

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL BENTO QUIRINO
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO EM
ELETRÔNICA (PERÍODO INTEGRAL)**

**ALINE PETRONILO DA SILVA CRUZ
YAN MARCONDES NEVES**

SMART SAFE - TSR

FEVEREIRO DE 2025 – OUTUBRO DE 2025

**CAMPINAS/SP
2025**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA
ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL BENTO QUIRINO
ENSINO MÉDIO COM HABILITAÇÃO PROFISSIONAL DE TÉCNICO EM
ELETRÔNICA (PERÍODO INTEGRAL)**

Av. Orosimbo Maia, 2600- Cambuí Campinas – SP, 13024-045

ALINE PETRONILO DA SILVA CRUZ
YAN MARCONDES NEVES

ORIENTADORA: REGINA MORISHIGUE KAWAKAMI
COORDINADOR: MARCELUS GUIRARDELLO

SMART SAFE - TSR

FEVEREIRO DE 2025 – OUTUBRO DE 2025

**CAMPINAS/SP
2025**

AGRADECIMENTOS:

Aos amigos e familiares dos participantes do grupo, que acreditaram no processo e ofereceram apoio total durante a realização do projeto.

Aos professores que confiaram na proposta e nos auxiliaram com êxito, em especial à professora Danielle Stella Carvalho Gomes, pelo apoio, pelas correções e pelos ensinamentos adquiridos ao longo da formação e finalização deste trabalho.

Aos orientadores Marcelus Guirardello e Regina Morishigue Kawakami, pela atenção, apoio, confiança e pelas orientações que nos conduziram à busca do melhor resultado possível.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a concretização deste trabalho.

SUMÁRIO

1.	RESUMO	5
2.	INTRODUÇÃO	6
3.	OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DO TRABALHO	7
4.	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	8
5.	RESULTADOS DO PROJETO	13
6.	CONCLUSÕES.....	15
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	16

1. RESUMO

Os acidentes com eletrodomésticos têm aumentado nos últimos anos, em grande parte devido ao esquecimento de aparelhos ligados, como chapinhas e ferros de passar, que podem causar superaquecimento, explosões e incêndios. Dados da Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade (ABRACOPEL) revelam que, somente em 2024, o Brasil registrou centenas de acidentes causados por falhas elétricas, em ambiente doméstico. Esse cenário evidencia a necessidade urgente de soluções preventivas. Diante disso, o projeto Smart Safe tem como objetivo desenvolver um protótipo de um sistema de tomadas inteligentes voltado à segurança elétrica residencial. O protótipo é composto por um microcontrolador ESP32, sensor de corrente ACS712, relé, LED RGB, buzzer e integração com MQTT, possibilitando o monitoramento em tempo real e o desligamento da energia da tomada remotamente via celular. Caso o aparelho permaneça ligado por tempo excessivo, o sistema, corta a energia automaticamente, evitando que superaqueça e cause um grave acidente. A proposta tem enfoque especial em auxiliar pessoas com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), perda de memória recente, que estão mais suscetíveis a acidentes domésticos. Além de prevenir riscos, o projeto contribui para a economia de energia elétrica e a sustentabilidade ambiental, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 3 – Saúde e Bem-Estar, e ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima). Dessa forma, o Smart Safe busca aliar tecnologia, segurança, acessibilidade e eficiência energética, oferecendo uma solução inovadora e prática para o cotidiano das pessoas.

Palavras-chave: Segurança; Tomada inteligente; Residencial.

2. INTRODUÇÃO

O crescente uso de eletrodomésticos e dispositivos elétricos transformou a rotina doméstica, oferecendo conforto e praticidade, mas também ampliou significativamente os riscos de acidentes residenciais. Esquecimentos de aparelhos ligados, como chapinhas, ferros de passar e aquecedores, estão entre as principais causas de incêndios e curtos-circuitos, provocando desde danos materiais irreparáveis até intoxicações por fumaça e, em casos extremos, mortes. No estado de São Paulo, o Corpo de Bombeiros registrou 6.440 incêndios residenciais em 2023, esse número que aumentou cerca de 10% em 2024, atingindo aproximadamente 7.061 ocorrências. Esses dados evidenciam que, apesar da tecnologia elétrica disponível, o fator humano ainda é determinante na segurança doméstica.

