


PRINCÍPIOS DA FÍSICA NO EMPREGO DA GAIOLA DE FARADAY¹

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.043-010>

André Medeiros Chaves

Discente do curso de Segunda Licenciatura em Física

Francisco Welton Machado

Universidade Federal do Piauí- UFPI

E-mail: wmachado-2011@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1147-9649>

Apohena Barros Carvalho

E-mail: apohena_carvalho@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9143-3935>

Francisco das Chagas Gomes

E-mail: franciscopatuta@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3249-0246>

Kennedy José Alves da Silva

E-mail: profkjose@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6486047277790904>

Noé da Silva Carvalho

E-mail: carvalhono614@gmail.com,

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7750716456039484>

Raimundo Lenilde de Araújo

E-mail pessoal: raimundolenilde@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5491-0996>

RESUMO

A Gaiola de Faraday é uma blindagem elétrica, cuja superfície condutora envolve dada região do espaço para bloquear a entrada de radiação oriunda de campos elétricos e eletromagnéticos. Foi desenvolvida durante o século XIX, mas precisa ser melhor utilizada, demonstrando que o seu potencial vai além do que se faz uso dela atualmente. É especialmente recomendada nas clínicas de fisioterapia para neutralizar os efeitos das ondas elétricas e eletromagnéticas produzidas durante o funcionamento dos DOCs – Diatermia de Ondas Curtas, muito utilizados para a terapia dos pacientes dessas clínicas. Os profissionais da área da fisioterapia demonstram não conhecer a importância da segurança que a Gaiola de Faraday proporciona. O objetivo desse trabalho é justamente conhecer o emprego da Gaiola de Faraday nos estabelecimentos que

¹ Artigo científico apresentado ao Grupo Educacional IBRA como requisito para a aprovação na disciplina de TCC.

dela necessitam e avaliar o potencial mercado que possa absorvê-la, inclusive como parte do sistema de captação de para-raios. Como resultados, são apontados o desconhecimento dos profissionais de fisioterapia da necessidade desse equipamento de segurança em seus estabelecimentos e a maior utilização da Gaiola de Faraday nas edificações como parte do Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas.

Palavras-chave: Gaiola de Faraday; Construção Civil; Ondas Curtas; SPDA.

1 INTRODUÇÃO

A Gaiola de Faraday é um aparato desenvolvido para neutralizar o efeito de descargas elétricas e eletromagnéticas causadas por causas naturais como os relâmpagos e por fatores artificiais decorrentes de equipamentos que geram campos elétricos ou eletromagnéticos, tais como os DOCs – Diatermia de Ondas Curtas utilizados na recuperação de pacientes nas clínicas de fisioterapia.

O princípio de funcionamento da Gaiola de Faraday é mais disseminado do que sua utilização em empreendimentos específicos onde há radiação eletromagnética que coloca em risco os trabalhadores que manipulam os aparelhos.

Os profissionais da área da fisioterapia estão corretamente informados e priorizam as medidas de segurança com a instalação, preferencialmente, na fase de construção dos sistemas de neutralização dos campos elétricos e eletromagnéticos nas proximidades dos DOCs? Essa questão corresponde ao problema de pesquisa.

Esta pesquisa tem como objetivo geral conhecer o emprego da Gaiola de Faraday bem como considerar o potencial mercado para sua utilização em sistemas de captação de campos elétricos e eletromagnéticos.

Com relação à metodologia utilizada, esse trabalho segue a metodologia da pesquisa teórica definida por Demo (2000) como a pesquisa dedicada à reconstrução da teoria, dos conceitos, das ideias, das ideologias com o intuito de produzir fundamentos teóricos.

De acordo com a metodologia, este estudo se classifica como descritivo devido pelos seus objetivos, porque descreve características de um objeto de estudo específico. Pela natureza dos dados, é classificado como qualitativa por buscar a compreensão e a interpretação de fenômenos. (Gonsalves, 2012)

Köche (2011) concebe várias formas de conhecer, no entanto, a ciência moderna trouxe um método prático e eficaz na busca da verdade, compreendido pelo experimento, em formular hipóteses, repetir a experimentação para averiguar as hipóteses e formular generalizações ou leis ou teorias.

