveis a atrasos ou demoras no atendimento à demanda por parte do Inmetro, o que pode gerar uma percepção negativa em relação aos SAVE. Entretanto, mantém-se a classificação deste risco como **baixa** em ambos os cenários.
- **Dificuldade de implementação:** Classificamos este risco como **muito alto** devido às restrições orçamentárias impostas ao Inmetro pelo Governo Federal. Além disso, o tempo necessário para conduzir os processos de aquisição de equipamentos certamente atrasará o desenvolvimento da ferramenta que o Segel está projetando para realizar os ensaios do controle metrológico em todas as suas etapas. A escassez de pessoal na Dimel e na própria RBMLQ-I também constitui um fator que impacta negativamente a implantação efetiva do controle metrológico legal.

No caso da avaliação de modelo, entende-se que o Segel deve continuar desenvolvendo metodologias de ensaio em seus laboratórios, transferindo-as para os laboratórios da RBLE e intensificando sua participação em fóruns internacionais. Entretanto, dada a limitação de pessoal, prevê-se um gargalo operacional no setor caso se opte por concentrar os ensaios exclusivamente no Segel.

Quanto às verificações iniciais e subsequentes, também se antecipa um gargalo caso estas sejam totalmente realizadas pelos órgãos delegados da RBML-Q, pelos

mesmos motivos de insuficiência de pessoal e recursos orçamentários para aquisição de equipamentos.

- **Aumento do custo dos SAVE para atender à legislação metrológica:** Um aumento nos prazos para aprovação de modelo ou para a auditoria no processo de verificação inicial tende a impactar diretamente os custos dos SAVE. Por esse motivo, este risco é classificado como **alto**.
- **Restrições à inovação no mercado:** Considera-se que este risco permanece equivalente nos cenários 1 e 2, uma vez que a regulamentação proposta estabelece apenas requisitos mínimos de desempenho, sem impor limitações à forma como os fabricantes os atenderão. Assim, o risco é mantido como **baixo**.
- **Corrupção de entidades governamentais:** Este risco é classificado como **muito baixo**, considerando que os mecanismos de controle e fiscalização do Estado permanecem eficazes para coibir desvios de conduta na execução das atividades metrológicas.
- **Alto valor dos preços da verificação metrológica:** Classifica-se este risco como **muito baixo**, uma vez que a estimativa de custo da atividade, quando realizada diretamente pelo Inmetro, é a mais baixa entre as alternativas avaliadas. Além disso, assim como no cenário 1, esse custo pode ser otimizado por meio da adoção de maiores intervalos entre as verificações.

RISCOS CONSIDERADOS NO CENÁRIO 2

ITEM	RISCO	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	
		[%]	NÍVEL
1	Dificuldade de Implementação	$80\% < P_1 \leq 90\%$	Muito alta
2	Aumento de fraudes nas transações de recarga de VE	$20\% < P_2 \leq 40\%$	Baixa
3	Aumento de reclamações de consumidores	$40\% < P_3 \leq 60\%$	Média
4	Software de SAVE ineficientes	$60\% < P_4 \leq 80\%$	Alta
5	SAVE de baixa qualidade e baixa eficiência energética	$40\% < P_5 \leq 60\%$	Média
6	Aumento nas tarifas de recarga	$60\% < P_5 \leq 80\%$	Alta
7	Desincentivo à compra de VE	$20\% < P_7 \leq 40\%$	Baixa
8	Aumento do custo dos SAVE para atender a legislação metrológica	$60\% < P_8 \leq 80\%$	Alto
9	Restringir a inovação no mercado	$20\% < P_9 \leq 40\%$	Baixa
10	Corrupção de entidades do governo	$0\% < P_{10} \leq 20\%$	Muito baixa
11	Alto valor dos preços da verificação metrológica	$20\% < P_{11} \leq 40\%$	Muito baixo
	Média das probabilidades (assumindo o ponto médio de cada intervalo)	46%	Média

Tabela 21

Fonte: Elaboração própria, 2024

9.4. Análise SWOT

Foi realizada uma análise de risco utilizando o método SWOT exclusivamente para as alternativas de regulamentação (Cenário 1 e Cenário 2). Esse método avalia fatores positivos e negativos, considerando tanto aspectos internos — as forças e fraquezas — quanto aspectos externos — as oportunidades e ameaças.

