



**JÚLIA DE CARVALHO SILVEIRA  
MARIA LUIZA BOTELHO PEREIRA SOUSA**

**ENGENHEIROS SEM FRONTEIRAS: APRIMORAMENTO DA  
APLICAÇÃO TEÓRICO-PRÁTICA DE MINICURSO DE  
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS RESIDENCIAIS**

**LAVRAS-MG**

**2022**

**JÚLIA DE CARVALHO SILVEIRA  
MARIA LUIZA BOTELHO PEREIRA SOUSA**

**ENGENHEIROS SEM FRONTEIRAS: APRIMORAMENTO DA APLICAÇÃO  
TEÓRICO-PRÁTICA DE MINICURSO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS  
RESIDENCIAIS**

Projeto de Extensão apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia Civil,  
para a obtenção do título de Bacharel.

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Luciana Barbosa de Abreu  
Orientadora

**LAVRAS-MG**

**2022**

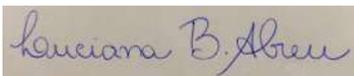
**JÚLIA DE CARVALHO SILVEIRA  
MARIA LUIZA BOTELHO PEREIRA SOUSA**

**ENGENHEIROS SEM FRONTEIRAS: APRIMORAMENTO DA APLICAÇÃO  
TEÓRICO-PRÁTICA DE MINICURSO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS  
RESIDENCIAIS**

**ENGINEERS WITHOUT BORDERS: IMPROVEMENT OF  
THEORETICAL-PRACTICAL APPLICATION OF ELECTRICAL HOME WIRING  
MINI-COURSE**

Projeto de Extensão apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte  
das exigências do Curso de Engenharia Civil,  
para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 25 de outubro de 2022.  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Barbosa de Abreu UFLA  
Prof. Dr. Giovanni Francisco Rabelo UFLA  
Doutorando Eduardo Lordelo Volpato USP



---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Barbosa de Abreu  
Orientador

**LAVRAS-MG**

**2022**

## RESUMO

A engenharia tem um importante papel social e deve servir, também, como objeto de transformação. Com esse intuito, a ONG Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Lavras/MG atua desde 2012 no município, com o desenvolvimento de projetos sociais de engenharia nas seguintes áreas: eixo educacional, gestão e empreendedorismo, infraestrutura e assistência básica e sustentabilidade. O presente trabalho trata-se da revisão do projeto 'Noções Básicas de Elétrica Básica Residencial', idealizado pela ONG e aplicado na cidade de Lavras/MG, a fim de aprimorar suas técnicas e metodologias e, ainda, viabilizar sua prestabilidade e potencializar o seu impacto com o incremento dos materiais utilizados nas aulas que o projeto oferece. Notou-se que o maior ponto de melhoria é a estrutura do painel prático utilizado para o treinamento. Este não possuía projeto. Então, foi planejado um novo painel, com estrutura e componentes atualizados e adoção de material e acessórios que vão facilitar a sua locomoção para os lugares onde o minicurso será ministrado. Além disso, existem grandes oportunidades de melhoria no contexto de prospecção de participantes, para atingir um público ainda maior. Os dois pilares são fundamentais para a continuidade do projeto, que possui notória aceitação.

**Palavras-chave:** Engenharia Humanitária. ONG. Instalações elétricas.

## **ABSTRACT**

Engineering has an important social role and must also act as an object of transformation. With this goal, the NGO 'Engineers Without Borders - Lavras' has been operating in this city since 2012 with the development of social engineering projects in the following areas of activity: educational, entrepreneurship, infrastructure and basic assistance and sustainability. The present work is a review of the project 'Electrical Home Wiring Mini-course', conceived by the NGO and applied in the city of Lavras/MG and region, in order to improve its techniques and methodologies and, in addition, to make its usefulness viable and potentiate its impact by increasing practical panels used in classes. It was noted that the most important point of improvement is the structure of the practical panel used for training. This one had no design. So, a new panel was planned, with an updated structure and components, adopting materials and accessories that will facilitate the locomotion to places where the mini-course will be given. In addition, there are great opportunities for improvement in the attendance prospecting context, to reach an even larger audience. The two pillars are fundamental for the continuity of the project, which has notable acceptance.

**Keywords:** Humanitarian Engineering. NGO. Electrical installations.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, com ênfase nos ODS 4 e 8.	16
Figura 2 - CRAS COHAB em Lavras/MG, com a aplicação da 2ª Edição do minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”.	18
Gráfico 1 - Amostra da faixa etária dos presentes em uma das oficinas.	18
Figura 3 - Feira de Ciências na E.E. Firmino Costa, com minicurso ministrado pelos alunos da Universidade Federal de Lavras.	19
Figura 4 - Apostilas utilizadas no minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”.	20
Figura 5, 6 e 7 - Foto dos atuais Painéis Didáticos.	21
Figura 8 - Imagem de um quadro de distribuição.	21
Figura 9 - Imagem de um disjuntor monopolar.	22
Figura 10 - Imagem de conduítes eletrodutos corrugados.	22
Figura 11 - Imagem de cabos elétricos flexíveis.	23
Figura 12 - Imagem de Caixas de Passagem.	23
Figura 13 - Imagem de uma tomada elétrica.	24
Figura 14 - Imagem de um conjunto de 3 interruptores simples.	24
Figura 15 - Imagem de soquete.	25
Figura 16 - Imagem de lâmpada eletrônica.	25
Figura 17 - Imagem de Chuveiro Elétrico.	26
Figura 18 - Imagem de Resistência de Chuveiro.	26
Figura 19 - Desenho esquemático de um parafuso para madeira.	27
Figura 20 - Imagem de uma chapa de madeira MDP.	28
Figura 21 - Imagem de uma chapa de madeira MDF.	28
Figura 22 - Imagem de uma chapa de madeira OSB.	29
Figura 23 - Imagem de uma chapa de madeira compensada.	29
Gráfico 2 - Pergunta 1 do questionário aplicado.	33
Gráfico 3 - Pergunta 2 do questionário aplicado.	34
Gráfico 4 - Pergunta 3 do questionário aplicado.	34
Gráfico 5 - Pergunta 4 do questionário aplicado.	35
Figura 24 - Caixa de sugestões referente a estrutura do painel.	35

Gráfico 6 - Pergunta 6 do questionário aplicado.	36
Gráfico 7 - Pergunta 7 do questionário aplicado.	36
Figura 25 - Caixa de sugestões referente a estrutura do painel.	37
Gráfico 8 - Pergunta 8 do questionário aplicado.	37
Gráfico 9 - Pergunta 9 do questionário aplicado.	38
Gráfico 10 - Pergunta 10 do questionário aplicado.	38
Gráfico 11 - Pergunta 11 do questionário aplicado.	39
Figura 26 - Caixa de sugestões referente às parcerias entre o ESF-NL e as entidades sociais.	39
Figura 27 - Dados MDF branco.	40
Figura 28 - Dados MDP cru.	41
Figura 29 - Dados do OSB.	41
Figura 30 - Dados do Compensado Naval.	42
Figura 31 - Projeto do Painel em AutoCAD.	44
Figura 32 - Projeto do Painel em AutoCAD com cota dos componentes.	44
Figura 33 - Tabela 47 da NBR 5410.	46
Figura 34 - Tabela 46 da NBR 5410.	47
Figura 35 - Tabela 66 da NBR 5410.	47
Figura 36 - Projeto Elétrico realizado em AutoCAD.	50
Figura 37 - Modelagem 3D.	50
Figura 38 - Modelagem 3D.	51
Figura 39 - Vista Frontal do Painel Didático.	57
Figura 40 - Vista Posterior do Painel Didático.	57
Figura 41 - Vista Lateral Esquerda do Painel Didático.	58
Figura 42 - Vista Lateral Direita do Painel Didático.	58
Figura 43 - Bancada e Painéis.	59
Figura 44 - Bancada e Painéis II.	59

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Características dos Painéis de Madeira.	42
Tabela 2 - Componentes utilizados no painel.	48

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Organização Não Governamental</b>	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Engenheiros Sem Fronteiras - Brasil</b>	<b>13</b>
<b>2.3</b>	<b>Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Lavras</b>	<b>13</b>
<b>2.4</b>	<b>Financiamento de projetos sociais</b>	<b>14</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Edital Furnas Social</b>	<b>14</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Edital Interno ESF</b>	<b>15</b>
<b>2.5</b>	<b>Minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”</b>	<b>16</b>
<b>2.6</b>	<b>Painéis práticos e seus dispositivos</b>	<b>20</b>
<b>2.6.1</b>	<b>Quadro de Distribuição</b>	<b>22</b>
<b>2.6.2</b>	<b>Disjuntor</b>	<b>22</b>
<b>2.6.3</b>	<b>Conduíte Eletroduto Corrugado</b>	<b>23</b>
<b>2.6.4</b>	<b>Cabo elétrico flexível</b>	<b>23</b>
<b>2.6.5</b>	<b>Caixas de passagem</b>	<b>24</b>
<b>2.6.6</b>	<b>Tomada elétrica</b>	<b>24</b>
<b>2.6.7</b>	<b>Interruptor</b>	<b>25</b>
<b>2.6.8</b>	<b>Soquete</b>	<b>25</b>
<b>2.6.9</b>	<b>Lâmpadas eletrônicas</b>	<b>26</b>
<b>2.6.10</b>	<b>Chuveiro</b>	<b>26</b>
<b>2.6.11</b>	<b>Resistência</b>	<b>27</b>
<b>2.6.12</b>	<b>Acessórios: parafusos para madeira</b>	<b>27</b>
<b>2.6.13</b>	<b>Painéis de madeira</b>	<b>28</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Questionário: levantamento das oportunidades de melhoria</b>	<b>31</b>
<b>3.2</b>	<b>Escolha do painel de madeira ideal</b>	<b>32</b>
<b>3.3</b>	<b>Projeto dos Painéis Práticos</b>	<b>33</b>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>34</b>
<b>4.1</b>	<b>Questionário: levantamento das oportunidades de melhoria</b>	<b>34</b>
<b>4.2</b>	<b>Escolha do painel de madeira ideal</b>	<b>41</b>
<b>4.3</b>	<b>Projeto dos Painéis Práticos</b>	<b>44</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>52</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>54</b>
	<b>APÊNDICE A - Vistas do Painel Didático</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXO I</b>	<b>61</b>

## 1. INTRODUÇÃO

É de extrema importância discutir o papel social da Engenharia e as inúmeras possibilidades que existem em sua aplicação como objeto de transformação da sociedade. Essa constatação torna-se ainda mais essencial no Brasil, que continua sendo um dos países mais desiguais do mundo (CAMPELLO et al., 2018). No cenário atual, pós-pandemia, a realidade enfrentada pela descontinuidade das políticas públicas intensificou a desigualdade social e econômica no país. Quando se trata da Engenharia, um dos meios mais transformadores é o trabalho voluntário. Segundo Mitcham e Muñoz (2010), essa modalidade de atuação frente à sociedade é fundamento da Engenharia Humanitária (EH), que é um importante sensibilizador social para os engenheiros envolvidos nestes projetos. Projetos os quais são aplicados em uma sociedade injusta para remediar problemas e evitar futuros entraves, aplicando tecnologias viáveis e desempenhadas por engenheiros e estudantes de engenharia.