2 CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS DA GAIOLA DE FARADAY

A Gaiola de Faraday é uma blindagem elétrica, cuja superfície condutora envolve dada região do espaço para bloquear a entrada de radiação oriunda de campos elétricos e eletromagnéticos. Foi desenvolvida durante o século XIX, mas precisa ser melhor utilizada, demonstrando que o seu potencial vai além do que se faz uso dela atualmente. É especialmente recomendada nas clínicas de fisioterapia para neutralizar os efeitos das ondas elétricas e eletromagnéticas produzidas durante o funcionamento dos DOCs – Diatermia de Ondas Curtas, muito utilizados para a terapia dos pacientes dessas clínicas. Os profissionais da área da fisioterapia demonstram não conhecer a importância da segurança que a Gaiola de Faraday proporciona. Segundo Ferraz Netto (2011), Gaiola de Faraday é uma blindagem elétrica, “uma superfície condutora que envolve uma dada região do espaço e que pode, em certas situações, impedir a entrada de perturbações produzidas por campos elétricos e ou eletromagnéticos externos”.

Para Melo (2011), a tendência de um condutor ao ser carregado é disseminar suas cargas de modo uniforme pela superfície inteira, no entanto, se for uma esfera oca, as cargas restringir-se-ão à superfície externa, onde ficarão o mais distante possível uma das outras pelo efeito da repulsão. Enquanto isso, no lado de dentro, ocorrerá um campo neutro porque os efeitos de campo elétrico gerados no interior anulam-se mutuamente.

O mesmo acontece quando o condutor não está carregado, mas está em uma região que possui um campo elétrico causado por um agente externo. Seu interior fica livre da ação desse campo externo, fica blindado. Esse efeito é conhecido como blindagem eletrostática.

Para provar esse efeito, o físico britânico Michael Faraday fez, em 1836, um experimento para provar os efeitos da blindagem eletrostática. Ele construiu uma gaiola de metal carregada por um gerador eletrostático de alta voltagem e colocou um eletroscópio em seu interior para provar que os efeitos do campo elétrico gerado pela gaiola eram nulos. O próprio Faraday entrou na gaiola para provar que seu interior era seguro. Esse experimento ficou conhecido por “Gaiola de Faraday”. (Melo, 2011, p. 1) (Figura 1)

As gaiolas de Faraday são utilizadas para obstruir campos elétricos e radiação eletromagnética, por isso é que elas são essenciais em clínicas que utilizam o recurso do ondas curtas. “Assim, a blindagem eletrostática também ficou conhecida por gaiola de Faraday e esse efeito é muito utilizado em nosso dia a dia”. (Melo, 2011, p. 1)

Figura 1 – Funcionamento da Gaiola de Faraday



Fonte: Melo, 2011

O princípio é sempre o mesmo: a Gaiola de Faraday neutraliza descargas elétricas, porque elas diluem-se no seu exterior sem penetrá-la. Neste caso, o trabalhador no alto das redes de tensão estará intacto devido ao seu traje – roupa de aço inoxidável de 25% a 75% de nomex, que é um derivado do material Kevlar – agir como uma Gaiola de Faraday, enquanto não tiver contato com a terra. (A vida, 2011)

Figura 2 – Roupas que age como Gaiola de Faraday



Fonte: A Vida, 2011

2.1 VIABILIDADE COMERCIAL DA GAIOLA DE FARADAY

Um estudo realizado por Silva *et al.* (2007) fez um levantamento sobre o conhecimento e utilização da Gaiola de Faraday entre profissionais da área de Fisioterapia na cidade de Niterói, no Estado do Rio de Janeiro. Os resultados da pesquisa permitiram concluir que nenhum dos estabelecimentos visitados possuía Gaiola de Faraday, demonstrando que há grande desconhecimento sobre os efeitos nocivos da radiação provocada pelo aparelho de Ondas Curtas utilizado frequentemente nas sessões de ultrassom na recuperação dos pacientes.