Disjuntores e fusíveis convencionais oferecem proteção limitada, não sendo capazes de evitar acidentes decorrentes do esquecimento ou do uso prolongado de equipamentos de alto consumo. Nesse contexto, a inovação tecnológica surge como ferramenta essencial para prevenir riscos e proteger vidas.

O projeto Smart Safe propõe uma solução inteligente: uma tomada capaz de monitorar o consumo de energia em tempo real, desligar automaticamente aparelhos após períodos prolongados e ser controlada tanto manualmente quanto remotamente via aplicativo. Essa funcionalidade permite ao usuário acompanhar o estado da tomada e desligá-la à distância, reduzindo significativamente o risco de incêndios e acidentes elétricos.

Além de aumentar a segurança, o protótipo é especialmente pensado para pessoas com Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) ou perda de memória recente, grupos mais suscetíveis a esquecer aparelhos ligados. O Smart Safe também promove economia de energia, sustentabilidade ambiental e acessibilidade, alinhando-se diretamente aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, como saúde e bem-estar (ODS 3) e ação contra mudanças climáticas (ODS 13). Assim, o projeto combina tecnologia, prevenção e responsabilidade social, oferecendo uma abordagem inovadora para a segurança elétrica residencial.

3. OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DO TRABALHO

O projeto Smart Safe tem como objetivo desenvolver um sistema de tomada inteligente controlado por aplicativo móvel, capaz de monitorar o tempo de uso de eletrodomésticos e realizar o desligamento tanto remoto como manual por meio de um dashboard via MQTT e um botão presente na própria caixa da tomada, visando promover a segurança doméstica, evitando explosões e superaquecimentos de aparelhos eletrodomésticos esquecidos na tomada, a autonomia de usuários com dificuldades cognitivas ou motoras, e contribuir com práticas sustentáveis no consumo de energia, trazendo a eficiência energética à tona ao analisar o impacto do projeto na economia de energia elétrica e na redução de riscos de acidentes domésticos.

Além disso, pretendemos projetar e montar um protótipo funcional de tomada inteligente com uso de ESP32, sensor de corrente e relé, desenvolver um dashboard via MQTT, para controle e monitoramento remoto da tomada, com um ajuste no tempo de desligamento se houver algo conectado na tomada. O tempo será uma variável controlada pelo usuário podendo ir de 1 a 120 minutos, assim integrando funcionalidades de segurança.

Buscamos avaliar a aplicabilidade do sistema para pessoas com TDAH e perda de memória recente uma vez que são o público alvo desse projeto, devido ao alto índice de acidente causados por essas pessoas.

4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O protótipo Smart Safe foi construído utilizando como unidade central o microcontrolador ESP32, escolhido por sua eficiência e versatilidade em comparação a outros modelos. Além de oferecer suporte à conexão Wi-Fi, o ESP32 possibilita o envio e recebimento de informações a longas distâncias, o que viabiliza o controle remoto do sistema.

Para realizar o gerenciamento da energia da tomada, foi empregado um módulo relé de 15A, que pode ser acionado tanto manualmente, por meio de um botão físico, quanto remotamente, via dashboard MQTT no Node-RED. O controle remoto é realizado por dois botões virtuais (verde para ligar e vermelho para desligar). O relé, quando acionado, bloqueia a passagem de corrente elétrica, desligando o eletrodoméstico conectado. Quando está inativo, permite a circulação da corrente, mantendo o equipamento em funcionamento.

O monitoramento da corrente é feito pelo sensor ACS712, com capacidade de até 20A. Esse componente fornece valores aproximados da corrente medida em seus terminais. Por exemplo, ao conectar um ferro de passar com consumo de 8A, o sensor registrou aproximadamente 8,166 A. Para aumentar a segurança, foi implementado um sistema de proteção: caso a corrente ultrapasse 0,4A (400 mA) por tempo prolongado, é acionado um temporizador de desligamento automático. O tempo de desligamento pode ser ajustado pelo usuário no painel de controle, utilizando os botões virtuais +1 min (M1) e -1 min (M0), que incrementam ou reduzem o valor da variável do tempo armazenado no ESP32.