Em 1980, buscando essa percepção da Engenharia mais humana e social, nasceu na França a rede internacional “*Engineers Without Borders - International*” (EWB-I). Em pouco tempo, a Organização Não Governamental (ONG) se espalhou para diversos países, incluindo o Brasil. A rede internacional já está presente em mais de 65 países ao redor do mundo. E, desde 2010, o Brasil faz parte do ecossistema, com a fundação do núcleo “Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Viçosa”, no interior de Minas Gerais. Dois anos depois, Lavras/MG recebeu sua sede, com apoio da Universidade Federal de Lavras. A ONG “Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Lavras (ESF-NL)” atua desde 2012 no município, com o desenvolvimento de projetos sociais de Engenharia nos eixos de atuação educacional, de gestão e empreendedorismo, infraestrutura e assistência básica e sustentabilidade.

Todavia, manter uma ONG em pleno funcionamento é complexo e para o ESF-NL não é diferente. Ser uma organização sustentável é atuar de maneira contínua e satisfatória, desempenhando suas atividades de transformação constantemente. Grande parte das ONGs, no Brasil, passam por muitas dificuldades de sustentabilidade, que é a capacidade de captação de recursos, sejam eles financeiros, materiais ou humanos (ZAPE, 2007). São vários os motivos dessas dificuldades, seja a confiabilidade para doações e a dificuldade de encontrar doadores, sejam os altos custos de manutenção das despesas da organização ou, ainda, o tabu da existência de vínculos empregatícios no terceiro setor, que são necessários para a gestão da instituição, mas acabam sendo limitante para confiabilidade de financiadores dos projetos, os

quais, em sua maioria, acreditam que o investimento deve chegar na ponta e não fazer parte de pagamento pessoal, ainda que esse seja permitido por leis trabalhistas.

Com essas dificuldades, muitos dos projetos necessitam de investimento e planejamento ainda maior para atingir seus objetivos. Este é o caso da frente “Noções Básicas de Elétrica Residencial”, projeto do ESF-NL que teve seu início em 2019 e que, devido à pandemia e dificuldades financeiras, estava estagnado, voltando ao funcionamento no segundo semestre de 2022. O projeto tem como intuito o ensino da teoria e prática sobre Instalações Elétricas Residenciais, com uma apostila escrita pelos próprios membros, sob orientação de docentes da UFLA, e com painel prático que simula as ligações existentes em uma residência. Existem dois objetivos principais do projeto, o primeiro é o ensino dos conceitos e a aplicação da teoria, que os cursistas podem aplicar em pequenos reparos e economizar custos. Já o segundo é o despertar do interesse para que, com a noção básica do tema, os cursistas possam se sentir motivados a buscar especialização na área para se tornar profissional do ramo.

Com o propósito de auxiliar na retomada de suas aplicações e ampliar o seu impacto, o presente trabalho trata-se de uma adequação da concepção do curso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”. O objetivo do estudo é aprimorar suas técnicas e metodologias e viabilizar sua prestabilidade, com o projeto e a padronização dos painéis práticos, utilizados nas aulas para simular as instalações elétricas, que são instrumentos pesados e pouco didáticos. Uma das principais dificuldades na aplicação do curso é o transporte dos painéis, que no seu modelo inicial possuem como estrutura um painel de madeira pesado. O novo projeto pretende reformular essa ferramenta de ensino, propondo material mais adequado e organização didática e viável dos dispositivos de instalações elétricas. Além disso, será realizado o mapeamento de oportunidades de demais melhorias, via questionário disponibilizado para os membros da organização que lideram esta aplicação.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Organização Não Governamental**

A expressão Organização Não Governamental (ONG) foi escrita pela primeira vez em 1950. É uma denominação dada pela Organização das Nações Unidas (ONU), para as organizações civis que não possuíam vínculos governamentais (TUDE e RODRIGUES, 2007, p. 3). Conceitualmente, ONGs são organizações privadas, mas sem fins lucrativos, portanto, consideradas do Terceiro Setor.

As ONGs surgiram para suprir diversas demandas que eram de responsabilidade do poder público, mas que não eram supridas de forma satisfatória (TOZZI, 2015). No século XIX, investidores sociais injetaram verbas nos governos de países subdesenvolvidos, porém se observava que estes recursos nunca eram revertidos em bens públicos, seja por falta de planejamento, erros administrativos ou falta de lisura. Desta forma, as ONGs começaram a proliferar de maneira mais rápida, surgindo como organizações confiáveis para trabalhar com ações filantrópicas e consideradas ambiente seguro para o investimento social.

As ONGs atuam em áreas mais vulneráveis da sociedade. Em grande parte das vezes, naquelas onde o poder público não consegue chegar ou quando a cobertura pública não é o suficiente. O principal objetivo dessas organizações filantrópicas é realizar ações com o intuito de solucionar e prevenir problemas nas diversas áreas da sociedade. Cada ONG pode ter diferentes amplitudes na atuação, seja local, estadual, nacional ou até mundial. Quanto à captação de recursos para a sustentabilidade das ONGs, esta ocorre por meio de doações de Pessoas Físicas ou Jurídicas, financiamentos coletivos ou pontuais, editais públicos ou, ainda, por meio do Poder Público, com convênios de parcerias e leis de incentivo.

Atualmente, as ONGs atuam em diversas áreas da sociedade, como a área Ambiental, com o suporte para a proteção de florestas, rios e matas nativas. A área de Direitos dos Animais, combate contra os maus tratos e caça indiscriminatória. A área de Populações Vulneráveis, assistência a moradores de favelas, indígenas, vítimas de violência doméstica, LGBTQIAP+, pessoas em situação de rua e muitos outros. A área de Assistência à Saúde, com o auxílio e assistência a diversas pessoas com comorbidades, facilitando o acesso a serviços de saúde.

Dentro destes setores apresentados, é possível apontar várias ONGs de grande representatividade nacional e internacional, como a SOS Mata Atlântica (proteção ambiental), a AACD (tratamento de crianças com deficiência), a Viva Rio (inclusão social), a Cruz Vermelha (tratamento médico para vítimas de conflitos), a Greenpeace (proteção da vida marinha), a Abrinq (direitos das crianças e adolescentes), entre outras inúmeras organizações.

Como visto, existem várias áreas nas quais diversas ONGs podem atuar no Brasil e no mundo. Cada uma dessas organizações possui um papel muito importante na sociedade, como também a associação de direito privado Engenheiros Sem Fronteiras - Brasil, tema do presente estudo, que se apresenta muito importante e empenhada em suas causas socioambientais.

## **2.2 Engenheiros Sem Fronteiras - Brasil**

No Brasil, com a fundação do primeiro núcleo em Viçosa/MG, a ONG Engenheiros Sem Fronteiras - Brasil (ESF-Brasil), parte da rede *Engineers Without Borders - International* (EWB-I), atua desde 2010 desenvolvendo projetos de engenharia humanitária e socioambiental, em conformidade com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) do Pacto Global da Organização das Nações Unidas (ONU). Os ODS são 17 objetivos que incluem desafios de desenvolvimento social enfrentados por pessoas em situação de vulnerabilidade no mundo todo. O objetivo principal das Nações Unidas é atingir a agenda 2030 com as metas acordadas nos ODS, que visam acabar com a pobreza, cuidar do meio ambiente e do clima e garantir paz e prosperidade (ONU, 2022).

A missão do ESF-Brasil é promover o desenvolvimento humano e sustentável por meio da Engenharia (ESF-Brasil, 2022). A organização sem fins lucrativos segue as características do terceiro setor anteriormente descritas e depende exclusivamente de contribuições de indivíduos e empresas. Com a premissa principal de desenvolvimento social por meio da Engenharia, a ONG já conquistou diversos prêmios, os quais a tornam uma instituição de confiança para atingir seus objetivos e garantir apoio.

Os projetos desenvolvidos pelo ESF são conduzidos por voluntários locais divididos por Núcleos, que se encontram em municípios das 5 regiões do país. Já são mais de 50 núcleos com cerca de 2000 voluntários fixos no total. A Diretoria Nacional, parte do ESF-Brasil, orienta e capacita os líderes dos Núcleos locais para maximizar o impacto na ponta. Ao longo dessa trajetória, a rede já concluiu 1082 projetos e já impactou cerca de 125.010 vidas. Por três anos consecutivos, de 2019 a 2021, o ESF-Brasil foi eleito a Melhor ONG de Desenvolvimento Local do país pelo Instituto Doar, que classifica as 100 melhores ONGs do Brasil para se doar (ESF-Brasil, 2022).

## **2.3 Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Lavras**

Em 2012 nasceu o segundo Núcleo da rede ESF-Brasil. Com apoio da Universidade Federal de Lavras (UFLA), mobilizado por estudantes de diferentes cursos - principalmente das Engenharias - e sob orientação do Prof. Titular Gilmar Tavares, foi fundado o núcleo Engenheiros Sem Fronteiras - Núcleo Lavras (ESF-NL).

A atuação do Núcleo enriquece não só a comunidade Lavrense, bem como toda a comunidade acadêmica local, devido à sua atuação próxima da Universidade. Considerado projeto de extensão da UFLA, o ESF-NL contribui significativamente para a formação de engenheiros motivados, colocando os estudantes à frente da busca de soluções para problemas

reais, desde muito cedo. Além disso, existem inúmeros outros benefícios para os discentes da UFLA que fazem parte da instituição, como a conscientização do impacto social das suas atividades, a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas, a criação de vínculos com os demais membros e a certificação de horas extracurriculares.

Já para a comunidade de Lavras/MG, o ESF-NL contribui com a minimização de problemas frequentes enfrentados pela situação de vulnerabilidade socioeconômica, além da criação de vínculos pautados pelo respeito, troca de conhecimentos, recreação e aproximação com a UFLA.

## **2.4 Financiamento de projetos sociais**

Existem algumas formas de financiamento para o funcionamento e sustentabilidade das ONGs no Brasil. A captação de recursos pode se dar por meio de Pessoa Física, seja de forma direta, muitas vezes atuando como associados que se preocupam com a causa, ou também por meio de *crowdfunding*, popularmente conhecido como ‘vaquinha’, que é um financiamento coletivo que pode ser pontual.

Além disso, a captação de recursos pode se dar por meio de Empresas, que destinam parte dos seus ganhos para um setor específico de Responsabilidade Social, promovendo impactos sociais na comunidade, e lideram iniciativas como chamamento por edital privado. Ainda, pode ocorrer por meio do Poder Público, que destina verbas às ONGs via convênios e Leis de Incentivo (MENDONÇA, 2015).

### **2.4.1 Edital Furnas Social**

Um exemplo de financiamento de projetos sociais por parte de Pessoa Jurídica é o Edital Furnas Social. Furnas é um organização empresarial de administração indireta do Governo Federal que surgiu com intuito de evitar o colapso energético advindo do processo de industrialização do Brasil. Foi responsável pela criação da primeira hidrelétrica de grande porte do país, a Usina de Furnas, sediada no estado de Minas Gerais. Atualmente, a empresa possui instalações em vários estados brasileiros e se tornou referência em inovação e desenvolvimento sustentável (Eletrobras Furnas, 2022).

A empresa possui um compromisso com a responsabilidade social direcionado para o desenvolvimento sustentável e para a diminuição das desigualdades sociais por meio de edital social. O programa tem o intuito de beneficiar organizações sem fins lucrativos sediadas e com atuação nas comunidades nas quais a empresa está presente. O Edital Social distribui anualmente cerca de R\$1 milhão para organizações que estejam alinhadas com os Objetivos

do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, com foco na proteção dos direitos humanos e desenvolvimento sustentável das comunidades em situação de vulnerabilidade socioeconômica, visando diminuir as desigualdades sociais (Eletrobras Furnas, 2022).

