

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

Segurança técnica em veículos elétricos e híbridos: diretrizes de atendimento, isolamento e resposta a incidentes para oficinas independentes

Technical safety in electric and hybrid vehicles: service, isolation, and incident response guidelines for independent workshops

Jonathan Monteiro Kreski

Resumo

O avanço dos veículos elétricos e híbridos transformou a rotina das oficinas independentes, deslocando o foco de habilidades pontuais em diagnóstico para a gestão sistemática do risco elétrico. Este artigo organiza um mapa mínimo de referências normativas e boas práticas — articulando a legislação brasileira de segurança elétrica com normas internacionais de proteção ocupacional, recarga veicular e resposta a incidentes — e traduz esse conjunto em procedimentos operacionais concretos para oficinas que atendem veículos elétricos a bateria e híbridos. A partir dessa base, propõem-se diretrizes para o layout de baia de alta tensão, sinalização, gestão de EPIs e ferramentas dedicadas, instalação e uso seguro da infraestrutura de recarga, bem como um procedimento padrão de atendimento, isolamento e verificação de ausência de tensão, fundamentado em práticas de bloqueio e etiquetagem e na sequência “Parar–Isolar–Testar”. Discute-se, ainda, os desafios de implementação desse sistema em oficinas independentes, incluindo barreiras de capacitação, custo e cultura de segurança. Conclui-se que a segurança em veículos elétricos e híbridos na oficina não se reduz à adoção de EPIs: depende de um sistema de gestão que alinhe normas, procedimentos, treinamento e evidências documentadas, elevando o nível de proteção ocupacional e a confiabilidade do serviço prestado.

Palavras-chave: veículos elétricos; veículos híbridos; segurança em alta tensão; oficinas independentes; gestão de risco elétrico; normas técnicas.

Abstract

The growing presence of battery electric vehicles (BEVs) and hybrid electric vehicles (HEVs) in independent repair shops has shifted the focus from isolated diagnostic skills to systematic electrical risk management. This article consolidates a minimum set of regulations and best practices — combining Brazilian electrical safety rules with international standards on occupational protection, charging infrastructure and incident response — and translates these frameworks into concrete operational procedures for workshops servicing electrified vehicles. Based on this foundation, it proposes guidelines for high-voltage bay layout, signage, dedicated PPE and tool management, safe installation and use of charging equipment, as well as a standard procedure for service intake, electrical isolation and verification of absence of voltage grounded in lockout/tagout practices and the “Stop–Isolate–Test” sequence. The discussion addresses barriers for small independent shops, including training gaps, cost constraints and safety culture. It concludes that safety in servicing electric and hybrid vehicles cannot be reduced to PPE selection alone; it depends on a management system that aligns regulations, procedures, training and documented evidence, thereby improving occupational protection and the reliability of workshop operations.

Keywords: electric vehicles; hybrid vehicles; high-voltage safety; independent repair shops; electrical risk management; technical standards.

1. Introdução

Nos últimos quinze anos, os sistemas de propulsão elétrica deixaram de ser “exóticos” para compor o dia a dia da oficina independente. Híbridos leves, híbridos completos, plug-ins e elétricos a bateria já aparecem com regularidade tanto em oficinas de bairro quanto em estruturas maiores. A diferença central em relação ao modelo puramente térmico não é apenas tecnológica; é de risco.

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

Em um veículo eletrificado, o conjunto de alta tensão — formado por bateria de tração, conversores, inversores e chicotes laranja — opera em faixas de tensão e corrente capazes de causar choque, queimaduras graves e arco elétrico, se o trabalho não for organizado. A norma internacional que trata da proteção contrachoque e incidentes térmicos em veículos eletrificados deixa claro que o veículo oferece proteções intrínsecas ao usuário final, mas não substitui a necessidade de procedimentos de trabalho seguros na manutenção. Em outras palavras, o projeto do veículo é um ponto de partida, não um escudo absoluto.