Apesar do uso indiscriminado do ondas curtas, seu operador não tem consciência sobre os efeitos deletérios deste recurso sobre sua própria saúde quando usado sem uma medida de proteção. Apesar dos profissionais abordados fazerem referência, na maioria das vezes, às contra-indicações do aparelho para sua aplicação no paciente, estes negligenciam medidas para sua própria proteção. Constatamos ainda que a maior parte dos entrevistados utiliza o recurso quase que diariamente, e várias vezes ao dia, representando um possível risco eminente à saúde daqueles que estão expostos à radiação diária do ondas curtas. (Silva *et al.* 2007)

Desde 1890, a área biomédica utiliza as correntes elétricas de alta frequência nos últimos anos tem havido uma maior preocupação quanto à possibilidade de danos a saúde pela exposição aos diversos tipos de radiação.

Um outro estudo realizado por Messias; Okuno; Colacioppo (2011) teve como objetivo mensurar a exposição à radiação dos profissionais de fisioterapia a 17 equipamentos de diatermia de ondas curtas (DOC) utilizados em clínicas de Presidente Prudente/SP para “comparar os valores medidos com os níveis de exposição recomendados pelo ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*). Observar a eficácia das gaiolas de Faraday como medida de proteção à exposição dos fisioterapeutas aos campos elétrico e magnético oscilantes”. (Messias; Okuno; Colacioppo, 2011, p. 309)

Os autores procuraram por meio do estudo mensurar o nível de conhecimento (de informação) que os profissionais da área de fisioterapia de Niterói/RJ têm dos malefícios causados pela exposição frequente ao campo eletromagnético do Ondas Curtas, e da conseqüente necessidade da instalação da Gaiola de Faraday nesse tipo de estabelecimento, devido à presença de determinados aparelhos de recursos terapêuticos. (Messias; Okuno; Colacioppo, 2011)

Os autores da pesquisa, com base nos dados coletados, reconheceram a existência de níveis “acima dos limites recomendados pela ICNIRP (*International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*), principalmente próximo aos cabos e eletrodos dos equipamentos analisados” e sugeriram a instalação de Gaiola de Faraday como medida de segurança à saúde física daqueles profissionais, que ficam expostos durante todo o dia de trabalho, já que os DOCs são ferramentas corriqueiras no trabalho de recuperação dos pacientes de fisioterapia.

3 GAIOLA DE FARADAY – MÉTODO EFICIENTE PARA CAPTAÇÃO DE PARA-RAIOS

O sistema de captação de para-raio é necessário sobre as edificações para atrair descargas elétricas e deverá observar a diretriz regulamentadora da ABNT para compor um sistema seguro e eficiente. De acordo com a norma NBR 5419:05, há basicamente dois sistemas de captação de para-raio: “os captores do tipo Franklin montados com mastros e o sistema de gaiola de Faraday, que é composto de uma malha de captação que pode ser executada com cabos de cabo nu, cabos de alumínio ou fitas de alumínio, sobre a edificação”. (Sistema, 2011, p. 1)

Figura 3 – Proteção tipo Gaiola de Faraday



Fonte: Sistema, 2011

Ao estudar o SPDA – Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas, Coutinho; Altoé (2003) descartam o método da Gaiola de Faraday, afirmando que em torno dela, a corrente deve circular de maneira uniforme, pois o campo só será nulo no centro da gaiola, porém nas “proximidades dos condutores haverá sempre um campo que poderá dar tensões induzidas em condutores das instalações elétricas que estejam paralelos aos condutores da malha”. Descartam o método porque entendem que a área de proteção é muito ampla, o que descarta a utilização da gaiola para este fim. “A proteção máxima no caso do método de Faraday é obtida quando a estrutura é envolvida por uma caixa metálica de paredes soldadas e de espessura suficiente para suportar o efeito térmico do raio no ponto de impacto”, concluem Coutinho; Altoé (2003. p. 25)

A posição a seguir é adversa à dos autores citados acima, pois a Gaiola de Faraday aparece como parte de um sistema para a captação de para-raios tornando a instalação bastante segura, pois ela neutraliza a propagação das ondas eletromagnéticas (evitando sua entrada e barrando sua saída).

