



# Desafios na implantação do controle metrológico legal no Brasil em sistemas de abastecimento de veículos elétricos - SAVE



1. Vitorio, Isac 2. Abreu, Kauã. 3. Simões, Karen. 4. Castro, Laila. 5. Ozanan, Rodrigo

## Introdução

Desde a 97ª Conferência Nacional de Pesos e Medidas (NCWM), ocorrida em janeiro de 2012, em Portland, Maine, o Comitê de Leis e Regulamentos dos EUA já se identificava a preocupação com os sistemas de abastecimento de veículos elétricos – SAVE: sua preocupação básica era de o valor da conta para o consumidor pudesse ser apresentado de forma consistente em conjunto com o preço unitário para fins de comparação. [1].

Já a União Européia – EU, externa sua preocupação com a rede de recarga. Segundo Nowack [2], “para permitir a adoção generalizada de Veículos elétricos - VE, é essencial estabelecer uma rede de carregamento “interoperável” que permita aos utilizadores carregar “em qualquer lugar, a qualquer hora” dentro da EU”

Os pesquisadores Forest e Kate [5] alertam para a baixa confiabilidade dos SAVE atualmente em uso nos Estados Unidos. Segundo ele, cerca de 30% das sessões de carregamento falham por inúmeras razões, incluindo mal funcionamento de hardwares e softwares, gerando, tantos problemas de pagamento e comunicação, quanto com a interoperabilidade. O autor argumenta que este tipo de carregamento ainda carece de maior nível de confiabilidade, quanto ao resultado das medições

## Objetivo

O objetivo principal deste trabalho é levantar os principais obstáculos a serem vencidos para regulação dos pontos de recarga, doravante denominados Sistemas de Abastecimento de Veículos Elétricos - SAVE e avaliar o uso dos documento OIML G22 (setembro de 2022) – “Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) – “Metrological and technical requirements, Metrological controls and performance tests”, ISO 17019:2022 - “Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos para instalações em locais especiais - Alimentação de veículos elétricos”, comparando-os com outras regulamentações internacionais, considerando principalmente os aspectos atinentes a metrologia legal.

Como objetivos secundários, faremos uma breve contextualização sobre a tecnologia de veículos elétricos e postos de recarga, abordando temas como quantitativo, interoperabilidade e tecnologias dos plugues para conexão focados no mercado nacional.





O trabalho consiste num estudo comparativo de artigos e documentos de vários países, em especial Estados Unidos, União Européia e China, para entender os desafios apontados e soluções encontradas, sobretudo de padronização, visando os SAVE

## Postos de Recarga e o Mercado Nacional

O número de unidades de pontos de recarga públicos para veículos elétricos no mundo, segundo a IEA, é de aproximadamente de 1,3 milhão, estando 3.800 deles instalados no Brasil, segundo o site Neocharge [8].

O número de veículos elétricos atualmente circulando nas estradas brasileiras é de aproximadamente 150.000, com previsão de crescimento para 4,5 milhões nos próximos 10 anos. Abordando apenas a questão econômica, de acordo com a Associação Brasileira de Veículos Elétricos, ABVE, o Brasil por conta da tecnologia de veículos elétricos foi de R\$ 2,5 bilhões em 2023. Considerando um crescimento de 20% ao ano, a projeção para os próximos 10 anos é de que este setor movimente valores próximos a R\$ 100 bilhões O quadro abaixo traz os principais conectores adotados no Brasil:

Tabela 1 - Principais conectores instalados no Brasil

Tipo de conector	Potência típica de saída	Tensão (Vca)	Corrente (Aca)	Tempo estimado de carga	Porcentagem instalada no Brasil	Outras informações
 Type 2 (AC)	3 kW a 19,2 kW	400	4,3 a 32	2h a 13h	2874 ≈ 84,3%	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Carga lenta;</li> <li>✓ Mais usado na União Europeia;</li> <li>✓ Uso em veículos elétricos e híbridos plug-in;</li> <li>✓ Corresponde a 84% dos conectores instalados no Brasil</li> </ul>
 CCS 2 (DC)	150 kW	400	63 a 189	30 min a 60 min	151 ≈ 4,5%	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Carga lenta e carga rápida;</li> <li>✓ Conector de sete pinos, com três pinos para cada fase de alimentação e um pino para comunicação</li> <li>✓ O trifásico pode suportar correntes de até 189 A no total, 63 A em cada fase</li> </ul>
 J1772 (AC)	3 kW a 19,2 kW	208 a 240	12,5 a 80	2h a 13h	73 ≈ 2,1%	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Carga Lenta;</li> <li>✓ Comum nos EUA;</li> <li>✓ Uso em estacionamentos e shoppings;</li> <li>✓ Corresponde a 2% dos conectores instalados no Brasil</li> </ul>
 CHADEMO (DC)	50 kW a 150 kW	500	20 a 400	60 min a 90 min	57 ≈ 1,7%	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Carga rápida;</li> <li>✓ Conector de cinco pinos, com quatro pinos para alimentação e um pino para comunicação</li> <li>✓ Padrão global, compatível com uma grande variedade de veículos</li> <li>✓ Não é tão amplamente disponível quanto outros padrões de carregamento rápido, como o CCS 2/SAE</li> </ul>