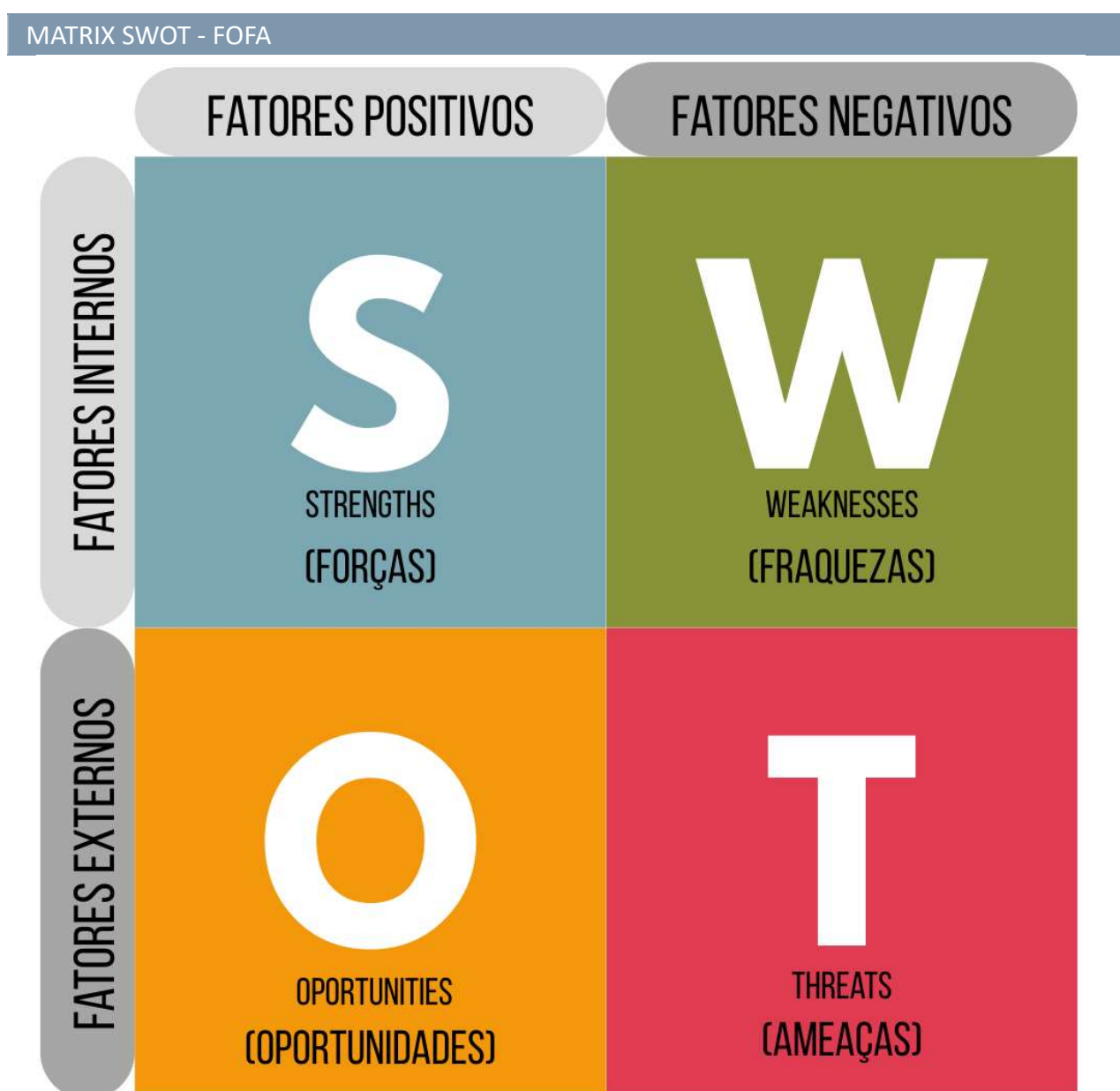