Para a oficina independente, isso significa migrar de um modelo baseado em “habilidade individual com multímetro” para um modelo de gestão de risco elétrico, em que se definem áreas, fluxos, permissões de acesso, rotinas de bloqueio e etiquetagem, seleção de EPIs e EPCs, registros de serviço e reciclagem periódica de treinamento. O risco elétrico passa a ser tratado como processo, não como exceção.

No contexto brasileiro, a base legal para esse movimento é dada principalmente por duas Normas Regulamentadoras: a NR-10, que trata de segurança em instalações e serviços em eletricidade, e a NR-06, que regula a seleção e a gestão de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Essas referências locais se articulam com normas técnicas nacionais e internacionais de segurança ocupacional, recarga veicular, ferramentas isoladas e resposta a incidentes, amplamente utilizadas em países que já lidam com frota eletrificada em larga escala. Em vez de acompanhar cada sigla individualmente, este artigo toma esse bloco normativo como pano de fundo e foca em como ele pode ser traduzido em rotinas claras para a oficina.

O ambiente de recarga também faz parte do problema. Nos países onde a eletrificação já é mais consolidada, códigos elétricos nacionais definem requisitos para circuitos e equipamentos de recarga, pontos de seccionamento de emergência e critérios de proteção. No Brasil, normas de recarga condutiva e de padronização de conectores cumprem função semelhante. Para a oficina, isso se traduz em regras simples: circuito dedicado, proteção adequada, seccionamento acessível, inspeção rotineira dos cabos e conectores e procedimentos para lidar com veículos danificados.

Por fim, existe o risco de incidentes (fumaça, aquecimento anômalo, colisão, imersão, “energia remanescente” no pack) que exigem protocolos específicos de isolamento, quarentena e coordenação com bombeiros, seguradoras e serviços de reboque. Relatórios técnicos recentes sobre incêndios em baterias de íon-lítio apontam riscos como reinício de fogo horas após a extinção aparente, bem como riscos adicionais a respondedores.

Este artigo é, portanto, um estudo de síntese técnica aplicada. Parte de um conjunto de normas e guias reconhecidos e os organiza em um roteiro operacional mínimo para oficinas independentes que atendem veículos elétricos e híbridos. O objetivo não é substituir manuais de fabricante, mas oferecer uma base prática para que oficinas, centros de formação e demais atores da

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

cadeia possam estruturar um sistema de segurança compatível com a chegada massiva da eletrificação.

2. Fundamentos normativos e equivalências: um mapa para trabalhar certo

2.1. Segurança elétrica ocupacional e bloqueio

No Brasil, a NR-10 é o documento que estrutura a segurança em instalações e serviços com eletricidade. Ela exige análise de risco, medidas de controle, procedimentos escritos, treinamento, documentação e delimitação de zonas de trabalho. Para a oficina, significa que não se deve abrir compartimentos de alta tensão ou intervir em sistemas eletrificados sem plano de trabalho, bloqueios definidos e verificação formal de ausência de tensão.

A NR-06, por sua vez, define responsabilidades na escolha, fornecimento, registro e manutenção de EPIs com Certificado de Aprovação. É ela que fundamenta a gestão de luvas isolantes, viseiras, vestimentas com proteção térmica e outros EPIs usados na baia de alta tensão.

Em países onde a cultura de segurança elétrica está mais consolidada, normas específicas detalham os métodos para controle de energias perigosas, como a conhecida prática de bloqueio e etiquetagem (lockout/tagout). Essas referências descrevem as etapas para isolar circuitos, impedir a religação inadvertida e verificar a ausência de tensão antes de iniciar qualquer trabalho.

Na prática, podemos enxergar NR-10 e NR-06 como piso legal e as boas práticas internacionais de bloqueio e segurança elétrica como um manual operacional mais detalhado. O presente artigo combina esses dois planos: mantém a aderência à legislação brasileira e se apoia em métodos já validados em outros contextos.