O ESF-NL é uma instituição que se encaixa no propósito de financiamento da Eletrobras Furnas. Sendo assim, no processo de captação de recursos para a viabilização da implementação de projetos na comunidade Lavrense, o ESF-NL, em 2019, concorreu ao Edital Furnas Social, no qual teve um de seus projetos selecionados. O Projeto Renovar propunha utilizar o capital destinado à compra de bens permanentes, como pás, carrinhos de mão, furadeira, projetor, caixa de ferramentas e outros que contribuíssem para os projetos em andamento: o minicurso recém criado “Noções Básicas de Elétrica Residencial”, o “Sabão Clarear”, com o preparo de sabão ecológico junto à comunidade para geração de renda, e o programa “Agroecologia”, com a gestão de hortas comunitárias. O financiamento conquistado pela gestão do Núcleo foi de R\$ 13.350,75.

O financiamento por meio de editais que visam o desenvolvimento social é uma ótima alternativa para aplicação e viabilização de projetos e propostas desenvolvidos pelas ONGs, como nesse caso, em que a verba foi uma excelente porta de entrada para o surgimento de mais iniciativas para a comunidade Lavrense, como a consolidação do minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”, que utiliza os bens advindos do financiamento, como projetor, impressora, furadeira e caixa de ferramentas.

#### **2.4.2 Edital Interno ESF**

Tendo em vista a importância do financiamento dos projetos sociais, o ESF-NL teve como iniciativa, também em 2019, a realização de um edital interno de projetos. O I Edital Interno do Núcleo Lavras objetivava destinar capital arrecadado por *crowdfunding* ao longo do ano anterior para o melhor e mais aplicável projeto escrito pelos próprios membros da organização. O cumprimento das primeiras etapas do trabalho estava determinado para acontecer até o fim do ano de 2019, estas seriam financiadas pela Diretoria do Núcleo, com teto de R\$750,00. Entre as 4 iniciativas inscritas no Edital, o curso “Noções Básicas de Elétrica Residencial” foi o escolhido e, assim, conseguiu inicialmente desenvolver as atividades propostas com a compra dos materiais necessários e uso dos bens adquiridos pelo Edital Furnas.

Um dos entraves percebidos após esse tempo de aplicação, foi a falta de planejamento e de capital para a continuidade. Ainda que a quantidade de oficinas esperada para o seu ano

inicial de execução estava de acordo com o Edital, foram tamanhas as dificuldades que o trabalho enfrentou após esse tempo. Como a logística, visto que os painéis ficaram pesados e com estrutura nada apta para o transporte às instituições parceiras que oferecem salas para aplicação e, ainda, a suspensão de suas atividades quando em 2020 iniciou-se a pandemia de COVID-19 (REIS et al., 2019).

Por outro lado, analisando o desenvolvimento da proposta perante ao Edital, considera-se o desempenho satisfatório, devido ao baixo custo do projeto (os três painéis duráveis foram construídos com menos de quatrocentos reais), rápida aplicação (com organização em cerca de 3 meses) e sua alta replicabilidade (REIS et al., 2019). Apesar da rápida aplicação, nota-se que a principal dificuldade, que é a estrutura dos painéis, advém principalmente da falta de projeto do mesmo.

### **2.5 Minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”**

O minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial” é um dos projetos do ESF-NL mais aplicados na comunidade Lavrense. Fundado em 2019, objetiva a capacitação dos cursistas da comunidade local e o despertar do interesse pela área de eletrotécnica. Analisando os 17 ODS, o projeto em questão se encaixa dentro do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 4: Educação de qualidade e, ainda, no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável número 8: Trabalho decente e crescimento econômico (Figura 1). Isso porque o minicurso busca garantir o acesso à educação inclusiva, tendo como público alvo a população jovem e adulta em situação de vulnerabilidade socioeconômica, além de promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos (ONU, 2022). Além do mais, como consequência, pode contribuir para garantir o crescimento econômico inclusivo e sustentável, abrindo portas para o trabalho digno para todos.

Figura 1 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, com ênfase nos ODS 4 e 8.



Fonte: Nações Unidas Brasil (2022).

As instalações elétricas residenciais brasileiras de baixa tensão, tanto novas como as reformas em instalações existentes, são normatizadas pela NBR 5410 (ABNT, 2004). O uso da Norma para os projetos elétricos é de suma importância para a segurança de uma moradia e para o bem-estar. No entanto, como foi observado na prática com o projeto “Noções Básicas de Elétrica Residencial”, nem sempre são seguidas as recomendações e requisitos da NBR 5410 (REIS et al., 2019).

Segundo analisado por Reis et al. (2019, p. 1), não seguir a NBR pode provocar acidentes, como incêndios, curtos-circuitos e até mesmo queimas de eletrodomésticos:

Um dos problemas ocasionados pelo não seguimento e conhecimento da norma é a manutenção necessária nas edificações para adequação à segurança exigida, ou, ainda, a adequação após o acontecimento de um imprevisto. Contratar um profissional capacitado para grandes reformas e grandes reparos é indispensável. Porém, tudo isso demanda um alto custo, que poderia ser evitado mediante pequenas reparações antecessoras ao estrago.

Em grande parte das vezes os problemas de instalações elétricas residenciais são simples e relativamente fáceis de resolver. Em alguns casos, os moradores poderiam solucionar tais problemas básicos sozinhos e com segurança. Todavia, por não possuírem conhecimento, é necessário que contratem profissionais da área até mesmo para os pequenos reparos, como trocar a resistência de um chuveiro.

Em comunidades que enfrentam vulnerabilidade socioeconômica, como apontado por Reis et al. (2019, p. 2) “o valor destinado a estas possíveis reparações poderia ser revertido

para outras áreas básicas de necessidade pessoal, caso estejam aptos a manusearem e realizarem as manutenções e trocas residenciais simples.”

Cuidar das instalações elétricas residenciais previne riscos maiores, como o da perda de aparelhos eletrodomésticos, nos quais seria indispensável um gasto maior.

Caso os pequenos reparos não sejam realizados, ocorrências incomuns podem vir a acontecer, e, assim, a presença do profissional torna-se necessária. Manter este cuidado elétrico é essencial, o que permite o pleno conforto e funcionamento da residência, além de economia de dinheiro. (REIS et al., 2019).

Como uma das soluções para disseminar este conhecimento, e como porta de entrada para o interesse e busca por especializações na área de instalações elétricas residenciais, o minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial” surgiu para capacitar os participantes de modo que, após a aula, sejam capazes de realizar pequenas manutenções em suas residências e, ainda, conheçam oportunidades de atuação no ramo.

Em 2019, ano de sua fundação, foi realizada a construção dos três painéis didáticos usados nas capacitações e a escrita da apostila de ensino, confeccionados pelos membros e baseada na metodologia utilizada pelo instituto SESI/SENAI. Neste mesmo ano, o projeto impactou cerca de 40 beneficiários, que participaram de 3 oficinas (Figura 2).

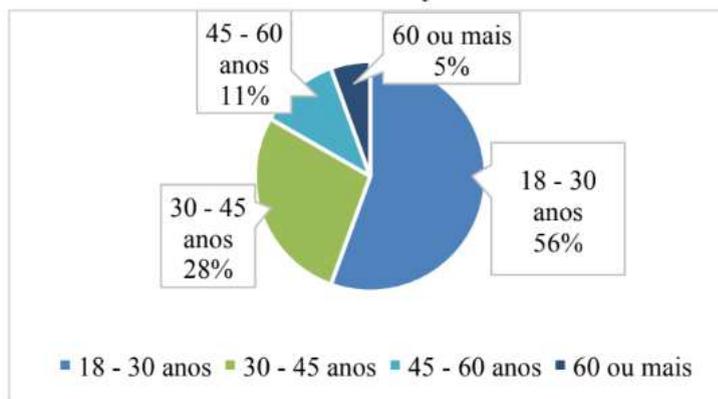
Figura 2 - CRAS COHAB em Lavras/MG, com a aplicação da 2ª Edição do minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”.



Fonte: Das autoras (2019).

O perfil etário dos participantes do ano de 2019 foi disposto por Reis et al. (2019, p. 6) no Gráfico 1. Segundo os autores, “muitos dos jovens adultos demonstraram interesse em atuar como profissionais da área de instalações elétricas”.

Gráfico 1 - Amostra da faixa etária dos presentes em uma das oficinas.



Fonte: Das autoras (2019).

Além das oficinas realizadas em 2019, o projeto também foi apresentado na Feira de Ciências da Escola Estadual Firmino Costa, em Lavras/MG, no mês de novembro deste mesmo ano. O evento teve como público-alvo estudantes do Ensino Médio e Supletivo, tendo sido apresentados os painéis didáticos, as apostilas e um resumo do seu funcionamento (Figura 3).

Figura 3 - Feira de Ciências na E.E. Firmino Costa, com minicurso ministrado pelos alunos da Universidade Federal de Lavras.



Fonte: Das autoras (2019).

Na Figura 3, sobre a mesa que aparece em primeiro plano, podem ser observados dois dos painéis utilizados para as aulas do minicurso. Ao total, foram confeccionados três modelos. É possível ver que eles são diferentes entre si, tanto na disposição quanto no material da base, que é composta por um painel de madeira pesado, com cerca de 5 kg.

O painel simula as ligações básicas presentes em uma residência, como uma representação prática do conteúdo que é estudado no decorrer do minicurso. Os cursistas realizam as atividades práticas manuseando os painéis e realizando as ligações necessárias para o funcionamento da instalação.

## **2.6 Painéis práticos e seus dispositivos**

O projeto “Noções Básicas de Elétrica Residencial” foi idealizado com o intuito de transmitir o conhecimento de forma completa e didática. Desse modo, em sua metodologia de aplicação, considerou-se indispensável o uso da apostila e do painel prático. Cada painel prático foi pensado para comportar 4 cursistas, que trabalham juntos nas conexões, no horário prático da oficina, que acontece após a explicação da teoria, feita por slides que resumem a apostila.

Cada aluno recebe uma apostila para trabalhar ao longo do minicurso, podendo fazer anotações e levá-la para estudos posteriores. A apostila de ensino divide-se em dois capítulos, o teórico e o prático. Os temas são: “Como a energia chega até sua casa?”, “Materiais e Ferramentas” e “Conceitos Fundamentais”, que firmam a teoria básica para o entendimento da prática, a qual divide-se em: “Como emendar fios?” e “Painel Didático”. O conteúdo teórico é transmitido em uma aula de 50 minutos. Depois, é feito um intervalo e café de 20 minutos, nos quais existe uma troca de conhecimentos entre os membros da ONG e os cursistas. Por fim, é reservado o tempo de 1h e 30 minutos para a parte prática.

A Figura 4 apresenta a apostila utilizada no minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”, suporte para a aplicação do conteúdo teórico.

Figura 4 - Apostilas utilizadas no minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”.



Fonte: Das autoras (2019).

O painel prático é de posse interna do ESF-NL e é levado para todos os lugares onde o projeto é aplicado. Por isso, devido ao deslocamento, existe a importância de sua portabilidade e padronização. O painel prático é composto por uma placa de madeira que serve como suporte para as instalações básicas encontradas em residências. A base deve ser uma estrutura leve, tendo em vista sua necessidade de locomoção. O minicurso é lecionado em diferentes locais, como o Centro de Referência da Assistência Social Cohab (CRAS - Cohab), e instituições parceiras, como escolas e casas de reabilitação e, até mesmo, dentro da própria UFLA.