Para a indicação visual do estado do sistema, foi integrado um LED RGB. Quando o relé está desligado (permitindo passagem de corrente), o LED acende verde, informando que o aparelho conectado funcionará normalmente. Quando o relé está ligado (bloqueando a corrente), o LED acende vermelho, sinalizando que o equipamento permanecerá desligado. Diante disso, basta apenas pulsar o botão para trocar o estado do relé.

O sistema foi programado em C++ (ESP32) e em Node-RED, utilizando o protocolo MQTT para comunicação. Durante os testes, iniciou-se pela calibração do sensor ACS712, acompanhando as medições pelo monitor serial. Em seguida, avaliou-se o funcionamento do relé, do botão físico e do LED de forma manual. Posteriormente, foi testado o contador de tempo para desligamento automático, inicialmente configurado para 30 segundos. Após a validação em modo local, o sistema foi conectado ao servidor MQTT, possibilitando o controle remoto, a exibição do consumo de corrente, o estado do relé, a informação sobre a presença de aparelho conectado, somente se a corrente consumida for acima de 400 mA; e o ajuste do tempo pelo usuário a partir dos botões azuis.

Para os experimentos práticos, utilizou-se uma lâmpada de 220 V / 500 mA, associada a um disjuntor de proteção. A ligação elétrica foi estruturada da seguinte forma: a fase da rede passa pelo disjuntor, em seguida pelo relé, depois pelo sensor ACS712 e, por fim, chega ao terminal da lâmpada. A outra fase da tomada vai para o disjuntor e em seguida vai direto para a lâmpada. Dessa maneira, a lâmpada acende quando há passagem de corrente, o sensor realiza a medição e o relé controla o fluxo de energia. Os testes confirmaram a eficiência do protótipo, bastando conectá-lo à tomada para funcionamento imediato.

Além dos componentes principais, foram utilizados cabos jumper para interligações, dois resistores de 1 k Ω para limitar a corrente nos pinos do LED RGB, um resistor de 10 k Ω associado ao botão físico para evitar acionamentos indevidos, duas protoboards para os testes preliminares, um cabo micro USB para alimentação e programação do ESP32 e uma fonte Hi-Link para alimentação independente do microcontrolador, a partir da rede elétrica, além de cabos para a passagem da corrente vinda da tomada.

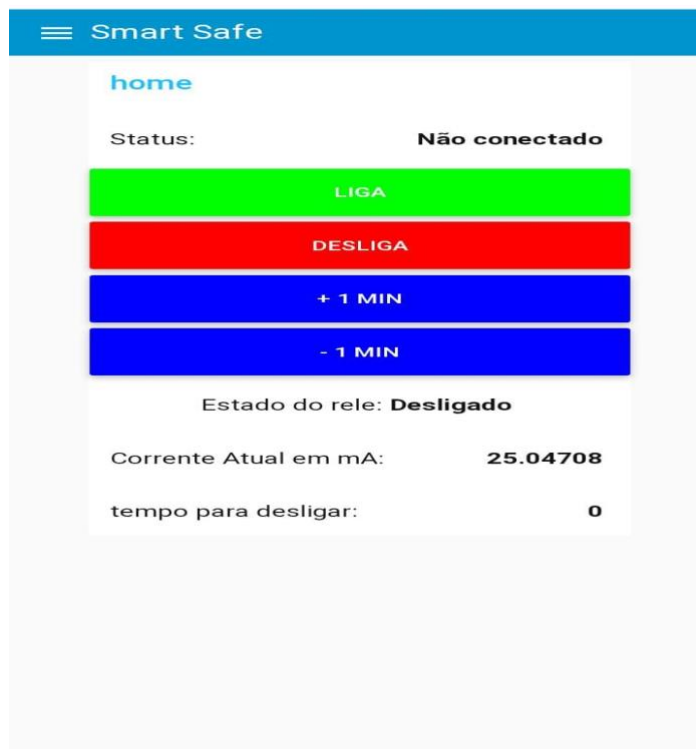
A parte física do protótipo foi montada em uma caixa de tomada utilizada como chassi, que abriga todo o circuito descrito. Apenas o LED RGB e o botão foram posicionados externamente, garantindo interface visual e de controle ao usuário. Internamente, o circuito foi fixado em placas de circuito impresso (PCI), responsáveis pela distribuição das linhas de alimentação (GND e VCC) e pelo suporte mecânico dos resistores.