2.2. Recarga e interface veículo–instalação

A infraestrutura de recarga interna, quando existe, faz parte da própria instalação elétrica da empresa e precisa ser tratada com o mesmo grau de cuidado: vale para dimensionamento de circuitos, escolha de proteções, presença de seccionamento de emergência e posicionamento físico da estação de recarga no galpão. As normas de recarga condutiva descrevem como a energia é transferida, quais níveis de potência são aceitáveis, como ocorre a comunicação entre veículo e estação e quais são os requisitos básicos de segurança. Já os padrões de conectores definem formatos, capacidade de corrente e tensão e as condições de uso dos componentes que o técnico manipula todos os dias — plugs, cabos e tomadas veiculares.

Na prática, para a oficina, todo esse conjunto se traduz em poucos cuidados muito claros: usar um circuito dedicado e devidamente protegido para a estação de recarga, manter um dispositivo de desligamento de emergência visível e de fácil acesso, inspecionar cabos e conectores com regularidade em busca de danos, aquecimento excessivo ou trincas e, por fim, só autorizar recargas em ambiente interno depois de uma verificação rápida das condições de segurança do veículo.

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

2.3. Ferramentas, EPIs e ensaios

As normas que tratam de ferramentas para trabalhos em eletricidade definem como devem ser projetadas e testadas chaves, alicates, soquetes, torquímetros e outros itens destinados ao uso próximo a partes energizadas. Elas estabelecem classes de tensão, critérios de isolamento e a necessidade de ensaios periódicos para garantir que o nível de proteção se mantenha ao longo do tempo. No caso das luvas isolantes, especificações internacionais determinam os tipos e classes de acordo com a faixa de tensão suportada, além de orientar os ensaios de fábrica e os testes de rotina. A própria NR-06 reforça que esses EPIs precisam ser registrados, inspecionados, mantidos dentro do prazo de validade e substituídos sempre que forem danificados ou vencidos.

Em termos práticos, isso significa que a oficina deve manter um kit dedicado para trabalho em alta tensão, e não apenas “pegar qualquer ferramenta da bancada”. Esse kit inclui ferramentas manuais isoladas, claramente identificadas e inspecionadas com regularidade; luvas isolantes compatíveis com a tensão de trabalho, sempre usadas em conjunto com luvas de proteção mecânica; proteção facial e vestimentas com propriedades térmicas adequadas ao risco; além de calçados apropriados ao ambiente e ao tipo de atividade. Quando esse conjunto está organizado e sob responsabilidade definida, a segurança deixa de depender apenas da memória do técnico e passa a fazer parte da rotina da oficina.

2.4. Resposta a incidentes, reboque e quarentena

Normas e relatórios técnicos recentes sobre acidentes com veículos eletrificados oferecem recomendações específicas para primeiros e segundos respondedores. Esses documentos tratam, por exemplo, de como isolar de forma segura uma cena de acidente envolvendo veículos eletrificados, de quais critérios devem orientar a remoção e a armazenagem de veículos após colisão ou incêndio e de quais são os riscos particulares das baterias de íon-lítio, incluindo a possibilidade de energia remanescente e de reinício de fogo horas depois do evento inicial. Também trazem modelos padronizados de fichas de emergência, com pictogramas, localização de baterias, pontos de corte e instruções essenciais para quem precisa intervir rapidamente.

Essas referências são valiosas não só para bombeiros e equipes de resgate, mas também para oficinas, pátios de seguradoras e serviços de reboque. Elas oferecem uma base comum de linguagem e procedimento, ajudando o setor de reparação a deixar de agir de forma improvisada e a se integrar a uma cadeia de resposta mais madura e coordenada.

3. Preparação da oficina: layout, sinalização e kit de isolamento

Esta seção traduz o mapa normativo em elementos concretos. A ideia é que qualquer técnico treinado consiga reconhecer, de forma intuitiva, onde começa a zona de alta tensão, quais EPIs são

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

obrigatórios, onde estão os dispositivos de bloqueio e como cada passo do trabalho deve ser documentado.