Outro ponto importante que deve ser considerado para os painéis é o seu custo-benefício. O painel prático completo deve ter valor acessível para viabilidade de aplicação do projeto, visto que a questão econômica é um fator delicado para as Organizações Não Governamentais, como é o caso do ESF-NL. No modelo atual, existem os seguintes dispositivos no painel: quadro de distribuição, disjuntor termomagnético, um interruptor simples, um interruptor duplo, duas tomadas, um soquete para lâmpada eletrônica e ligação por meio de eletrodutos corrugados, todos parafusados no painel de madeira. As Figuras 5, 6 e 7 são os painéis atuais e a disposição de seus elementos.

Figura 5, 6 e 7 - Foto dos atuais Painéis Didáticos.



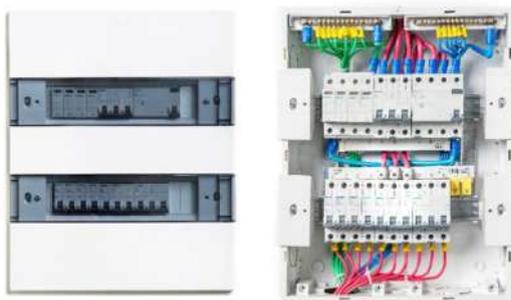
Fonte: Das autoras (2022).

### 2.6.1 Quadro de Distribuição

Em uma residência, o Quadro de Distribuição ou Painel Geral é o primeiro componente da instalação elétrica. Neste quadro são instalados dispositivos de proteção para que, de forma segura, seja feito o controle de todos os circuitos da casa. É onde se encontra todo o cabeamento e dispositivos de segurança (Siemens, 2022).

A Figura 8 apresenta um modelo de quadro de distribuição elétrica utilizado em residências.

Figura 8 - Imagem de um quadro de distribuição.



Fonte: Siemens (2022).

### 2.6.2 Disjuntor

O disjuntor é um dispositivo eletromecânico que funciona como um interruptor automático, cuja função é proteger a instalação elétrica contra curto circuitos e sobrecargas elétricas. O disjuntor detecta picos de energia e a interrompe para evitar danos térmicos e mecânicos nas instalações da rede elétrica (CSM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, 2022).

A Figura 9 apresenta um disjuntor monopolar, um modelo de componente elétrico utilizado em quadros de distribuição dos circuitos elétricos.

Figura 9 - Imagem de um disjuntor monopolar.



Fonte: Saint-Gobain Distribuição Brasil (2022).

### 2.6.3 Conduíte Eletroduto Corrugado

O conduíte eletroduto corrugado é utilizado nas instalações elétricas para a passagem dos fios e cabos elétricos, em seu interior, e, não, de forma aparente nas instalações elétricas. A versão amarela é recomendada para paredes internas e a versão laranja, para embutir em lajes e contrapisos, devido a sua maior resistência mecânica. Normalmente são fabricados em PVC e possuem grande flexibilidade, conforme podemos observar na Figura 10 (KRONA, 2021).

Figura 10 - Imagem de conduítes eletrodutos corrugados.



Fonte: Krona (2021).

### 2.6.4 Cabo elétrico flexível

O cabo elétrico flexível é um cabo composto por vários fios elétricos que possuem flexibilidade. A sua função é conduzir corrente elétrica para que um sistema elétrico funcione corretamente. Os cabos elétricos flexíveis são feitos de PVC e cobre e possuem capacidade de deslizar nos eletrodutos (JMC, 2022).

A Figura 11 é uma imagem que apresenta diversos tipos de cabos elétricos utilizados nas instalações elétricas.

Figura 11 - Imagem de cabos elétricos flexíveis.



Fonte: JMC (2022).

### **2.6.5 Caixas de passagem**

As caixas de passagem são o ponto de fixação de tomadas e interruptores. Ainda, são importantes para a organização dos fios, principalmente na mudança de direção dos mesmos. É sempre recomendável a instalação de uma caixa em uma mudança brusca na direção dos fios, visto que facilita o processo de passagem dos cabos (Ferreira, R. A. F., 2018 - Instalações Elétricas I).

A Figura 12 é uma imagem de um tipo de caixa de passagem utilizado nas instalações elétricas residenciais.

Figura 12 - Imagem de Caixas de Passagem.



Fonte: Tramontina (2022).

### **2.6.6 Tomada elétrica**

A tomada elétrica, que pode ser observada na Figura 13, é um dispositivo que conecta o plugue de um aparelho elétrico à rede de energia elétrica que alimenta o sistema (SOPRANO, 2021).

Figura 13 - Imagem de uma tomada elétrica.



Fonte: Soprano (2021).

### 2.6.7 Interruptor

O interruptor é um dispositivo acionado mecanicamente cuja sua principal função é bloquear ou permitir a passagem de energia elétrica entre dois pontos. Funciona ligando ou desligando um circuito elétrico, conforme pode ser observado na Figura 14 (SOPRANO, 2020).

Figura 14 - Imagem de um conjunto de 3 interruptores simples.



Fonte: Soprano (2020).

### 2.6.8 Soquete

Soquete ou bocal é um componente eletrônico responsável por conectar a lâmpada ao circuito elétrico, conforme pode ser observado na Figura 15.

Figura 15 - Imagem de soquete.



Fonte: Saint-Gobain Distribuição Brasil (2022).

### 2.6.9 Lâmpadas eletrônicas

“Lâmpadas eletrônicas são dispositivos que geram luz através de uma descarga elétrica conduzida por um gás ionizado” (ULTRALUZ, 2022). Esse tipo de lâmpada apresenta várias vantagens, como maior durabilidade, máxima eficiência e economia de energia. A Figura é uma imagem de uma lâmpada eletrônica, utilizada em circuitos de iluminação.

Figura 16 - Imagem de lâmpada eletrônica.



Fonte: Ultraluz (2022).

### 2.6.10 Chuveiro

O chuveiro elétrico, conforme pode ser observado na Figura 17, é o aparelho de terminação de rede de água, que possibilita a saída desta por pequenos orifícios. Constitui-se de um resistor e uma membrana de borracha.

Figura 17 - Imagem de Chuveiro Elétrico.



Fonte: Lorenzetti (2022).

### 2.6.11 Resistência

Resistência é uma peça que, quando está ligada à rede elétrica, se aquece. Alguns eletrodomésticos que possuem resistência são chuveiros, ferros de passar roupa e secadores de cabelo. Se não forem bem utilizadas, ou se findarem sua vida útil, as resistências podem queimar. A Figura 18 é um tipo de resistência utilizada em chuveiros elétricos.

Figura 18 - Imagem de Resistência de Chuveiro.

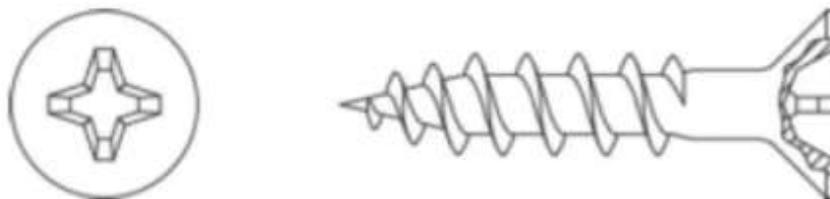


Fonte: Lorenzetti (2022).

### 2.6.12 Acessórios: parafusos para madeira

Os parafusos para madeira têm como função unir itens e garantir firmeza nas instalações. Um desenho esquemático de um parafuso é apresentado na Figura 19.

Figura 19 - Desenho esquemático de um parafuso para madeira.



Fonte: Leroy Merlin (2022).

### 2.6.13 Painéis de madeira

Segundo Mattos, Chagas e Gonçalves (2008), painéis de madeira são estruturas de madeira fabricadas com lâminas ou partículas de madeira aglutinadas. No Brasil, são utilizados para diversas finalidades, principalmente no setor da construção civil e movelaria.

Para a melhoria do painel didático utilizado no minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial”, foram considerados 4 diferentes tipos de painéis de madeira: MDP, MDF, OSB e Compensado. A escolha do painel de madeira ideal para o projeto dos painéis didáticos deve considerar a massa e resistência do material.

O MDP (*Medium Density Particleboard*), ou Painel de Partículas de Média Densidade, é um painel de partículas de média densidade, lignocelulósico, de grande estabilidade dimensional, composto de pequenas partículas de madeiras e adesivo, colados sob pressão e temperatura em uma prensa quente (MALONEY, 1993). As partículas de madeira são oriundas de florestas e restos industriais, geralmente de eucalipto ou pinus. Segundo dados da FAO (2010), o MDP é o painel mais produzido no mundo, dentre os painéis de madeira reconstituída (compensado, chapa dura, MDF etc), e em geral, possui o menor preço, por isso é comumente utilizado na produção de móveis de menor valor comercial. (FOELKEL, 2009). A Figura 20 apresenta uma imagem de uma chapa de madeira MDP.

Figura 20 - Imagem de uma chapa de madeira MDP.



Fonte: BERNECK (2022).

Já o MDF (Medium Density Fiberboard) também é um painel lignocelulósico de média densidade, porém mais homogêneo, uma vez que é composto, não por partículas, mas por fibras de madeira, que são adesivadas, aglutinadas e compactados sob alta temperatura e pressão. O MDF pode ter diferentes denominações de acordo com o acabamento, que pode ser in natura, revestido ou pintado. (ABIPA, 2013). Geralmente também é produzido com madeira de pinus e eucalipto, conforme pode ser observado na Figura 21.

Figura 21 - Imagem de uma chapa de madeira MDF.



Fonte: BERNECK (2022).

O OSB, apresentado na Figura 22, é um painel estrutural de madeira dispostas em três camadas perpendiculares, composto por tiras de madeiras e resinas resistentes prensados sob altas temperaturas. O painel apresenta ótima resistência mecânica, rigidez e estabilidade. É muito utilizado no ramo da construção civil, assim como os anteriores. No entanto, é bem mais adotado em funções estruturais, devido à sua resistência. (LP BRASIL, 2013).

Figura 22 - Imagem de uma chapa de madeira OSB.



Fonte: LEROY MERLIN (2022).

Por fim, o Pannel de Madeira Compensado é um pannel composto por lâminas de madeira, provenientes do torneamento do tronco, colados com resinas, de forma que a grã de uma lâmina seja perpendicular à grã de outra lâmina, sob alta pressão e temperatura. Podem ser feitos de diversas madeiras, mas comercialmente as mais usadas são eucalipto e pinus, assim como os outros painéis, conforme pode ser observado na Figura 23. (BALDWIN, 1981; SELLERS, 1985).

Figura 23 - Imagem de uma chapa de madeira compensada.



Fonte: MADEIRA MADEIRA (2022).

A principal diferença entre MDP, MDF, OSB e compensado é a composição de sua estrutura interna. Enquanto o MDP é composto por partículas de madeira prensadas, o MDF é feito com fibras de madeira, o que permite maior aproximação do material lignocelulósico e consequentemente menor existência de bolhas de ar no pannel. O OSB, diferentemente, é composto por tiras longas e maiores, e o Compensado por lâminas de dimensões do próprio pannel. Essa fabricação e mudança de estrutura é o que influencia a resistência e o peso dos materiais.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia adotada consiste em três etapas. A primeira etapa realizada foi a aplicação de um questionário, com o intuito de levantar demandas e melhorias a serem aplicadas ao projeto. A segunda etapa consiste em um estudo com a finalidade de definir um pannel que atenda de forma eficaz às necessidades do projeto. E, por fim, a terceira etapa consiste em considerar os dados obtidos nas etapas anteriores para o desenvolvimento de um projeto dos painéis práticos.