Alguns materiais como os resistores, protoboard, jumpers, ESP32, cabo micro USB, led rgb, cabos, a placa de circuito impresso e botão não precisaram ser comprados. Já a lâmpada e o disjuntor a escola nos forneceu para a realização de testes. O módulo relé custou R\$31,48, o sensor de corrente ACS712 custa R\$23,03, a fonte Hi-link custou por volta de R\$29,60, o chassi da tomada custa R\$25,00.

ATIVIDADE	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro
Troca de Ideias										
Escolha do Tema										
Seleção de Dados										
Pesquisa										
Planejamento Protótipo										
Plano de Pesquisa										
Lista de Materiais										
Compra de Materiais										
Montagem do Protótipo										
Testes										
Aprimoramento										
Reunião Com a Equipe										
Reunião Com os Orientadores										
Inscrições de feiras										
Banners de feiras										
Apresentação Culto á Ciência										
Apresentação Bragantec										
Apresentação 3M										
Apresentação Bentotec										
Apresentação Cotuca										
Entrega de Artigo Final TCC										

	REALIZADO
	NÃO REALIZADO
	EM ANDAMENTO

Figura 1: Dashboard



Fonte: Própria(2025)

Figura 2: protótipo da tomada inteligente



Fonte: Própria(2025)

Figura 3: Montagem teste



Fonte: Própria(2025)

5. RESULTADOS DO PROJETO

Os testes realizados com o protótipo Smart Safe demonstraram que o sistema desenvolvido atingiu os objetivos estabelecidos. O monitoramento de corrente elétrica, feito pelo sensor ACS712, apresentou resultados satisfatórios, registrando valores bastante próximos aos consumos reais dos equipamentos utilizados. Por exemplo, ao conectar um ferro de passar de 8 A, o sensor indicou aproximadamente 8,166 A, validando sua precisão. Da mesma forma, quando uma lâmpada de 220 V com consumo de 500 mA foi testada, o sensor apresentou uma leitura média de 0,48 A, confirmando sua sensibilidade também para cargas de menor intensidade. A escolha do valor de 0,4 A como limite para identificação da presença de um equipamento conectado mostrou-se eficiente.

O módulo relé de 15 A funcionou corretamente em todos os ensaios realizados. Quando acionado remotamente ou manualmente, ele bloqueava a passagem de corrente, desligando o equipamento conectado, e, quando desativado, permitia o funcionamento normal do aparelho. Durante os testes, foram realizados cinquenta ciclos consecutivos de acionamento, sem ocorrência de falhas no processo de liga e desliga. O LED RGB também respondeu conforme esperado, acendendo em vermelho quando o relé estava bloqueando a passagem da corrente e em verde quando a energia circulava normalmente, fornecendo assim um indicativo visual claro do estado do sistema.

O sistema de segurança implementado por meio do temporizador automático também obteve sucesso. Inicialmente configurado para 30 segundos, ele ligava o relé após esse tempo sempre que havia consumo contínuo acima de 0,4 A. Além disso, os testes comprovaram a eficiência dos botões virtuais de ajuste do tempo de desligamento, permitindo ao usuário aumentar ou diminuir o tempo de funcionamento de forma precisa e imediata, com resposta correta do ESP32 em todas as alterações realizadas.