A Gaiola de Faraday, de acordo com a norma técnica de para-raios NBR 5419:05², constitui-se em uma forma eficaz de obter captação de para-raios, instalando-se “cabos de cobre nu com 35 mm² de seção, em torno de todo perímetro da edificação, mais cabos transversais, formando uma grande gaiola de Faraday ou através de fitas de alumínio com no mínimo 70 mm² de seção. A gaiola de Faraday tem a característica de blindar melhor o volume a proteger e se consideramos as ferragens da estrutura do concreto armado ou as estruturas metálicas, diversas gaiolas de Faraday existirão naturalmente, reforçando o sistema de para-raios.

O princípio da gaiola de Faraday é que o volume a proteger terá uma blindagem contra a entrada de ondas eletromagnéticas, bem como a saída de ondas eletromagnéticas, desde que a gaiola de Faraday esteja devidamente aterrada ao sistema de para-raios (SPDA). Para efeitos de cálculos e projetos consideramos os raios como componentes de fortes ondas eletromagnéticas, na ordem de megahertz. (Instalação, 2010. p. 1)

Sabe-se que boa parte das novas tecnologias existentes atualmente são produtos desenvolvidos e experimentados com a finalidade bélica³. Segundo Gomes (2006), em 1941, iniciou-se o aterramento com a utilização de armaduras (ferragens) em concreto armado. Durante a Segunda Guerra Mundial, o engenheiro Herb Ufer idealizou um sistema para armazenamento de bombas guardadas e nos depósitos da base aérea americana Davis Monthan, em Tucson, no Arizona.

² NOTA: toda estrutura a ser protegida por sistema de para-raios, que tenha mais de 10 mts de altura em relação ao solo deve receber um cabo em torno de todo perímetro, como complemento do sistema de para-raios, sendo uma exigência da NBR 5419:05, norma técnica de para-raios. (Instalação, 2010. p. 1)

³ Foi desenvolvida nos tempos remotos da Guerra Fria com o nome de ArphaNet para manter a comunicação das bases militares dos Estados Unidos, mesmo que o Pentágono fosse riscado do mapa por um ataque nuclear. Quando a ameaça da Guerra Fria passou, ArphaNet tornou-se tão inútil que os militares já não a consideravam tão importante para mantê-la sob a sua guarda. Foi assim permitido o acesso aos cientistas que, mais tarde, cederam a rede para as universidades as quais, sucessivamente, passaram-na para as universidades de outros países, permitindo que pesquisadores domésticos a acessassem, até que mais de 5 milhões de pessoas já estavam conectadas com a rede e, para cada nascimento, mais 4 se conectavam com a imensa teia da comunicação mundial. (Bogo, 2000)

A Figura 4 ilustra a Gaiola de Faraday que deve estar interligada a todo o sistema de aterramento para captação de para-raios.

Figura 4 – A gaiola de Faraday é formada pela enorme quantidade de ferragens das estruturas pré-moldadas