### **3.1 Questionário: levantamento das oportunidades de melhoria**

A mensuração está presente nos mais variados estudos, visto que é um dos melhores meios para acessar dados de interesse em pesquisas. A fim de compreender mais sobre a realidade das principais dificuldades enfrentadas pelos atuais líderes do projeto, foi apresentado aos membros do ESF-NL responsáveis pelo minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial” o questionário disposto no ANEXO I. Foram-lhes relatado os objetivos da pesquisa e garantido que a identidade das respostas seria resguardada, bem como a confidencialidade das informações.

Para criação do questionário de levantamento de oportunidades de melhoria do minicurso em estudo, foi escolhida uma das escalas mais utilizadas em pesquisas de Marketing e Administração, que é a Escala de Likert, desenvolvida por Rensis Likert (1932) (COSTA, ORSINI E CARNEIRO, 2018).

A Escala de Likert consiste em um conjunto de afirmações nas quais os respondentes da pesquisa emitem seu grau de concordância. Segundo Costa (2011) citado por Costa, Orsini e Carneiro (2018, p. 5), as vantagens da aplicação dessa escala envolvem principalmente a facilidade do seu manuseio e entendimento. O uso original desta escala se dá em até 5 pontos relacionados ao grau de satisfação ou opinião.

Para pesquisa interna à ONG ESF-NL, foi utilizada a seguinte pontuação: 1: Discordo totalmente; 2: Discordo parcialmente; 3: Neutro; 4: Concordo parcialmente; 5: Concordo totalmente.

As afirmações para tal concordância foram pautadas em algumas dores já conhecidas e possíveis outras necessidades de melhoria. E, ainda, foram liberados campos abertos para que os membros pudessem discorrer sobre outras eventuais necessidades e sugestões de melhorias referentes à estrutura do painel didático, apostila utilizada na aplicação do minicurso e às parcerias entre ESF-NL e entidades sociais e escolas para a aplicação do minicurso. Desse modo, foram estruturadas as seguintes afirmações:

- a) Os componentes do painel didático atendem as demandas necessárias para aplicação do minicurso;
- b) O painel didático é de fácil locomoção;
- c) Os componentes utilizados nos painéis são completos e apresentam todas as funções necessárias para a manutenção básica residencial;
- d) A qualidade dos componentes do painel atende de maneira eficaz as necessidades para aplicação das aulas práticas;

- e) Seria interessante a adição de manutenção básica do chuveiro elétrico no conteúdo ministrado;
- f) A apostila do minicurso é completa e possui todas as informações necessárias à aplicação do conteúdo;
- g) A apostila do minicurso apresenta o conteúdo de forma clara e de fácil entendimento dos alunos;
- h) A parceria de aplicação do minicurso com entidades sociais e escolas é eficaz e gera bons resultados;
- i) A captação de alunos para a aplicação do minicurso com mediação das entidades sociais e escolas é eficaz;
- j) A estrutura física das entidades sociais e escolas atende as necessidades para aplicação do minicurso;
- k) Seria interessante expandir as formas de captação de alunos para a aplicação do minicurso.

### **3.2 Escolha do painel de madeira ideal**

Para escolher o painel de madeira ideal, foi levada em consideração a densidade, massa, preço e resistência do material. Os tipos de painéis considerados no estudo foram MDF, MDP, OSB e Compensado. A partir da densidade, diretamente proporcional à massa do corpo, é possível comparar o peso que cada placa projetada deverá possuir por unidade de volume e, comparando-se o peso aos demais fatores, define-se aquela que mais se adequa às necessidades do projeto.

No estudo em questão, foi considerada a densidade absoluta ( $\rho$ ), que é definida como a relação entre a massa e o volume do material (1), uma vez que cada painel possui uma densidade própria, e essa é constante. (César, Paoli e Andrade, 2004). Visto que o requisito de portabilidade é um dos mais importantes, a densidade foi primordial para a decisão.

$$\rho = m/v \quad (1)$$

Ainda, para validar a massa de cada placa utilizada para o painel didático, foi construída uma tabela de comparação de massas de painéis a partir de um cálculo simples de densidade (1) feito com as informações de dimensões, para obter o volume e massa. Neste cálculo, foram consideradas as informações dispostas no *marketplace* da Gasômetro Madeiras, que possui 6 lojas físicas nos estados de São Paulo e Minas Gerais e é referência

em suas páginas de produto, que contam com todas as dimensões, valores e propriedades dos painéis de madeira vendidos (Gasômetro Madeiras, 2022).

### 3.3 Projeto dos Painéis Práticos

O principal objetivo deste trabalho é identificar os pontos de melhoria nos painéis práticos utilizados no minicurso e propor um novo projeto para a construção de novos painéis didáticos que sanem os problemas relatados no uso dos antigos. Sendo assim, para averiguar o que precisa ser adaptado nos instrumentos antigos, também foi feita uma análise presencial, com uma visita à sede do ESF-NL, em que os três painéis existentes foram analisados.

Após a análise, foram definidos quais dispositivos ainda devem fazer parte do painel didático e quais devem ser acrescentados, tomando-se como base as explicações já existentes na apostila do minicurso e o nível de amplitude e detalhamento desejados.

Depois da escolha dos dispositivos e considerando-se o painel de madeira escolhido, definiu-se o tamanho de cada painel didático e as peças de sua estrutura, para que ela seja de fácil portabilidade. Assim, foi elaborada uma tabela com todos os materiais usados no projeto, suas respectivas quantidades e valores, para verificar se o custo-benefício é viável para a ONG ESF-NL.

Para dimensionar os disjuntores ideais, foi aplicada a Lei de Ohm. Calcula-se a corrente total de cada circuito de forma a dimensionar um disjuntor que atenda as necessidades de segurança de cada circuito composto no painel didático.

A Lei de Ohm é dada por:

$$I = P/U \quad (2)$$

onde, I: corrente nominal calculada do circuito; P: Soma das potências do circuito; U: tensão nominal da rede.

Outro ponto importante é o dimensionamento dos cabos a serem utilizados em cada circuito, para isso, foi consultada a NBR 5410.

Com o orçamento aprovado, foi elaborado o projeto em AutoCAD (*Computer-Aided Design*, ou desenho assistido por computador) e representado em modelagem 3D no software SketchUp. No projeto foram representadas todas as dimensões do painel e a disposição dos componentes, definindo-se quais as conexões fazem sentido, de acordo com o viés técnico e também o didático.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

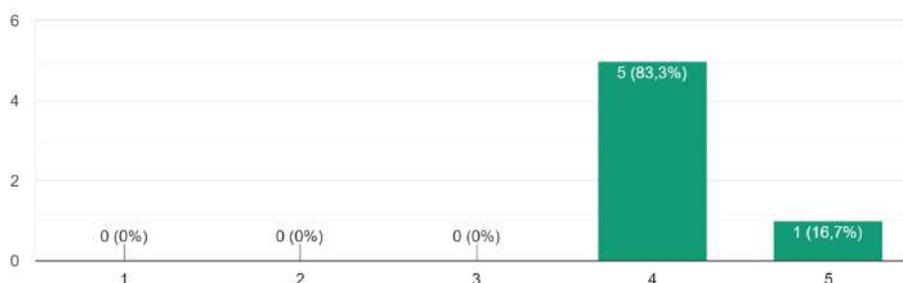
De acordo com o objetivo proposto pelo trabalho, os dados e resultados obtidos mediante a aplicação das metodologias, estão dispostos a seguir.

##### 4.1 Questionário: levantamento das oportunidades de melhoria

Diante das respostas ao questionário, foram levantados os principais pontos de melhoria, que tiveram bastante similaridade entre as respostas dos membros da ONG. Ao todo, 6 membros do ESF-NL, responsáveis por liderar a frente “Noções Básicas de Elétrica Residencial”, responderam o questionário interno. Os resultados da satisfação com as afirmações descritas, de acordo com a escala de Liniker, podem ser encontrados a seguir. Os Gráficos 2, 3, 4 e 5 apresentam perguntas referentes à estrutura física do painel didático.

Gráfico 2 - Pergunta 1 do questionário aplicado.

1 - Os componentes do painel didático atendem as demandas necessárias para aplicação do minicurso.  
6 respostas



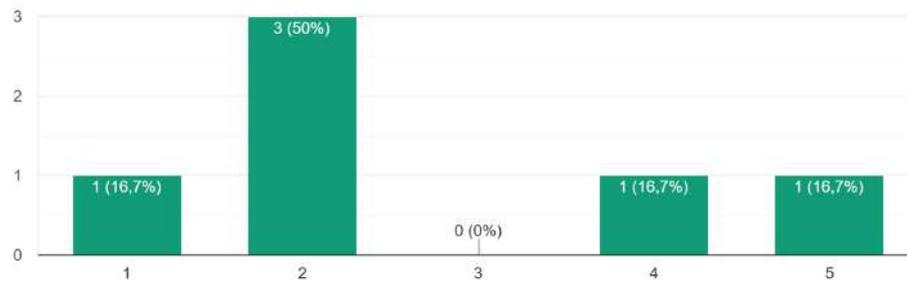
Fonte: Autoras (2022).

Como pode ser observado no Gráfico 2, os componentes atuais dos painéis se mostram eficientes para a didática e atendem as demandas do projeto. São eles: quadro de distribuição, disjuntor termomagnético, um interruptor simples, um interruptor duplo, duas tomadas, um soquete para lâmpada eletrônica e ligação por meio de eletrodutos corrugados, todos parafusados no painel de madeira.

Gráfico 3 - Pergunta 2 do questionário aplicado.

2 - O painel didático é de fácil locomoção.

6 respostas



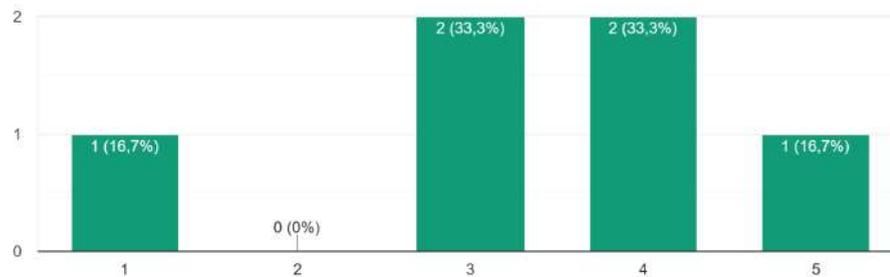
Fonte: Autoras (2022).

No Gráfico 3, foi evidenciada a necessidade de uma solução para a dificuldade de locomoção do painel, o que era esperado. Das seis respostas dos líderes do projeto, quatro tiveram avaliação de discordância total ou parcial à afirmação da questão 2 (Gráfico 3).

Gráfico 4 - Pergunta 3 do questionário aplicado.

3 - Os componentes utilizados nos painéis são completos e apresentam todas as funções necessárias para a manutenção básica residencial.