Fonte: [PlugShare](#)

### Interoperabilidade

A malha de postos de recarga no Brasil é composta majoritariamente (82%) de carregadores de carga lenta, Type 2, com tempo de recarga variando entre 2h 0 13h. O número de SAVE com carregamento rápido (30min a 60min) ainda é inexpressivo: 208 no total [10]

Quanto a locomoção, considerando as distâncias entre os postos e o consumo médio dos modelos mais vendidos, apenas as regiões sul e sudeste permitiriam um deslocamento sem maiores percalços.

Existem vários aplicativos que permitem o planejamento de rotas mais longas (entre municípios). O mais utilizado atualmente é o PlugShare [10]

A figura ao lado traz o mapa de calor dos SAVE no Brasil [10], gerado a partir do Python, gerado a partir dos dados do PlugShare.



Figura 2 - mapa de calor dos SAVE no Brasil

Fonte: PlugShare

## Requisitos: comparação com outros países

Vários países já possuem documentos normativos que pacificam as questões envolvendo aprovação de SAVE. Países como Estados Unidos, Japão, Tailândia e China, além da União Europeia possuem documentos normativos similares, abordando as mesmas preocupações. Em todos eles, laboratórios privados executam os ensaios de ATM. Salienta-se que em todos os documentos pesquisados, o governo iniciou o movimento: os primeiros laboratórios eram do Estado, repassando o Know How para o setor privado, em função dos altos custos envolvidos. Segundo levantamento junto aos fabricantes de instrumentos, o valor para montar um laboratório com uma infraestrutura que realize os ensaios em SAVE supera EU\$ 1,2 milhões.

Abaixo o estudo comparativo entre vários países sobre os temas

Norma de Referência	Brasil	OMR	Estados Unidos	União Europeia	China	Japão	Tailândia
	ABNT 17019:2020	Q22:2021	National Electrical Code (NEC)	Directive 2014/35/EU	GB/T 36306-2018	JEC 62196:2020	TIS 1821-2565
Ensaios de segurança	O posto de recarga deve possuir proteção contra EMF.	- Segurança elétrica geral; - Proteção contra sobrecarga; - Proteção contra contato acidental com partes vivas; - Proteção contra arcos elétricos.	- Segurança elétrica geral; - Proteção contra sobrecarga; - Proteção contra contato acidental com partes vivas; - Proteção contra arcos elétricos; - EMC	- Segurança elétrica geral; - Proteção contra sobrecarga; - Proteção contra contato acidental com partes vivas; - Proteção contra arcos elétricos; - EMC	- Segurança elétrica geral; - Proteção contra sobrecarga; - Proteção contra contato acidental com partes vivas; - Proteção contra arcos elétricos; - EMC	- Segurança elétrica geral; - Proteção contra sobrecarga; - Proteção contra contato acidental com partes vivas; - Proteção contra arcos elétricos; - EMC	- Segurança elétrica geral; - Proteção contra sobrecarga; - Proteção contra contato acidental com partes vivas; - Proteção contra arcos elétricos; - EMC
Requisitos de desempenho	Devem ser determinados pelo OAC, com base nos requisitos do cliente e nas normas aplicáveis.	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão; - Eficiência; - Potência	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão;	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão; - Eficiência; - Potência	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão; - Eficiência; - Potência	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão; - Eficiência; - Potência	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão; - Eficiência; - Potência
Metrológicos		- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão;	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão;	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão;	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão;	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão;	- Exatidão da corrente; - Exatidão da Tensão;
Software	O software do posto deve: - Ser mantido de forma segura; - Ser consultado de forma confiável e eficiente; - Ter proteção contra acesso não autorizado; - Ter interface de comunicação que permita a comunicação com o veículo elétrico e com outros sistemas de gerenciamento de energia	- Proteção contra acesso não autorizado; - Proteção contra fraude; - Interface de comunicação; - Segurança do software; - Desempenho do software	- Proteção contra acesso não autorizado; - Proteção contra fraude; - Interface de comunicação; - Segurança do software; - Desempenho do software	- Proteção contra acesso não autorizado; - Proteção contra fraude; - Interface de comunicação; - Segurança do software; - Desempenho do software	- Proteção contra acesso não autorizado; - Proteção contra fraude; - Interface de comunicação; - Segurança do software; - Desempenho do software	- Proteção contra acesso não autorizado; - Proteção contra fraude; - Interface de comunicação; - Segurança do software; - Desempenho do software	- Proteção contra acesso não autorizado; - Proteção contra fraude; - Interface de comunicação; - Segurança do software; - Desempenho do software