A integração do projeto ao Node-RED por meio do protocolo MQTT também foi validada. O painel desenvolvido apresentou em tempo real o estado do relé, o consumo de corrente elétrica, a indicação da presença ou ausência de carga

conectada e ainda os botões de controle para o acionamento do relé e para a configuração do temporizador. Durante os testes, a comunicação com o servidor MQTT manteve-se estável, sem registros de perda significativa de dados no envio e recebimento das informações.

Em relação à parte física, o protótipo montado em uma caixa de tomada apresentou boa funcionalidade e praticidade, uma vez que o usuário precisa apenas conectá-lo à rede elétrica para que o sistema opere corretamente. O LED RGB e o botão físico foram posicionados externamente, facilitando o uso cotidiano, enquanto os demais componentes foram organizados em placas de circuito impresso no interior da caixa, garantindo segurança e boa distribuição da alimentação.

De forma geral, os resultados obtidos confirmam que o Smart Safe cumpre com eficiência suas funções principais: monitorar em tempo real o consumo de aparelhos conectados, possibilitar o controle tanto manual quanto remoto e garantir maior segurança por meio do desligamento automático. O desempenho observado evidencia que o protótipo possui aplicabilidade prática, apresentando-se como uma solução viável para a prevenção de acidentes domésticos relacionados ao uso inadequado de eletrodomésticos.

6. CONCLUSÕES

O desenvolvimento do protótipo Smart Safe permitiu alcançar os objetivos propostos, que consistiam em monitorar o consumo de energia de aparelhos conectados, oferecer a possibilidade de controle remoto e manual da tomada e garantir segurança adicional por meio de um sistema de desligamento automático. Os resultados obtidos nos testes comprovaram a eficiência do sistema: o sensor ACS712 apresentou leituras confiáveis, o módulo relé funcionou sem falhas durante diversos ciclos de acionamento e o LED RGB forneceu uma sinalização visual clara do estado da tomada. Além disso, o temporizador automático respondeu de forma precisa e o painel no Node-RED integrou todas as informações necessárias para o controle remoto com estabilidade na comunicação via MQTT.

A hipótese inicial, de que seria possível desenvolver uma solução prática e segura para reduzir os riscos de acidentes domésticos causados por eletrodomésticos esquecidos ligados, foi confirmada. O sistema demonstrou não apenas viabilidade técnica, mas também aplicabilidade real no cotidiano, podendo ser utilizado em residências para prevenção de curtos-circuitos, superaquecimento e incêndios.

Apesar dos avanços, o projeto pode ser aprimorado em futuras etapas. Entre as possibilidades de melhoria, destacam-se a implementação de notificações em tempo real para dispositivos móveis, o acionamento de alertas sonoros e visuais em situações de risco prolongado, a miniaturização do circuito para facilitar a produção em escala e a integração com assistentes virtuais de automação residencial.

Em síntese, o Smart Safe se apresentou como uma solução eficiente, de baixo custo e com potencial de expansão, unindo praticidade, conectividade e segurança. O protótipo validou a proposta inicial e abre caminho para futuros aperfeiçoamentos, mostrando-se relevante para o avanço de tecnologias voltadas à proteção do usuário e ao uso consciente da energia elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANÁLISE DO ÍNDICE DE ACIDENTES NA ÁREA ELÉTRICA NO BRASIL. Ana Carolina (autora). Confea, 2021. Disponível em: <https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Eletricista/AN%C3%81LISE%20DO%20IND%C3%8DCE%20DE%20ACIDENTES%20NA%20%C3%81REA%20EL%C3%89TRICA%20NO%20BRASIL.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2025.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTES DE ORIGEM ELÉTRICA. ABRACOPEL, 2025. Disponível em: <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2025/03/Anuario-2025.pdf>. Acesso em: 12 set. 2025.

“ACIDENTES COM CHOQUES ELÉTRICOS AUMENTAM 11% NO BRASIL”. ArandaNet – Revista Em. Disponível em: <https://www.arandanet.com.br/revista/em/noticia/10545-Acidentes-com-choques-eletricos-aumentam-11--no-Brasil>. Acesso em: 15 set. 2025.