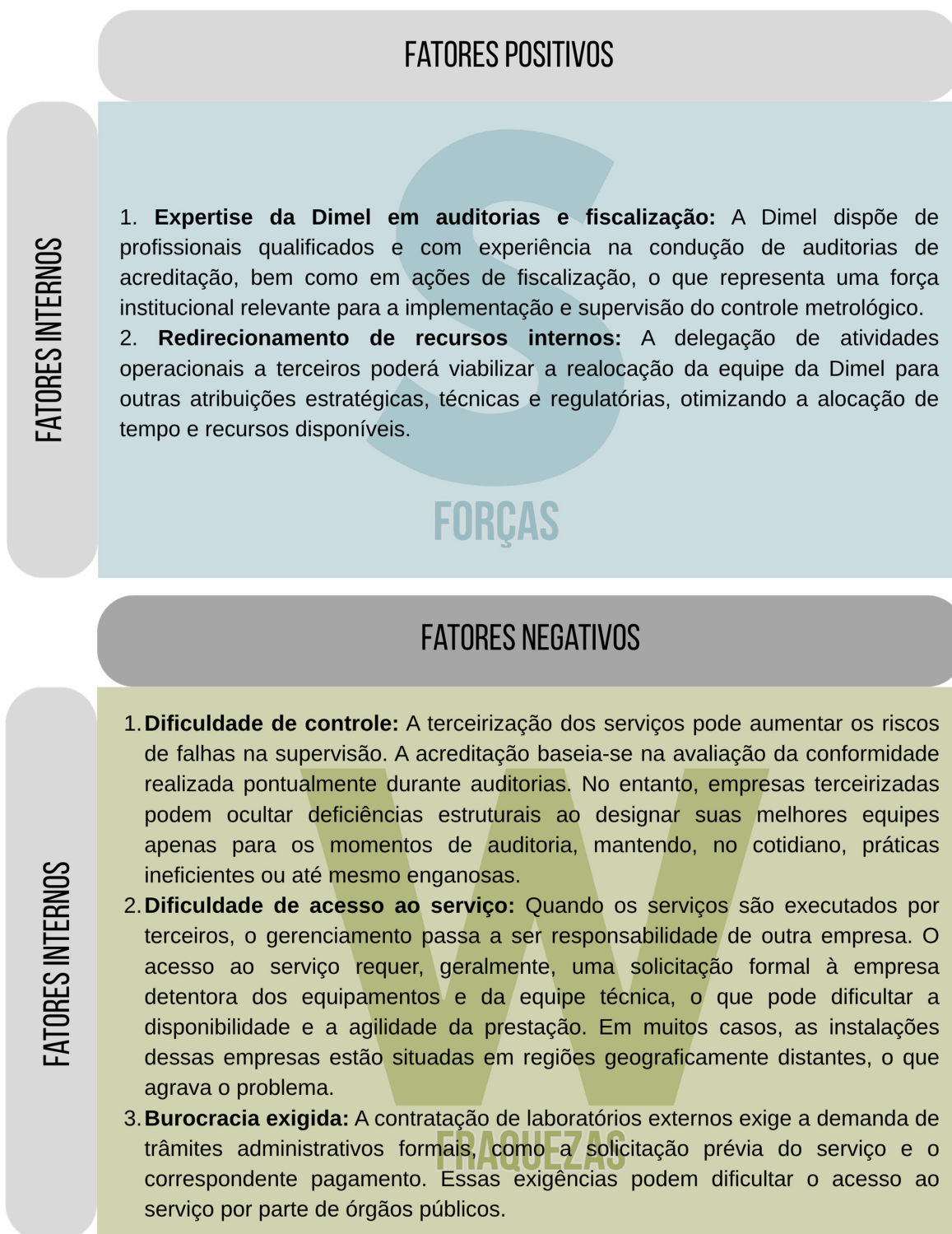