3.1. Baia de alta tensão como zona controlada

A baia de alta tensão é o coração do sistema de segurança e precisa ser entendida como uma verdadeira zona controlada. Isso começa pela delimitação física e visual: marcações no piso, barreiras móveis não condutivas e placas com mensagens claras, como “Zona de Alta Tensão — Acesso Restrito”, ajudam a deixar evidente que aquele espaço tem regras próprias. O **acesso** deve ser controlado, permitindo a entrada apenas de profissionais autorizados e treinados em risco elétrico, evitando a circulação desnecessária de pessoas em uma área sensível.

Quando houver recarga na própria baia, é essencial que o ponto de seccionamento de emergência da estação de recarga esteja claramente identificado e ao alcance da equipe, de modo que qualquer técnico consiga interromper a alimentação rapidamente em caso de anomalia. A baia também precisa de ventilação adequada e rotas de fuga desobstruídas, levando em conta o risco de fumaça, aquecimento anômalo ou reincidência de eventos térmicos em baterias que já passaram por algum tipo de estresse. Completa esse arranjo um kit de emergência com materiais para contenção de eletrólitos, um termômetro infravermelho para monitorar a temperatura de módulos suspeitos e EPIs adicionais para atendimento inicial a incidentes.

Mais do que um detalhe de layout, a baia de alta tensão funciona como um lembrete físico permanente de que o trabalho com veículos eletrificados exige disciplina visual e comportamental. É ela que separa o “trabalho comum de oficina” do trabalho em ambiente de risco elevado.

3.2. Ferramentas e EPIs dedicados

Outro pilar da preparação é a separação clara entre o ferramental de alta tensão e o restante das ferramentas da oficina. As ferramentas destinadas a intervenções em sistemas eletrificados devem atender aos requisitos de isolamento definidos em norma, ser facilmente identificáveis e passar por inspeções periódicas. Luvas isolantes, por sua vez, precisam ser escolhidas de acordo com a classe adequada à tensão de trabalho, sempre utilizadas em conjunto com luvas de proteção mecânica e inspecionadas visualmente antes de cada uso. Proteção facial, vestimentas com propriedades térmicas adequadas e calçados apropriados completam o conjunto mínimo de EPIs esperado para a baia de alta tensão.

Do ponto de vista da gestão, ferramentas e EPIs de alta tensão não se misturam com o restante. Eles permanecem em um local dedicado, sob responsabilidade definida, com controle de uso, de integridade e de validade. Quando esse conjunto está organizado e sob alguém claramente responsável, a segurança deixa de depender apenas da boa vontade individual e passa a fazer parte da rotina estruturada da oficina.

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

3.3. EVSE na oficina: instalação e uso seguro

A infraestrutura de recarga interna adiciona uma camada extra de risco e, por isso, precisa ser tratada com o mesmo rigor aplicado às demais partes da instalação elétrica. A estação de recarga deve estar ligada a um circuito dedicado, com proteção dimensionada de forma adequada e com possibilidade de desligamento rápido em caso de emergência. Os cabos e conectores associados à recarga precisam ser inspecionados com regularidade, em busca de danos mecânicos, aquecimento anormal, trincas ou sinais evidentes de envelhecimento.

Antes de carregar um veículo que está em manutenção, é indispensável realizar uma inspeção rápida de segurança, observando se há danos estruturais importantes, histórico de imersão, presença de fumaça, ruídos incomuns ou qualquer indício de instabilidade. Em situações suspeitas, o caminho correto não é levar o veículo para a baia de recarga, mas sim acionar o protocolo de isolamento e quarentena, mantendo o veículo em área segura, sob observação, até que os riscos estejam adequadamente avaliados.