ACIDENTES DOMÉSTICOS (folder). Corpo de Bombeiros de São Paulo. Disponível em: <https://www.corpodebombeiros.sp.gov.br/assets/midias/folders/ACIDENTES-DOMESTICOS.pdf>. Acesso em: 19 set. 2025.

ACIDENTES DOMÉSTICOS – O PERIGO MORA EM CASA. Rádio Senado, 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/reportagem-especial/2024/06/24/acidentes-domesticos-o-perigo-mora-em-casa>. Acesso em: 27 set. 2025.

ACIDENTES DOMÉSTICOS. CBMERJ (Cartilha). Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://www.cbmerj.rj.gov.br/wp-content/uploads/2023/07/bombeiros_rj_cartilha_acidentes_domesticos__1_.pdf. Acesso em: 30 ago. 2025.

ANÁLISE EPIDEMIOLÓGICA DE LESÕES FATAIS CAUSADAS POR CHOQUE ELÉTRICO NO BRASIL. Kuiava, E. L.; Kuiava, V.; Chielle, E. O. Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 3, p. 5795-5810, mai./jun. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342685444_Analise_epidemiologica_de_lesoes_fatais_causadas_por_choque_eletrico_no_Brasil. Acesso em: 7 set. 2025.

ANÁLISE DA INCIDÊNCIA DE ACIDENTES COM MORTES. Revista Laborativa (UNESP). Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rlaborativa/article/download/3127/pdf>. Acesso em: 30 ago. 2025.

ANÁLISE COMPARATIVA DE ACIDENTES DO TRABALHO FATAIS ENTRE... (artigo). P. S. de Brito et al. Brazilian Journals, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/30064>. Acesso em: 22 set. 2025.

“BRASIL REGISTRA MÉDIA DE CINCO ACIDENTES POR DIA COM ENERGIA ELÉTRICA”. Revista Cobertura, 2023. Disponível em: <https://revistacobertura.com.br/noticias/estudos-de-mercado/brasil-registra-media-de-cinco-acidentes-por-dia-com-energia-eletrica/>. Acesso em: 18 set. 2025.

“CORPO DE BOMBEIROS ORIENTA COMO PREVENIR ACIDENTES DOMÉSTICOS COM CRIANÇAS”. Portal AP, 2023. Disponível em: <https://www.portal.ap.gov.br/noticia/1707/corpo-de-bombeiros-orienta-como-prevenir-acidentes-domesticos-com-criancas>. Acesso em: 14 set. 2025.

MORTALIDADE E ACIDENTES DE TRABALHO NA INDÚSTRIA ELÉTRICA. Koifman, S.; outros autores. Revista de Saúde Pública (RSP). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/GDb95D8WcVw6tSMJGmRqvmN/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 30 ago. 2025.

O PROBLEMA DE SEGURANÇA NO SETOR DE ELETRICIDADE DO BRASIL. Dias, Hitchely Gomes. Revista FT, v. 27, edição 127, out. 2023. Disponível em:

<https://revistaft.com.br/o-problema-de-seguranca-no-setor-de-eletricidade-do-brasil/>. Acesso em: 9 set. 2025.

PREVENÇÃO AOS ACIDENTES DOMÉSTICOS & GUIA DE PREVENÇÃO.

Ministério da Mulher, da Família e dos Direitos Humanos, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/mdh/pt-br/assuntos/noticias/2020-2/abril/ministerio-publica-guia-de-prevencao-a-acidentes-domesticos-e-primeiros-socorros/SNDCA_PREVENCAO_ACIDENTES_A402.pdf. Acesso em: 5 set. 2025.

PREVENÇÃO DE ACIDENTES DOMÉSTICOS NO BRASIL (síntese). BVS Saúde, 2019. Disponível em:

https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/10/1023163/sintese_acidentes-domesticos1050.pdf. Acesso em: 20 set. 2025.

TIPOLOGIA DOS ACIDENTES ELÉTRICOS NO BRASIL. Nogueira, J. D.; Paiva, R. A. Abracopel, 2018. Disponível em: <https://abracopel.org/wp-content/uploads/2018/06/Tipologia-dos-Acidentes-eletricos-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 11 set. 2025.