Figura 5
Fonte: Elaboração própria, 2025

9.4.1. Cenário 1: Controle Metrológico através da Acreditação

MATRIX SWOT – CENÁRIO 1



FATORES POSITIVOS

FATORES EXTERNOS

1. **Maior disponibilidade de dados de ensaios para análise:** As ações de fiscalização baseiam-se em relatórios de ensaios. Com um número maior de entes autorizados a realizar verificações, haverá, proporcionalmente, um aumento na base de dados disponível, o que contribuirá para a definição de diretrizes de fiscalização e para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas aos registros das verificações metrológicas.
2. **Maior capacidade de investimento por parte das empresas privadas:** Empresas com maior disponibilidade de capital podem optar por atuar no segmento de verificação metrológica, empregando mais recursos financeiros e humanos. À medida que o mercado se expande, esses investimentos tendem a crescer, possibilitando uma cobertura regional mais ampla e em menor tempo do que iniciativas exclusivamente governamentais, que frequentemente enfrentam restrições orçamentárias.
3. **Geração de empregos:** Em complemento aos investimentos do setor privado, a expansão do mercado de veículos elétricos e o aumento da demanda por SAVE podem impulsionar a criação de empregos. A necessidade de ampliar as atividades de verificação metrológica deverá resultar na contratação de mais profissionais para atender à crescente demanda.

FATORES NEGATIVOS

FATORES EXTERNOS

1. **Cenário pouco competitivo:** Caso o número de SAVE seja reduzido, o interesse das empresas em atuar no segmento de prestação de serviços metrológicos pode ser limitado. O preço cobrado pelo serviço metrológico será um fator determinante para a entrada das empresas no mercado. Se o valor da taxa de serviço não for atrativo, as empresas podem considerar o segmento pouco rentável.
2. **Perda de confiabilidade metrológica:** O principal risco relacionado à terceirização dos serviços é a possível perda de confiabilidade, especialmente caso as atividades sejam realizadas por empresas com baixo comprometimento com a qualidade. Apesar da existência de auditorias e fiscalizações que reduzem esse risco, sua ocorrência ainda é possível. A falta de recursos para fiscalização pode facilitar a oferta de serviços de qualidade inferior.
3. **Influência política:** Mudanças nas diretrizes e políticas públicas podem ser influenciadas por aspectos políticos, o que pode afetar o mercado e ocasionar prejuízos para as empresas que investiram no segmento.
4. **Dificuldade de controle rápido:** A necessidade de ações corretivas imediatas em fiscalizações pode ser dificultada pela terceirização do serviço, já que a exigência de mudanças rápidas envolve aspectos legais e contratuais, como editais e direitos adquiridos, que demandam fundamentação sólida.
5. **Baixa oferta de serviços:** Em um cenário em que poucas empresas estejam habilitadas a prestar esses serviços, pode ocorrer escassez de oferta, comprometendo a eficiência do controle metrológico.

Figura 6
Fonte: Elaboração própria, 2025

9.4.2. Cenário 2: Controle Metrológico através do Inmetro e a RBMLQ-I

MATRIX SWOT – CENÁRIO 2

FATORES POSITIVOS

FATORES INTERNOS

1. Qualificação e motivação da equipe do Setor de Medição de Grandezas Elétricas (Segel) para o desenvolvimento da metodologia.
2. Experiência do Segel em treinamento e capacitação dos técnicos da RBMLQ-I.
3. Disponibilidade de equipamentos patrimoniais do Inmetro (padrões, cargas fantasma, entre outros) que podem ser utilizados na execução de verificações em SAVE AC.
4. Estudos indicam a viabilidade de desenvolver uma ferramenta de baixo custo para a execução das verificações, por meio da aquisição de componentes e acessórios.
5. O controle metrológico tradicional já foi aplicado com sucesso a outros instrumentos pela Dimel.
6. Ampla experiência da equipe do Segel em regulamentação, avaliação de modelo, verificações e perícias de medidores de energia elétrica.
7. Participação ativa da Dimel em comitês internacionais, facilitando a incorporação de requisitos de verificação em futuras normas e recomendações.
8. Confiança da população na medição realizada pela RBMLQ-I.