4. Procedimento padrão de atendimento e isolamento: do LOTO à ausência de tensão

4.1. Recepção e triagem de risco

Logo na chegada, antes de qualquer diagnóstico detalhado, o primeiro passo é garantir que o veículo seja estacionado em uma área segura, de preferência na própria baia de alta tensão ou em uma zona de triagem delimitada, já com barreiras e sinalização colocadas. Em seguida, a equipe realiza um check rápido de segurança, procurando sinais evidentes de risco: odor de eletrólito, presença de fumaça, ruídos anormais de ventilação, danos estruturais relevantes ou informação de que o veículo passou por imersão em água ou colisão recente. Sempre que surgir algum indício mais crítico, o caso deve ser imediatamente encaminhado para o protocolo de incidente, com isolamento reforçado e eventual quarentena do veículo.

Quando disponível, a ficha de emergência específica do modelo deve ser consultada ainda nessa etapa inicial, para identificar a localização da bateria de tração, os dispositivos de desligamento de emergência e os pontos considerados seguros para corte ou acesso. Por fim, é importante comunicar o plano ao cliente com transparência, explicando que o veículo passará por um período inicial de segurança que pode envolver bloqueio, observação mais prolongada e, em situações extremas, até mesmo a recusa do serviço. Essa triagem aparentemente simples reduz de forma significativa o risco de surpresas durante a intervenção.

4.2. Isolamento elétrico — sequência consolidada

O isolamento elétrico é a espinha dorsal da segurança em veículos eletrificados. De forma resumida, a sequência recomendada começa pela preparação do trabalho: o técnico revisa o procedimento específico do modelo, consulta o manual técnico e a ficha de emergência e identifica

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

todas as fontes de energia relevantes, incluindo alta tensão, bateria auxiliar, eventuais circuitos pneumáticos e sistemas hidráulicos. Em seguida, o veículo é desligado conforme as orientações do fabricante, seja por meio de um modo de manutenção ou de serviço, seja por chaves gerais e dispositivos de desligamento próprios daquele projeto.

O passo seguinte é a desconexão e o bloqueio da bateria auxiliar. Em vez de apenas remover um cabo, utiliza-se um dispositivo de bloqueio físico no terminal ou no chicote, acompanhado de uma etiqueta com nome do técnico, data e motivo do bloqueio. A ideia é impedir que alguém não autorizado religue o circuito por engano. Depois disso, é obrigatório respeitar o tempo de espera indicado pelo fabricante para a descarga de capacitores e inversores, evitando a abertura prematura de conexões de alta tensão ou o acesso a componentes internos ainda energizados.

Quando o veículo dispõe de plugue de serviço ou intertravamentos específicos, esses recursos também são acionados ou removidos conforme o procedimento recomendado, adicionando camadas de segurança ao isolamento. Só então se passa à etapa de verificação de ausência de tensão. Nessa verificação, utiliza-se um instrumento adequado à categoria de medição e à tensão máxima esperada, seguindo a rotina “testar–medir–testar”: primeiro testa-se o instrumento em uma fonte conhecida; depois realizam-se as medições nos pontos definidos pelo fabricante; e, por fim, o instrumento é testado novamente na mesma fonte de referência para confirmar que estava funcionando corretamente. Os valores medidos, a data, o horário e o nome do técnico responsável devem ser registrados de forma clara.

Por último, todo o processo de isolamento é documentado. Sempre que possível, fotografam-se bloqueios, etiquetas e telas de medição, e esses registros são anexados ao prontuário do serviço. A intervenção em componentes de alta tensão só deve começar após a confirmação formal de ausência de tensão, registrada e rastreável.

4.3. Limites de aproximação e EPIs

Inspirada nas melhores práticas internacionais, a aproximação a partes energizadas ou potencialmente energizadas não ocorre de forma improvisada. A oficina define limites de aproximação e os vincula a requisitos mínimos de proteção. Ninguém cruza a barreira da baia de alta tensão sem a combinação correta de EPI, treinamento e autorização. Luvas isolantes, escolhidas de acordo com a classe apropriada e usadas em conjunto com luvas de proteção mecânica, tornam-se obrigatórias sempre que houver qualquer possibilidade de contato com partes vivas. Da mesma forma, ferramentas comuns não entram na zona de alta tensão: apenas ferramentas isoladas, identificadas e em bom estado são autorizadas para esse tipo de intervenção.