6 respostas

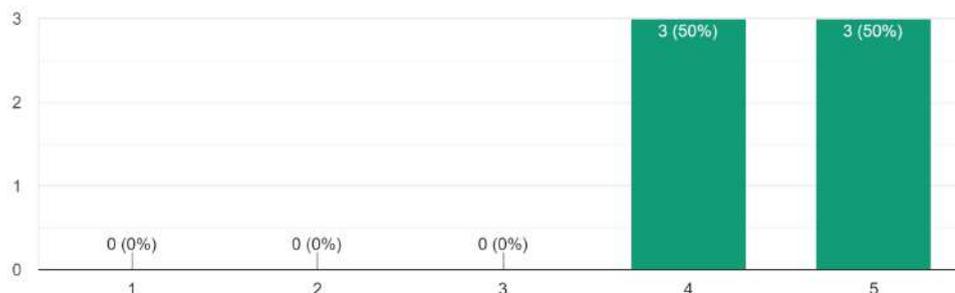


Fonte: Autoras (2022).

Gráfico 5 - Pergunta 4 do questionário aplicado.

4 - A qualidade dos componentes do painel atende de maneira eficaz as necessidades para aplicação das aulas práticas.

6 respostas



Fonte: Autoras (2022).

Analisando os dados do Gráfico 4 e 5, podemos observar uma certa divisão de opiniões referente às funções dos componentes presentes nos painéis atuais, o mesmo não ocorre em relação a qualidade dos itens, onde a maioria considera satisfatória.

Após as perguntas 1, 2, 3 e 4, foi destinado um espaço para os participantes proporem sugestões de melhorias referentes à estrutura do painel didático. As respostas podem ser observadas na Figura 24.

Figura 24 - Caixa de sugestões referente a estrutura do painel.

Sugestões de melhorias referentes a estrutura do painel didático.

4 respostas

- Padronização de tamanho e dos materiais/componentes utilizados, e referente ao tamanho e locomoção do painel.
- Talvez colocar uma alça no módulo para facilitar o transporte
- Adicionar chuveiro elétrico, possível alternativa de material da "placa" mais leve para facilitar na locomoção, padronização.
- Deixar padronizado, mesmo tamanho e cor!

Fonte: Autoras (2022).

As principais sugestões de melhoria referentes à estrutura do painel didático, respondidas por meio da questão aberta do formulário, como pode ser observado na Figura 24, incluem a padronização e diminuição do tamanho dos painéis e padronização dos materiais e componentes utilizados. Como pode ser observado no Gráfico 3 e na Figura 24,

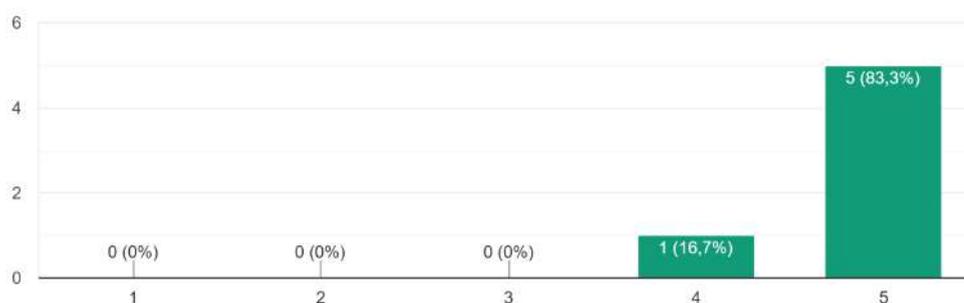
já havia o interesse de incrementar o chuveiro nos painéis, visto que a apostila aborda esse tema, todavia, na prática não era ensinado o tópico devido a falta de material. Outra demanda presente foi a incrementação das alças para facilitar a locomoção.

Os Gráficos 6 e 7 apresentam perguntas voltadas para a análise das apostilas, sobre o conteúdo abordado e clareza das informações.

Gráfico 6 - Pergunta 6 do questionário aplicado.

6 - A apostila do minicurso é completa possui todas as informações necessárias a aplicação do conteúdo.

6 respostas

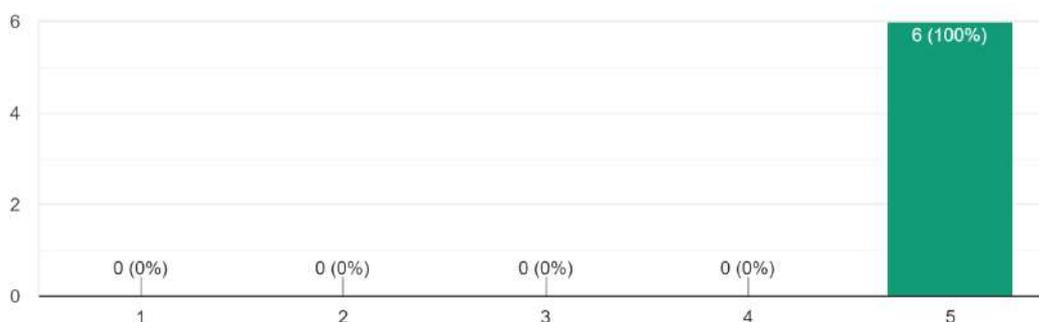


Fonte: Autoras (2022).

Gráfico 7 - Pergunta 7 do questionário aplicado.

7 - A apostila do minicurso apresenta o conteúdo de forma clara e de fácil entendimento dos alunos.

6 respostas



Fonte: Autoras (2022).

Após as perguntas 6 e 7, foi destinado um espaço para os participantes proporem sugestões de melhorias referentes à apostila utilizada como embasamento teórico para o minicurso. As respostas podem ser observadas na Figura 25.

Figura 25 - Caixa de sugestões referente a estrutura do painel.

Sugestões de melhorias referentes a apostila utilizada na aplicação do minicurso.

3 respostas

Acrescentar a parte de instalação de chuveiro
Acredito que dentro do objetivo do projeto, que é a elétrica residencial básica, a apostila tem um conteúdo completo.
Sem sugestões

Fonte: Autoras (2022).

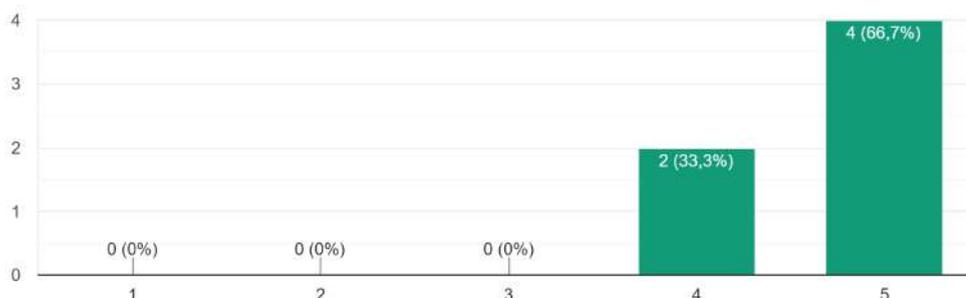
Quanto à apostila utilizada na aplicação do minicurso, os resultados da escala e da questão aberta do formulário mostram que a mesma está dentro do objetivo do projeto e possui um conteúdo completo. A parte de incrementação da etapa de instalação do chuveiro foi constatada que já é existente no material.

Os Gráficos 8, 9, 10 e 11 apresentam perguntas referentes a parceria entre o ESF-NL e as entidades sociais para a aplicação do minicurso.

Gráfico 8 - Pergunta 8 do questionário aplicado.

8 - A parceria de aplicação do minicurso com entidades sociais e escolas é eficaz e gera bons resultados.

6 respostas



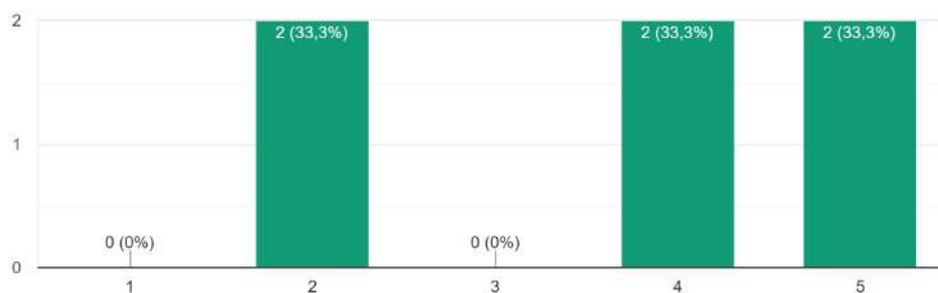
Fonte: Autoras (2022).

Com as respostas obtidas na pergunta 8, podemos observar que de maneira geral, os resultados obtidos pela parceria com as entidades sociais e escolas é eficaz mediante a visão dos líderes do projeto. Já referente a captação de alunos para participação no projeto, podemos observar no Gráfico 9 uma certa divisão de opiniões quanto a eficácia.

Gráfico 9 - Pergunta 9 do questionário aplicado.

9 - A captação de alunos para a aplicação do minicurso com mediação das entidades sociais e escolas é eficaz.

6 respostas

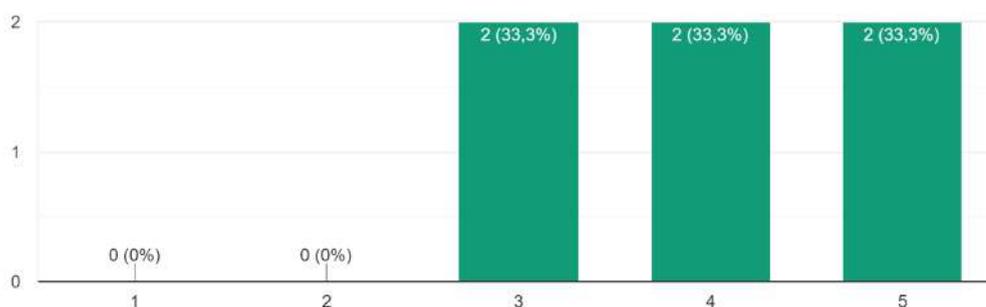


Fonte: Autoras (2022).

Gráfico 10 - Pergunta 10 do questionário aplicado.

10 - A estrutura física das entidades sociais e escolas atende as necessidades para aplicação do minicurso.

6 respostas



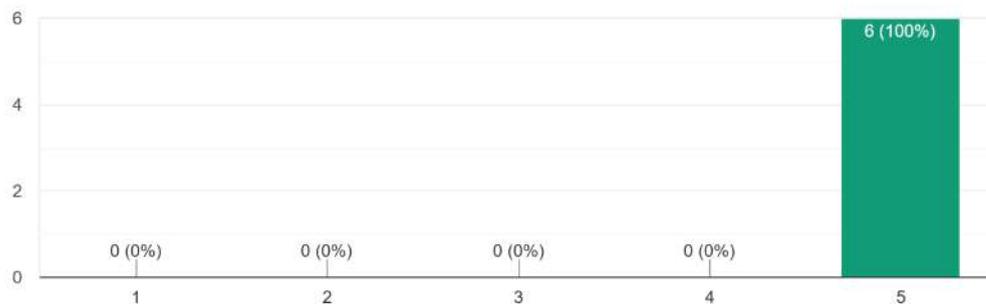
Fonte: Autoras (2022).

No Gráfico 10, observa-se que a maioria dos líderes do projeto consideram que a estrutura física das entidades sociais parceiras, sendo elas CRAS e escolas, atendem às necessidades básicas para a aplicação do minicurso.

Gráfico 11 - Pergunta 11 do questionário aplicado.

11 - Seria interessante expandir as formas de captação de alunos para a aplicação do minicurso.

6 respostas



Fonte: Autoras (2022).

A pergunta apresentada no Gráfico 11 tem um resultado muito importante. Todos os líderes do projeto concordam sobre a necessidade de expandir as formas de captação de alunos, para que o projeto possa alcançar de forma mais abrangente a comunidade.