FATORES NEGATIVOS

FATORES INTERNOS

1. Escassez de recursos humanos para a execução do controle metrológico.
2. Necessidade de capacitação técnica específica para as atividades.
3. Demanda por aquisição de equipamentos, componentes e acessórios para que o Inmetro desenvolva ferramentas a serem utilizadas pela RBMLQ-I.
4. Burocracia envolvida nos processos de aquisição pública.
5. Possibilidade de cortes orçamentários que comprometam a implementação das atividades.

FRAQUEZAS

FATORES POSITIVOS

FATORES EXTERNOS

1. Aquisição e desenvolvimento de conhecimento tecnológico pelo Inmetro e pela RBMLQ-I, fortalecendo a capacidade nacional em controle metrológico.
2. Fabricantes nacionais de SAVE podem obter vantagem competitiva sobre concorrentes internacionais por já conhecerem antecipadamente os requisitos previstos no OIML G22.
3. No cenário atual, sem regulamentação, há tendência de aumento nas reclamações de consumidores quanto ao modelo de tarifação, como cobranças indevidas, falhas de software, problemas operacionais e de comunicação — o que reforça a necessidade de normatização.
4. Relevância crescente do tema na agenda nacional e internacional, especialmente no contexto da mobilidade elétrica sustentável.
5. Potencial para o Brasil reforçar sua liderança no âmbito do Sistema Interamericano de Metrologia (SIM), por meio da oferta de treinamentos em verificação de SAVE a países membros.
6. Possibilidade de participação ativa na formulação dos requisitos da OIML G22, contribuindo tecnicamente para a futura recomendação internacional.
7. Existência de incentivos governamentais para expansão da infraestrutura de recarga de veículos elétricos.
8. Estímulo ao desenvolvimento da indústria nacional.
9. Oportunidade de estabelecer novas parcerias com o setor privado para fomentar a inovação e a expansão da capacidade técnica do país.

FATORES NEGATIVOS

FATORES EXTERNOS

1. Ausência de padronização nos modelos de conectores, dificultando a uniformização de procedimentos de verificação.
2. Resistência por parte de fornecedores - fabricantes/importadores - à implementação de requisitos metrológicos como a instalação de lacres, LED de aferição e bloco de terminais.
3. Dificuldades para atendimento aos requisitos de software podem representar desafios significativos para fornecedores e operadores, tornando o processo de avaliação de modelo (AM) mais demorado e oneroso.
4. Desinteresse de partes envolvidas na regulamentação.
5. Desinteresse dos laboratórios em buscar acreditação, caso a demanda não seja economicamente viável.
6. Desigualdades regionais e econômicas podem dificultar a implementação homogênea do controle metrológico no território nacional.

Figura 7
Fonte: Elaboração própria, 2025

9.5. Conclusão da análise de risco

A Tabela 22, apresentada a seguir, resume os resultados da avaliação de risco das alternativas de regulamentação analisadas. Observa-se que a alternativa de não ação apresenta um nível de risco elevado, enquanto a alternativa de regulamentação no Cenário 1 é classificada com nível de risco baixo. Com relação à alternativa de não ação, verifica-se uma convergência entre a avaliação técnico-econômica e a análise de risco no sentido de descartar essa opção como solução viável para o problema regulatório. Diante disso, a principal recomendação é a de que se faz necessária a regulamentação dos Sistemas de Alimentação de Veículos Elétricos (SAVE) por meio do controle metrológico legal.