Fonte: Gomes, 2006

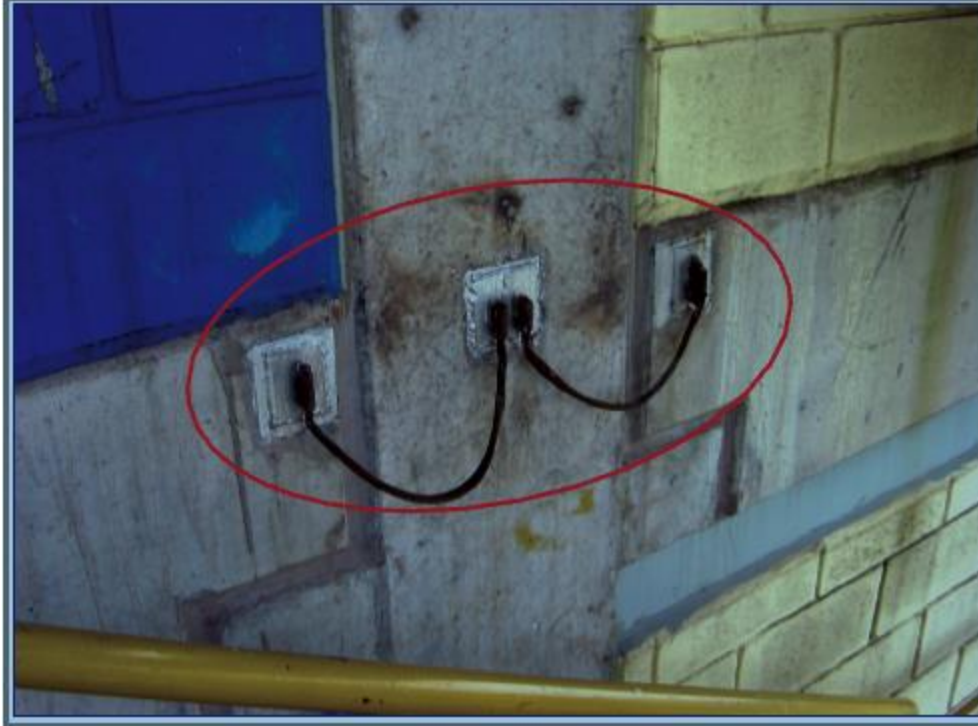
3.1 O EMPREGO DA GAIOLA DE FARADAY NA CONSTRUÇÃO CIVIL

As normas alemãs foram fonte de inspiração para a elaboração das diretrizes em outros países, mas ao considerar a utilização do aterramento iniciado por Ufer, a Alemanha já utiliza esse sistema há mais de 70 anos.

Gomes (2006) alerta que no método de construção que utiliza estruturas pré-moldadas, os pontos de interligação⁴ já devem vir preparados para dar continuidade a todo o isolamento, portanto tem que ser preparado já na fase das ferragens, antes de receber o concreto, deixando os pontos da parte externa da estrutura para permitir toda a interligação com a Gaiola de Faraday.

⁴ Esses pontos devem ser disponibilizados externamente aos diversos componentes pré-moldados, possibilitando que estes sejam interligados (normalmente por solda exotérmica) após sua montagem final, de modo a formar uma gaiola de Faraday. (Gomes, 2006)

Figura 5 – Interligações feitas com solda exotérmica (continuidade elétrica para a gaiola Faraday)



Fonte: Gomes, 2006

No estudo de Gomes (2006) são apresentados dois estudos de caso para mostrar a utilização para mostrar a necessidade e a instalação de um sistema de aterramento contendo as ferragens das colunas associada com uma Gaiola de Faraday: Abrigo (*house*) ferroviário e CPD – Centro de Processamento de Dados.

Em ambos os empreendimentos é utilizada a MRS – Malha de Referência de Sinal, no entanto, enquanto no abrigo ferroviário é utilizada a Gaiola de Faraday, no CPD utiliza-se um reforço extra de aterramento com eletrodos complementares.

Em CPDs é ainda mais justificado obter-se uma referência de sinal constante, o que normalmente é realizado com uma MRS convenientemente dimensionada para equalizar frequências em uma larga faixa. A malha deve ser interligada à barra de equalização local (BEL), e esta ser interligada às armaduras das fundações dos pilares (de preferência nos pilares centrais), que no caso aqui relatado são utilizadas como eletrodos de aterramento complementares. (Gomes, 2006. p. 62)

De modo geral, os sistemas de segurança durante a construção dos empreendimentos aqui elencados e outros similares contemplam o aterramento e seguem a diretriz da Norma da ABNT NBR 5419:05.

4 CONCLUSÃO

A invenção da Gaiola de Faraday data do século XIX, no entanto, há muitos setores que deveriam fazer uso dela e não o fazem ou devido ao desconhecimento de sua necessidade, ou com receio de onerar demais as instalações do empreendimento ou à falta de normas regulamentadoras para a sua utilização.

Esse trabalho concluiu que muitos profissionais de fisioterapia ainda desconhecem a extensão dos efeitos nocivos da utilização dos DOCs – Diatermia de Ondas Curtas diariamente e durante muitas horas. A solução apontada foi a existência da Gaiola de Faraday para neutraliza os efeitos da radiação dos DOCs e de sugerir como norma de segurança à saúde dos profissionais, a instalação de um sistema completo, incluindo a Gaiola de Faraday.

Detetou-se a carência de normas regulamentadoras que obriguem a instalação da Gaiola de Faraday em todas as clínicas fisioterapêuticas para aprovar seu funcionamento. Dessa forma, os proprietários teriam que providenciar a priori a instalação desse sistema para zelar principalmente pela sua saúde.