Após as perguntas 8, 9, 10 e 11, foi destinado um espaço para os participantes proporem sugestões de melhorias referentes a parceria entre o ESF-NL e as entidades sociais e escolas. As respostas podem ser observadas na Figura 26.

Figura 26 - Caixa de sugestões referente às parcerias entre o ESF-NL e as entidades sociais.

Sugestões de melhorias referentes a parceria entre ESF-NL e entidades sociais e escolas na aplicação do mini curso.

1 resposta

Focar em criar contatos mais eficazes para parcerias mais consolidadas em escolas, visto que as aplicações no CRAS não estão sendo muito efetivas quanto à captação de beneficiários.

Fonte: Autoras (2022).

Por fim, tratando-se das melhorias referentes à parceria entre o ESF-NL e entidades sociais e escolas na aplicação do minicurso, o principal ponto foi a necessidade da criação de uma rede de contatos mais eficaz e fundamentação de parcerias mais consolidadas em escolas, visto que as aplicações no CRAS não estão sendo muito efetivas quanto à captação de beneficiários e o público-alvo de escolas públicas contempla todos os objetivos do referido projeto.

## 4.2 Escolha do painel de madeira ideal

As características de densidade, resistência, massa por m<sup>2</sup> e preço por m<sup>2</sup> dos painéis considerados no estudo (MDF, MDP, OSB e Compensado) foram reunidas no quadro a seguir. Foi considerada a Resistência à Tração Perpendicular em N/mm<sup>2</sup>.

Para o cálculo da massa de cada painel, foram consideradas as informações dispostas no *marketplace* da Gasômetro Madeiras, das Figuras 27, 28, 29 e 30. A espessura ideal adotada para o aparafusamento dos itens foi definida em 18mm, para conseguir comportar o aparafusamento dos componentes do painel.

Visto que as placas não possuem a mesma dimensão, foi encontrado um valor por m<sup>2</sup>. A massa calculada foi de um suposto painel de 1m de largura e 1m de comprimento, mantendo a espessura de 18mm. O preço pelas dimensões da placa também foi dividido pelas dimensões da placa, para que fosse encontrado um valor por m<sup>2</sup>. Posteriormente, no item 4.3, definido qual o painel ideal e tendo-se as medidas de projeto dos painéis, foi encontrado o valor de cada placa e a massa de cada painel.

Figura 27 - Dados MDF branco.

Cor   padrão	Branco
Marca	Multimarcas
Linha   textura	Liso
Comprimento (mm)	2.750
Largura (mm)	1.840
Espessura (mm)	18 mm - 02 Faces
Peso	60 Kg por chapa

Fonte: Gasômetro Madeiras (2022).

Figura 28 - Dados MDP cru.

<b>Marca</b>	Multimarcas
<b>Linha   textura</b>	Cru
<b>Comprimento (mm)</b>	2.750
<b>Largura (mm)</b>	1.850
<b>Espessura (mm)</b>	18 mm
<b>Peso</b>	57,5 Kg por chapa

Fonte: Gasômetro Madeiras (2022).

Figura 29 - Dados do OSB.

<b>Modelo</b>	OSB Indu Plac
<b>Marca</b>	LP Brasil
<b>Comprimento (mm)</b>	2.440
<b>Largura (mm)</b>	1.220
<b>Espessura (mm)</b>	18
<b>Peso</b>	37,6 Kg por chapa

Fonte: Gasômetro Madeiras (2022).

Figura 30 - Dados do Compensado Naval.

Tipo	Compensado Naval
Marca	Vale Norte
Comprimento (mm)	2.200
Largura (mm)	1.600
Espessura	18mm
Uso indicado	Interno e externo
Colagem	Cola com resina fenólica WBP 100% resistente à água
Face	Lixada
Peso	43 Kg por chapa

Fonte: Gasômetro Madeiras (2022).

Com todas as dimensões, valores e propriedades dos painéis de madeira vendidos pela Gasômetro Madeiras, calculou-se a densidade simples pela Fórmula 1.

$$\rho = m/v \quad (1)$$

O volume foi dado em mm<sup>3</sup> pela multiplicação do comprimento, largura e espessura. Com isso, chegou-se a uma densidade em kg/mm<sup>3</sup>. Para obter a massa por m<sup>2</sup>, a densidade encontrada foi convertida para kg/m<sup>2</sup>. Obteve-se os valores dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Características dos Painéis de Madeira.

Tipo de painel	Densidade	Resistência	Massa por m <sup>2</sup> (Gasômetro Madeiras)	Preço em R\$ por m <sup>2</sup> (Gasômetro Madeiras)
MDP	600 kg/m <sup>3</sup> (Luz, 2019)	0,35 N/mm <sup>2</sup> (NBR 14.810-2)	11,3022113 kg/m <sup>2</sup>	R\$ 40,51 para cada m <sup>2</sup>
MDF	695 kg/m <sup>3</sup> (Belini et al, 2010)	0,55 N/mm <sup>2</sup> (NBR 15.316-2)	11,8577075 kg/m <sup>2</sup>	R\$ 60,12 para cada m <sup>2</sup>
OSB	640 kg/m <sup>3</sup> (Hometeka, 2016)	0,30 N/mm <sup>2</sup> (Egger - Fabricante de OSB)	12,6310132 kg/m <sup>2</sup>	R\$ 99,78 para cada m <sup>2</sup>

Compensado	650 kg/m <sup>3</sup> (Piñero, 2022)	0,21 N/mm <sup>2</sup> (Taqi, 2022)	13,2307692 kg/m <sup>2</sup>	R\$ 97,20 para cada m <sup>2</sup>
------------	---	--	---------------------------------	---------------------------------------

Fonte: Autoras (2022).

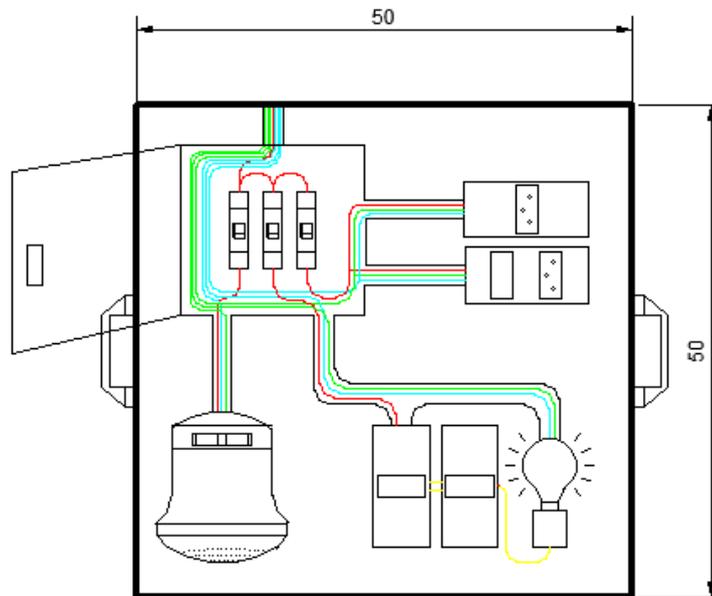
Considerando-se a alta resistência, bom custo benefício e segundo menor peso da comparação, escolheu-se o MDF. Além desses fatores, sua estética envelopada branca deixará o padrão dos painéis visualmente bonito. No mais, sua superfície lisa e estável será propícia para a instalação dos componentes.

### 4.3 Projeto dos Painéis Práticos

Além das percepções advindas do questionário de levantamento das oportunidades de melhoria, a visita à sede do ESF-NL para avaliação dos três painéis existentes trouxe também ideias de pontos de melhoria, como a ordem e organização da disposição dos componentes no painel, a espessura da placa de madeira que será utilizada, o tamanho ideal para o painel e meios de facilitar a locomoção destes.

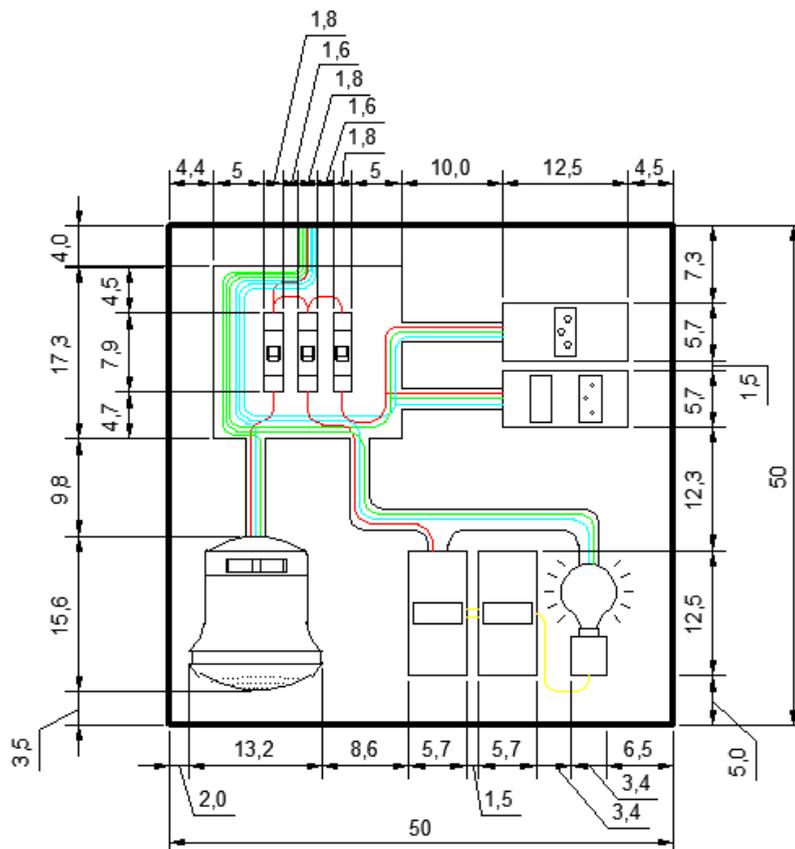
Notou-se que a organização da disposição dos componentes no painel atual não segue um padrão e, muitas vezes, para a ligação de um dos circuitos é gasto um maior comprimento de fio do que necessário, caso a disposição fosse repensada. Além disso, é possível observar nas Figuras 5, 6 e 7 que tal padronização e diminuição do tamanho dos painéis, conforme sugerido, é muito eficaz. Dois dos painéis atuais possuem 80 cm de largura e 50 cm de comprimento e 25 mm de espessura, e o outro possui 1 m de largura e 40 cm de comprimento e 20 mm de espessura. Ainda, pode-se notar que os componentes são realmente diferentes, como a lâmpada e o quadro de distribuição. A padronização dos materiais e componentes utilizados será enriquecedora. Para tanto, utilizando-se o AutoCad, foi projetado o modelo ideal de alocação dos componentes do painel. O resultado está disposto nas Figuras 31 e 32.

Figura 31 - Projeto do Painel em AutoCAD. Sem escala (medidas em cm).



Fonte: Das autoras (2022).

Figura 32 - Projeto do Painel em AutoCAD, com cota dos componentes. Sem escala (medidas em cm).



Fonte: Das autoras (2022).

Como solução para a demanda levantada referente a locomoção do painel, foram utilizadas duas alças laterais fixas na estrutura do painel.

A fim de comportar todos os dispositivos necessários, as dimensões ideais do painel didático encontradas foram de 50 cm de comprimento, 50 cm de largura e espessura de 18 mm. Sendo assim, foi comparada a massa e o valor do Quadro 2 para essas dimensões. Visto que o MDF possui densidade de 11,8577075 kg/m<sup>3</sup> e custa R\$ 60,12 (para cada m<sup>2</sup>), o painel de 50 x 50 cm, de área de 0,25 m<sup>2</sup>, terá 2,96 kg, com custo de R\$ 15,03 por painel.