RESUMO DA AVALIAÇÃO DO RISCO DAS ALTERNATIVAS DE REGULAMENTAÇÃO

ALTERNATIVA	MÉDIA DOS RISCOS	NÍVEL DE RISCO
Não ação	63%	Alto
Cenário 1 - Acreditação	30%	Baixo
Cenário 2 - Atuação do Inmetro e RBMLQ-I	46%	Médio

Tabela 22

Fonte: Elaboração própria, 2024

Por outro lado, embora a avaliação técnico-econômica apresentada na Seção 8 tenha indicado o Cenário 2 como a alternativa de regulamentação recomendada, a análise de risco evidenciou que essa opção apresenta um nível de risco mais elevado em comparação ao Cenário 1. Dessa forma, conclui-se que, embora o Cenário 1 envolva custos mais elevados, por apresentar o menor nível de risco entre as alternativas avaliadas, trata-se da opção que melhor atende aos objetivos da regulamentação.

10. DESCRIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO, FISCALIZAÇÃO E MONITORAMENTO

Um extenso trabalho foi conduzido para avaliar o impacto regulatório da proposta de Regulamento Técnico Metrológico (RTM) aplicado aos Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos (SAVE). Nesse estudo, foram analisadas três alternativas regulatórias, incluindo a alternativa de não ação. Após esse árduo processo, foram alcançadas as seguintes conclusões.

O principal problema regulatório identificado é a ausência de garantia metrológica nas transações comerciais envolvendo a venda de energia elétrica para recarga veicular. Esse problema acarreta diversas consequências que justificam a necessidade de uma intervenção regulatória por parte do Estado, tanto para proteger as relações de consumo quanto para fomentar a descarbonização do setor de transportes por meio de regras claras e eficazes.

A causa central do problema regulatório é o surgimento e a rápida disseminação de uma inovação tecnológica (os SAVE), que até o momento não estão sujeitos a qualquer forma de controle metrológico por parte do Estado.

Com base em dados de abril de 2024 referentes à população de SAVE no país, foi realizada uma avaliação técnico-econômica do impacto da não atuação do Inmetro. Estimou-se que o custo anual decorrente de erros de medição superaria R\$ 7,4 milhões (aproximadamente R\$ 1.607,36 por SAVE). Adicionalmente, a análise de risco indicou que a alternativa de não ação apresenta um nível de risco elevado, motivo pelo qual essa opção foi descartada como solução viável ao problema regulatório.

Em contraste, a avaliação técnico-econômica da implantação do controle metrológico demonstrou que o país possui infraestrutura laboratorial suficiente para, ao menos, implementar o controle de SAVE em corrente alternada (CA), os quais representam mais de 90% dos equipamentos atualmente instalados no território nacional.

O investimento necessário para implantar o controle metrológico de SAVE CA é considerado baixo e, dependendo dos requisitos a serem definidos no RTM, é possível aproveitar equipamentos já disponíveis na RBMLQ-I. Como o controle metrológico de medidores de energia elétrica em corrente alternada já está consolidado no país, a implantação dessa atividade para SAVE CA não deve enfrentar grandes obstáculos.

No que diz respeito ao controle metrológico de SAVE em corrente contínua (CC), a participação do Inmetro em reuniões da OIML e em discussões técnicas com especialistas da Alemanha e da Holanda evidenciou que ainda não há consenso internacional sobre os métodos para avaliação de modelo (AM) e verificações subsequentes desses sistemas. Recomenda-se, portanto, que o Brasil continue contribuindo ativamente nas discussões internacionais, para que, em uma fase posterior, seja possível incluir o controle metrológico de SAVE CC no RTM nacional.

Foram então analisadas duas alternativas de regulamentação:

- **Cenário 1:** Utilização de laboratórios acreditados (terceiros) para realização das atividades de controle metrológico;

- **Cenário 2:** Execução direta pelo Inmetro e pelos órgãos da RBMLQ-I.