Na construção civil, notou-se que os empreendimentos que utilizam estruturas pré-moldadas têm como critério o aterramento de Ufer com armaduras ligadas às demais estruturas de ferro, podendo incluir em determinados casos a Gaiola de Faraday totalmente interligada às ferragens estruturais.

Nos abrigos ferroviários também são utilizadas as Gaiolas de Faraday no sistema de aterramento, demonstrando que há viabilidade para a utilização desses equipamentos essenciais para o sistema de segurança contra descargas elétricas e radiação eletromagnética.

DECLARAÇÃO DE AUTORIA

Declaro que o trabalho apresentado é de minha autoria, não contendo plágios ou citações não referenciadas. Informo que, caso o trabalho seja reprovado duas vezes por conter plágio pagarei uma taxa no valor de R\$ 250,00 para terceira correção. Caso o trabalho seja reprovado não poderei pedir dispensa, conforme Cláusula 2.6 do Contrato de Prestação de Serviços (referente aos cursos de pós-graduação lato sensu, com exceção à Engenharia de Segurança do Trabalho. Em cursos de Complementação Pedagógica e Segunda Licenciatura a apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso é obrigatória).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A VIDA sobre cabos de alta tensão. 9 Jan 2011. Disponível em: <<http://taligadao.blogspot.com/view/classic?z>>. Acesso em: 15 Jan. 2023.

BEYDA, Tânia Tisser e CASADO, Renata Utchitel. *Relações de trabalho no mundo corporativo: possível antecedente do empreendedorismo?* Cad. EBAPE.BR. 2011, vol. 9, n.4, pp. 1066-1084.

BOGO, K. C. A História da Internet - Como Tudo Começou. 01/07/2000 – Kplus. Edição Número 11. Disponível em: <<http://www.kplus.com.br/materia.asp?co=11&rv=Vivencia>>. Acesso em: 15 Jan. 2023.

COUTINHO, F. N.; ALTOÉ, C. A. Levantamento de estruturas que necessitam de SPDA na UnB e análise de seus efetivos sistemas de proteção. Brasília: UnB, 2003. 88p.

FERRAZ NETTO, Luiz. A Gaiola de Faraday. 2011. Disponível em:
<http://www.feiradeciencias.com.br/sala11/11_47.asp>. Acesso em: 15 Jan. 2023.

GOMES, Galeno Lemos. Sistema de aterramento e proteção contra raios utilizando ferragens do concreto armado. Enie 2006 – XI Encontro Nacional de Instalações Elétricas (6 a 8 de junho de 2006, São Paulo, SP). pp. 54-67.

GONSALVES, Elisa Pereira. *Conversas sobre iniciação à pesquisa científica*. 4. ed. Campinas: Alínea, 2012.

INSTALAÇÃO de Para-Raios (SPDA). Grupo Manhattan. 2010. Disponível em:
<<http://www.provedores.com.br/>>. Acesso em: 15 Jan. 2023.

KÖCHE, José Carlos. *Fundamentos de Metodologia Científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MELO, W. Física na EREM – NSPS. 2011. Disponível em:
<<http://profwilker.blogspot.com/2011/04/gaiola-de-faraday.html>>. Acesso em: 15 Jan. 2023.

MESSIAS, I. A.; OKUNO, E.; COLACIOPPO, S. Exposição ocupacional de fisioterapeutas aos campos elétrico e magnético e a eficácia das gaiolas de Faraday. *Rev Panam Salud Publica*. 2011;30(4). pp. 309-316.

SILVA, J.; SOUZA, F. C. V.; LADEIRA, D. R.; BORGES, F. S. Análise da Presença da Gaiola de Faraday nos Estabelecimentos de Fisioterapia na Cidade de Niterói – RJ. *Revista Fisioterapia Ser – Ano 2 – nr 3 – Jul/ago/set – 2007*. pp. 1-10.

SISTEMA de captação Faraday. 2011. Disponível em:
<http://www.fazfacil.com.br/reforma_construcao/eletricidade_raios_3.html>. Acesso em: 15 Jan. 2023.