4.4. Checklist prático de bolso

Para o dia a dia, toda essa sequência pode ser condensada em um checklist simples que o

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

técnico leva na memória ou em um cartão de bolso: ter em mãos o procedimento específico do modelo (manual técnico e ficha de emergência), desligar o veículo conforme as instruções do fabricante, desconectar e bloquear a bateria auxiliar com dispositivo físico e etiqueta, aguardar o tempo de descarga recomendado, executar a sequência testar-medir-testar nos pontos indicados com o EPI completo, registrar bloqueios, leituras e assinatura do técnico e somente então liberar a intervenção em alta tensão. Quando esse roteiro se torna hábito, a oficina reduz a dependência de improvisos e aumenta de forma consistente o nível de segurança em cada atendimento.

5. Resposta a incidentes e interface com bombeiros, seguradoras e reboque

Nem todo veículo que chega à oficina está em situação estável. Em casos de colisão, imersão em água, incêndio prévio ou sinais de aquecimento anormal, a oficina passa a ocupar um lugar delicado na cadeia de resposta a incidentes.

Com base em recomendações técnicas para primeiros e segundos respondedores, é possível delinear alguns princípios:

Isolamento e quarentena

Veículos ou packs potencialmente instáveis devem ser mantidos em área externa ou compartimento dedicado, preferencialmente com piso incombustível, afastamento seguro de edificações e vigilância térmica periódica por um intervalo mínimo definido em procedimento interno.

Comunicação estruturada com bombeiros e seguradoras

A oficina deve ter, previamente, contatos de referência para cada tipo de ocorrência. Relatórios sintéticos, com fotos, horário, medidas tomadas e resultados de monitoramento ajudam a reduzir conflitos e acelerar decisões de seguradoras e autoridades.

Integração com serviços de reboque e pátios

Guinchos e pátios precisam ser orientados sobre como manusear veículos eletrificados danificados, evitando procedimentos como arraste inadequado, puxões em componentes de alta tensão ou estacionamento em locais sem ventilação adequada.

Ao adotar esses princípios, a oficina deixa de ser apenas “mais um ponto da cadeia” e passa a ser um elo qualificado na resposta ao risco, contribuindo para reduzir danos materiais e riscos à vida.

6. Discussão — desafios e implicações para oficinas independentes

A proposta de um sistema de segurança completo para veículos elétricos e híbridos pode parecer distante da realidade de muitas oficinas independentes, sobretudo as de menor porte. Alguns desafios recorrentes emergem da prática e da literatura técnica.

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

O primeiro diz respeito à capacitação e ao tempo de aprendizagem. A exigência de treinamento formal em risco elétrico, leitura de normas e interpretação de fichas de emergência pode ser percebida como barreira por equipes acostumadas a aprender “na prática”. Por outro lado, a adoção de protocolos claros reduz retrabalho, falhas de comunicação e exposição a acidentes graves, o que tende a compensar o investimento inicial.

O segundo desafio é o custo de adequação. Ferramentas isoladas, EPIs específicos e adequações de layout demandam investimento financeiro e tempo de implantação. Uma estratégia realista é a adoção progressiva: começar por uma baia de alta tensão básica, um conjunto mínimo de EPIs e ferramentas e evoluir para um sistema mais completo à medida que o volume de veículos eletrificados cresce.

O terceiro ponto é a cultura de segurança e documentação. A transição de uma cultura “intuitiva” para uma cultura baseada em procedimentos e registros é, talvez, a mudança mais difícil. Documentar checklists, fotos e leituras não é mera formalidade: cria evidências em caso de litígios, melhora a comunicação com clientes e seguradoras e fortalece a imagem profissional da oficina.