A avaliação técnico-econômica demonstrou que é possível atender até 87% da demanda por verificações em campo de SAVE em todo o país, com a atuação de 10 equipes técnicas distribuídas em 13 estados da federação (SP, RS, SC, PR, MG, RJ, ES, PE, CE, PB, AL, SE e RN).

Do ponto de vista econômico, o custo anual estimado das verificações em campo seria de aproximadamente R\$ 17,1 milhões no Cenário 1, e R\$ 4,15 milhões no Cenário 2. Ambos os valores são inferiores ao custo da não ação (R\$ 7,4 milhões). Esses resultados indicam que, sob a ótica puramente econômica, a alternativa mais vantajosa seria a regulamentação com base no Cenário 2.

Entretanto, a análise de risco apontou que o Cenário 2 apresenta um nível de risco **médio**, superior ao do Cenário 1, que foi classificado como de **baixo risco**. Diante disso, conclui-se que, embora o Cenário 1 envolva custos operacionais mais elevados, trata-se da alternativa que melhor atende aos objetivos da regulamentação, por oferecer maior segurança e menor risco à implementação do controle metrológico dos SAVE no Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa nº 1.000, de 07 de dezembro de 2021.** Estabelece as Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica. Disponível em: < <https://biblioteca.aneel.gov.br/Acervo/Detalhe/220227?a=1>>. Acesso em: 21/01/2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Resolução Normativa ANEEL nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021.** Disponível em: < <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>>. Acesso em: 21/01/2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 61851-1:2021 - Sistema de recarga condutiva para veículos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 61980-1: 2022 - Sistemas de transferência de potência sem fio (wpt) para veículos elétricos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO VEÍCULO ELÉTRICO. Eletromobilidade. ABVE.ORG,2025. Disponível em: < <https://abve.org.br/bi-geral/>>. Acesso em: 21/01/2025.

CASA CIVIL. **Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999. Estabelece as competências do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).** Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9933> . Acesso em 10/01/2025.

CASA CIVIL. **Diretrizes gerais e guia orientativo para elaboração de Análise de Impacto Regulatório – AIR.** Disponível em: < https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/downloads/diretrizes-gerais-e-guia-orientativo_final_27-09-2018.pdf/view>. Acesso em 21/01/2025.

CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - CONMETRO. **Resolução nº 8, de 22 de dezembro de 2016.** Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resc/pdf/RESC000258.pdf>> Acesso em 10/01/2025.

COP26. **Em nova meta, Brasil irá reduzir emissões de carbono em 50% até 2030.** Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2021/10/em-nova-meta-brasil-ira-reduzir-emissoes-de-carbono-em-50-ate-2030>>. Acesso em 21/01/2025.

DOUTOR- IE. **O que significam as siglas EV, MHEV, HEV, PHEV, BEV, BEVX e FCEV dos veículos eletrificados.** Disponível em: <<https://doutorie.com.br/blog/o-que-significam-as-siglas-ev-mhev-hev-phev-bev-bevx-e-fcev-dos-veiculos-eletrificados/#siglafcev>>. Acesso em 21/01/2025.

EUR-LEX. Regulation (EU) 2023/1804. Of the european parliament and of the council. **On the deployment of alternative fuels infrastructure.** Disponível em: < <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R1804>>. Acesso em: 21/01/2025.

IEC 61851-1 Ed. 3.0 b:2017. **Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements.**

IEC 62059-32-1:2011. **Specifies a method for testing the stability of metrological characteristics of electricity meters, by operating a test specimen at the upper limit of the specified operating range of temperature, voltage and current for an extended period.** – Part 32-1: Durability.