Quadro 1 – comparação entre as normas adotadas nos países para regulamentação

Fonte: PlugShare

O erro máximo combinado também pode ser estimado para um determinado tipo de EVSE utilizando resultados de testes de tipo. Os resultados dos testes de tipo podem muitas vezes mostrar uma variação menor do que a exigida por este Guia, levando a um valor menor garantido para o erro máximo geral. Abaixo a expressão para estimativa

A expressão abaixo traz a estimativa do erro máximo estimado para os ensaios de exatidão de um SAVE, mantendo válida a suposição de uma distribuição gaussiana:

$$e_{c(p,i)} = \sqrt{(e^2(PF_p, I_i) + \delta e_{p,i}^2(T) + \delta e_{p,i}^2(U) + \delta e_{p,i}^2(f))}$$

Onde:

Para cada corrente  $I_i$  e cada fator de potência  $PF_p$  e ( $PF_p, I_i$ ) é o erro intrínseco do SAVE medido no decorrer dos ensaios, na corrente  $I_i$  e no fator de potência  $PF_p$ ;

$\delta e_{p,i}(T)$ ,  $\delta e_{p,i}(U)$ ,  $\delta e_{p,i}(f)$  são os erros adicionais máximos medidos no decorrer do ensaio, quando a temperatura, a tensão e a frequência variam respectivamente em toda a faixa especificada em as condições nominais de operação, na corrente  $I_i$  e fator

## Conclusão

A evolução da tecnologia para veículos elétricos evolui de forma exponencial. Neste contexto, estima-se que nos próximos 2 anos a frota de veículos elétricos atinja 5% do total nacional, apontando para estabilidade desta atividade. Nos próximos 10 anos estima-se que este mercado movimente cerca de US 51 bilhões no mundo, anualmente.

Problemas como a interoperabilidade no estão sendo solucionados com a instalação de novos SAVE, especialmente os de carga rápida e ultrarrápida, mas ainda são um desafio, principalmente com o aumento da frota. Entretanto a credibilidade ainda permanece um problema a ser enfrentado: embora a OIML G22 contemple todos os ensaios metrológicos, de perturbação, de software, durabilidade e legais, a infraestrutura laboratorial no Brasil não permite que este seja aprovado em sua totalidade.

O custo para a criação de laboratórios e criação de novos supera EU\$ 1,2 milhões, o que torna este mercado, a princípio bastante desinteressante.

É fundamental que o governo invista na criação de laboratórios para execução dos ensaios de ATM e verificações e que tecnologias mais baratas sejam desenvolvidas para viabilizar o controle metrológico legal de SAVE no Brasil

## Referências Bibliográficas:

- [1] L&R Committee 2012 Final Report, Wisconsin, USA
- [2] Nowack F., Schmidt J.: "D3.2: INFRA – Interoperability Framework Implementation", 31/05/2021 EU
- [3] Ahmed G. Abo-Khalil a, et al: "Electric vehicle impact on energy industry, policy, technical barriers, and power systems" - International Journal of Thermofluids Volume 13, February 2022;
- [4] Jacyntha Lays Rodrigues Oliveira: "Cenário Atual do Mercado Internacional e Nacional dos Veículos Elétricos (VE)" - Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023
- [5] Forrest, Kate: "A Replicable Infrastructure Blueprint for Zero-Emission Medium- and Heavy-Duty Vehicles in the South Coast Air Basin" - Califórnia Energy Commission, august de 2023

- [6] Sanchari Deb; Karuna Kalita; Pinakeshwar Mahanta: "Impact of electric vehicle charging stations on reliability of distribution network" - International Conference on Technological Advancements in Power and Energy (TAP Energy), Kollam, India 2017;
- [7] Velychko O., Gordiyenko T.: "Comparative Analysis of Technical Characteristics of Charging Stations of Electric Vehicles" - Measuring equipment and metrology. Vol. 83, No. 2, 2022
- [8] <https://www.neocharge.com.br/tudo-sobre/carregador-carro-eletrico/tipo-carregador-ve> (última visita em 21/11/2023)
- [9] [www. http://www.abve.org.br/](http://www.abve.org.br/) (última visita em 20/11/2023)
- [10] <https://www.plugshare.com/br/> (última visita em 20/11/2023)
- [11] OIML G 22:2022: Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE) - Metrological and technical requirements and Metrological controls and performance tests
- [12] NBR 17019:2020 - Instalações elétricas de baixa tensão - Requisitos para instalações em locais especiais - Alimentação de veículos elétricos