Por fim, existe o desafio da conexão com centros de formação e fabricantes. Oficinas independentes raramente têm acesso direto a todo o acervo técnico de montadoras. Parcerias com centros de formação técnica, associações setoriais e programas de qualificação podem mitigar essa lacuna, reforçando tanto o acesso a conteúdo atualizado quanto a formação de instrutores internos.

Do ponto de vista acadêmico, o artigo mostra como um conjunto disperso de normas e guias pode ser “traduzido” em um arranjo coerente para a realidade da oficina. Estudos futuros podem avançar na avaliação empírica desse modelo, medindo, por exemplo, impacto em taxas de incidentes, produtividade e percepção de segurança por parte dos técnicos.

7. Considerações Finais

A chegada dos veículos elétricos e híbridos às oficinas independentes desloca o eixo de competência técnica de um foco em habilidades pontuais de diagnóstico para a gestão sistemática do risco elétrico. Ao longo do artigo, organizou-se um mapa mínimo de normas e boas práticas e ele foi traduzido em um conjunto de diretrizes operacionais que envolvem desde a criação de uma baia de alta tensão com layout e sinalização adequados até o uso de ferramentas e EPIs dedicados, sob gestão formal, passando pela definição de um procedimento padrão de atendimento, isolamento e verificação de ausência de tensão e pela construção de protocolos de resposta a incidentes articulados com bombeiros, seguradoras e serviços de reboque.

Mais do que um simples inventário de siglas e obrigações, a proposta aqui apresentada é a de um sistema de gestão da segurança em veículos eletrificados, pensado para ser escalonado conforme o porte e a realidade de cada oficina. A adoção progressiva desse sistema tende a elevar o

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023

nível de proteção ocupacional, reduzir o risco de danos materiais e litígios, fortalecer a confiança de clientes, seguradoras e parceiros e preparar a oficina para um mercado em que a eletrificação será cada vez menos exceção e cada vez mais padrão.

Ao aproximar a linguagem das normas do cotidiano da oficina independente, o artigo busca contribuir para um debate mais maduro sobre o papel da reparação automotiva na transição energética. No fim das contas, segurança em alta tensão não é apenas uma questão de equipamentos sofisticados, mas sobretudo de organização do trabalho, clareza de procedimentos e cultura de prevenção.

Referências

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-06: Equipamento de proteção individual (EPI)**. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora NR-10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Brasília, 2019.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 60900:2018 – Live working – Hand tools for use up to 1000 V AC and 1500 V DC**. Geneva, 2018.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION. **IEC 62196-2:2016 – Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Dimensional interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories**. Geneva, 2016.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6469-3:2021 – Electrically propelled road vehicles – Safety specifications – Part 3: Protection of persons against electric shock and thermal incidents**. Geneva, 2021.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 17840-1:2015 – Road vehicles – Information for first and second responders – Part 1: Rescue sheet for passenger cars and light commercial vehicles**. Geneva, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 17840-3:2019 – Road vehicles – Information for first and second responders – Part 3: Emergency response guide template**. Geneva, 2019.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 17840-4:2018 – Road vehicles – Information for first and second responders – Part 4: Propulsion energy identification**. Geneva, 2018.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 70: National Electrical Code (NEC)**. 2023 ed. Quincy, 2023.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **NFPA 70E: Standard for Electrical Safety in**

Ano III, v.1 2023 | submissão: 18/03/2023 | aceito: 20/03/2023 | publicação: 22/03/2023
the Workplace. 2021 ed. Quincy, 2021.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. Safety Risks to Emergency Responders from Lithium-Ion Battery Fires in Electric Vehicles. Safety Report NTSB/SR-20/01. Washington, DC, 2020.

SAE INTERNATIONAL. SAE J2990 – Hybrid and EV First and Second Responder Recommended Practice. Warrendale, 2017.

ASTM INTERNATIONAL. ASTM D120-14 – Standard Specification for Rubber Insulating Gloves. West Conshohocken, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 61851-1:2013 – Sistema de recarga condutiva para veículos elétricos – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.