INSTITUTO FEDERAL DE METROLOGIA METAS. **LegalEVcharge: Practical legal metrology framework for electric vehicle charging stations**, EURAMET TCEM project no 1539. Disponível em: <www.metas.ch/legalevcharge>. Acesso em: 10/01/2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 15188 - Project management guidelines for terminology standardization.** Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/26698.html>>. Acesso em: 10/01/2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **DS/ISO/IEC 15118-2:2014 Road vehicles - Vehicle-to-Grid Communication Interface - Part 2: Network and application protocol requirements.** Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/55366.html>>. Acesso em: 10/01/2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION OF LEGAL METROLOGY. OIML G 22 Edition 2022 (E), **Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE)- Metrological and technical requirements, - Metrological controls and performance tests.** Disponível em: <https://www.oiml.org/en/publications/guides/en/files/pdf_g/g022-e22.pdf>. Acesso em: 10/01/2025.

LEGISLAÇÃO PRESIDÊNCIA. **Lei nº 14.902, de 27 de junho de 2024.** Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=14902&ano=2024&ato=055UTQE5ENZpWTc70>> . Acesso em: 21/01/2025.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resolução nº 5, de 26 de agosto de 2024.** Disponível em: <<https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/conselhos-e-comites/cnpe/resolucoes-do-cnpe/2024/RESOL5IN.PDF>> . Acesso em 21/01/2025.

M. Blaz*, C. Leicht*, E. Mohns*, M. Schmidt*. **Phantom power test setup for accuracy measurements of high power DC charging stations.** *Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), Braunschweig, Germany, OIML BULLETIN VOLUME LXIII • NUMBER 2 • APRIL 2022.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **NIST Handbook 130** – Uniform Laws and Regulations in the Areas of Legal Metrology and Fuel Quality as adopted by the 106th National Conference on Weights and Measures 2021 (version 2022). Disponível em: <<https://www.nist.gov/pml/owm/nist-handbook-130-current-edition>>. Acesso em: 10/01/2025.

NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. **NIST Handbook 44** – Specifications, Tolerances, and Other Technical Requirements for Weighing and Measuring Devices as adopted

by the 106th National Conference on Weights and Measures 2021 (version 2022) Disponível em: < <https://www.nist.gov/pml/owm/nist-handbook-44-current-edition>>. Acesso em: 10/01/2025.

NAPOLI, Eric. **Brasil vai dobrar quantidade de eletropostos em 2025**. Poder 360 - 2024. Disponível em: < <https://www.poder360.com.br/infraestrutura/brasil-vai-dobrar-quantidade-de-eletropostos-em-2025-diz-entidade/>>. Acesso em: 10/01/2025.

Reis, A.C.B.; Schramm, V. B. **Guia para Aplicação da Análise Multicritério em AIR (Análise de Impacto Regulatório) no Inmetro**. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Versão 1.1. Brasília, 2021. Disponível em: < <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/regulamentacao/analise-de-impacto-regulatorio/saiba-mais/guia-para-aplicacao-da-analise-multicriterio-em-air-no-inmetro.pdf>>. Acesso em 10/01/2025.

SAE INTERNATIONAL. **Electric Vehicle and Plug-in Hybrid Electric Vehicle Conductive Charge Coupler J1772_202401**. Disponível em: < https://www.sae.org/standards/content/j1772_202401/>. Acesso em: 10/01/2025.

SECRETARIA ESPECIAL DE PRODUTIVIDADE, EMPREGO E COMPETITIVIDADE. **Portaria SEPEC nº 2.519 de 18 de setembro de 2019**. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-2.519-de-18-de-setembro-de-2019-217288768>>. Acesso em 21/01/2025.

VDE-AR-E 2418-3-100:2020-11 **Electric mobility –Measuring systems for charging stations**.

WELMEC - **The proposed Regulation of the European Parliament and of the Council on the deployment of alternative fuels infrastructure** (COM(2021) 559 final, 2021/0223 (COD), dated 14. 7. 2021).

Ouvidoria: 0800 285 1818



gov.br/inmetro



linkedin.com/company/inmetro



instagram.com/inmetro_oficial



facebook.com/Inmetro



youtube.com/tvinmetro



x.com/inmetro



flickr.com/inmetro



**MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO,
INDÚSTRIA, COMÉRCIO
E SERVIÇOS**