O MDF analisado, de dimensões 2.750 x 1.840 mm, fabricado com madeira de reflorestamento, poderá ser utilizado para a fabricação de até 20 painéis didáticos. No entanto, conversando com os líderes do projeto, o ideal seria confeccionar 5 painéis. Concordaram que, caso a compra seja efetuada na loja sugerida, o restante do material seja utilizado para demais projetos da organização.

Todos componentes que devem ser utilizados para o desenvolvimento de um dos painéis são mostrados na Tabela 2, seguidos de suas respectivas quantidades e valores. Ainda, compreende-se que são necessários componentes extras para facilitar a mobilidade dos painéis, como as alças, requisitadas pelos membros do ESF-NL. Para os novos painéis, foi definida a tensão de alimentação do circuito, que será monofásica de 127V. Dessa forma, pode-se utilizar disjuntores termomagnéticos monopolares, visto que o circuito será alimentado com uma única fase. Os circuitos serão separados em 3, um para a iluminação, um para as tomadas e um para o chuveiro.

Com a Lei de Ohm [2], foi encontrada a corrente total de cada circuito para dimensionar o disjuntor que atende cada circuito.

Para o circuito de iluminação adota-se o uso de uma lâmpada eletrônica de 20W, logo tem-se:

$$I = 20 (W)/127 (V)$$
$$I = 0,16A$$

Neste circuito, a corrente possui valor muito baixo, seguindo as recomendações da norma NBR 5410 e a análise das curvas de referência dos disjuntores, pode-se adotar um disjuntor termomagnético monopolar de 10A.

Já para o circuito de tomadas de uso geral, seguindo as especificações da NBR 5410, também se pode adotar o disjuntor termomagnético monopolar de 10A, visto que essa é a recomendação normativa e as tomadas são fabricadas para suportar até essa corrente elétrica.

Já para o circuito destinado à instalação do chuveiro elétrico, adota-se o componente com potência de 4.400W, logo:

$$I = 4.400 (W)/127 (V)$$

$$I = 34,65A$$

O chuveiro é um componente que demanda uma corrente nominal de maior escala, portanto, adota-se o uso de um disjuntor termomagnético monopolar de 40A.

Após definir as especificações dos disjuntores para cada circuito do painel, conclui-se que será necessário o uso de um quadro de distribuição para 3 disjuntores.

Para o dimensionamento dos cabos a serem utilizados em cada circuito, a NBR 5410 estipula alguns critérios que devem ser considerados. O primeiro critério é referente à dimensão mínima do cabo, de acordo com a sua utilização. Para consultar as condições do primeiro critério foi consultada a tabela 47 da NBR 5410, disposta a seguir.

Figura 33 - Tabela 47 da NBR 5410.

Tabela 47 — Seção mínima dos condutores<sup>1)</sup>

Tipo de linha		Utilização do circuito	Seção mínima do condutor mm <sup>2</sup> - material
Instalações fixas em geral	Condutores e cabos isolados	Circuitos de iluminação	1,5 Cu 16 Al
		Circuitos de força <sup>2)</sup>	2,5 Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	0,5 Cu <sup>3)</sup>
	Condutores nus	Circuitos de força	10Cu 16 Al
		Circuitos de sinalização e circuitos de controle	4 Cu
Linhas flexíveis com cabos isolados	Para um equipamento específico	Como especificado na norma do equipamento	
	Para qualquer outra aplicação	0,75 Cu <sup>4)</sup>	
	Circuitos a extra baixa tensão para aplicações especiais	0,75 Cu	

<sup>1)</sup> Seções mínimas ditadas por razões mecânicas  
<sup>2)</sup> Os circuitos de tomadas de corrente são considerados circuitos de força.  
<sup>3)</sup> Em circuitos de sinalização e controle destinados a equipamentos eletrônicos é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.  
<sup>4)</sup> Em cabos multipolares flexíveis contendo sete ou mais veias é admitida uma seção mínima de 0,1 mm<sup>2</sup>.

Fonte: NBR 5410 (2004).

De acordo com os circuitos adotados no projeto do painel, tem-se um circuito de iluminação, cuja seção mínima deve ser 1,5 mm<sup>2</sup>. Além de dois circuitos de força, cuja seção mínima deve ser 2,5 mm<sup>2</sup>.

O segundo passo é definir a quantidade ideal de cabos carregados do circuito. Para esse passo, é consultada a tabela 46 da NBR 5410, disposta a seguir.

Figura 34 - Tabela 46 da NBR 5410.

**Tabela 46 — Número de condutores carregados a ser considerado, em função do tipo de circuito**

Esquema de condutores vivos do circuito	Número de condutores carregados a ser adotado
Monofásico a dois condutores	2
Monofásico a três condutores	2
Duas fases sem neutro	2
Duas fases com neutro	3
Trifásico sem neutro	3
Trifásico com neutro	3 ou 4 <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Ver 6.2.5.6.1.

Fonte: NBR 5410 (2004).

No projeto dimensionado, adota-se o uso de um circuito monofásico a dois condutores (fase e neutro). Segundo a tabela 46 da NBR 5410, o número de condutores carregados a ser adotado será 2.

Em seguida, deve-se consultar a tabela de condução de corrente, sendo que ela varia de acordo com o tipo de condutor utilizado. Para instalações residenciais, o condutor de cobre é o cabo mais utilizado. Para tanto, é analisada a tabela 66 da NBR 5410, a seguir:

Figura 35 - Tabela 66 da NBR 5410.

**Condutores: cobre e alumínio**  
**Isolação: PVC**  
**Temperatura no condutor: 70°C**  
**Temperaturas de referência do ambiente: 30°C (ar), 20°C (solo)**

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

Fonte: NBR 5410 (2004).

O método de referência em estudo é o B1, que representa o embutido em alvenaria.

Assim, para o circuito de iluminação o método de referência será B1, dois condutores carregados, e como calculado anteriormente para o dimensionamento dos disjuntores, a

corrente é de 0,16A. Segundo a correlação da tabela, o cabo adequado é de 0,5 mm<sup>2</sup>, que não atende ao critério mínimo da tabela 47 da NBR 5410. Desse modo adotaremos o valor mínimo que é 1,5mm<sup>2</sup>.

Já para o circuito de tomadas o método de referência será o B1, dois condutores carregados e a corrente é de 10A. Por correlação da tabela o cabo adequado é de 0,75 mm<sup>2</sup>, porém como a recomendação da tabela 47 da NBR 5410 define como dimensão mínima do cabo 2,5 mm<sup>2</sup>, adota-se a dimensão mínima.

Por fim, o circuito do chuveiro é um sistema que naturalmente consome maior gasto de energia devido à potência do equipamento. O método será o B1, dois condutores carregados novamente e a corrente do circuito é 34,65A. Por correlação da tabela 47 da NBR 5410, o cabo adequado é de 6mm<sup>2</sup>. O diâmetro encontrado atende a recomendação mínima para circuitos de força, que é 2,5 mm<sup>2</sup>.

Assim, com os componentes ideias e dimensões encontradas, foi construída a Tabela 2, que reúne tudo o que será necessário para o projeto de 1 painel. As fontes utilizadas para pesquisa dos valores são Santil Materiais Elétricos (2022) e Amazon (2022). Os cabos flexíveis são vendidos por metro e, no orçamento, será considerada a compra, por painel, de 3 m de comprimento dos cabos adequados para as dimensões de 50 x 50 cm de painel.

Tabela 2 - Componentes utilizados no painel.

<b>Componente</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor (R\$)</b>
Quadro de distribuição para 3 disjuntores	1	26,99
Disjuntor termomagnético monopolar 10A	2	7,90
Disjuntor termomagnético monopolar 40A	1	10,57
Conjunto com Interruptor Simples 4X2	2	4,47
Tomada 2P+T 20A 110/127/250V	2	16,53
Maxi Ducha 127V 4400W, Lorenzetti, 7530273, Branco, Pequeno	1	54,90
Lâmpada eletrônica BR fria E-27 20W 220 V	1	9,46
Soquete E-27 liso com fio	1	3,09
Conduíte Eletroduto Corrugado 3/4 Amarelo Rolo Com 25 Metros	1	19,90
Cabo de cobre flexível 1,5mm <sup>2</sup> 750V Vermelho -1m	3	4,02
Cabo de cobre flexível 1,5mm <sup>2</sup> 750V Azul -1m	3	4,02

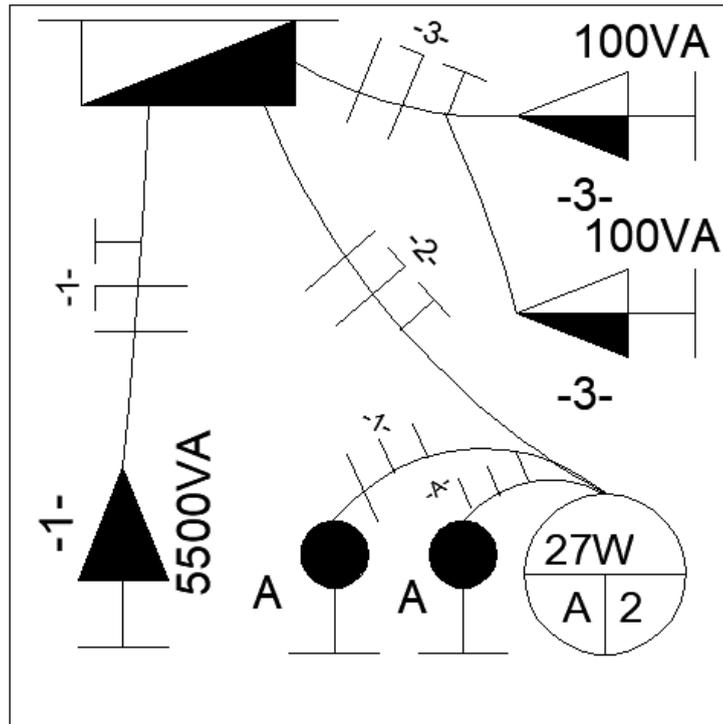
Cabo de cobre flexível 1,5mm <sup>2</sup> 750V Verde -1m	3	4,02
Cabo de cobre flexível 2,5mm <sup>2</sup> 750V Vermelho -1m	3	4,58
Cabo de cobre flexível 2,5mm <sup>2</sup> 750V Azul -1m	3	4,58
Cabo de cobre flexível 2,5mm <sup>2</sup> 750V Verde -1m	3	4,58
Cabo de cobre flexível 6mm <sup>2</sup> 750V Vermelho -1m	3	23,61
Cabo de cobre flexível 6mm <sup>2</sup> 750V Azul -1m	3	23,61
Cabo de cobre flexível 6mm <sup>2</sup> 750V Verde -1m	3	23,61
Painel de MDF Branco de 18mm (0,25 m <sup>2</sup> )	10	15,03
Parafuso Aglomerado Fenda Phillips Cabeça Chata 3,5X14Mm - Cartela, 20 unidades	1	7,67
Puxador Tipo Alça, Nove 54, 120 mm	2	24,90
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>273,14</b>

---

Com os disjuntores e cabos dimensionados e os demais componentes definidos, aconteceu a validação do orçamento junto aos membros da ONG. Após validado e aprovado, foi confeccionado o projeto em AutoCAD. O resultado está disposto na Figura 31, em que se observam os componentes que farão parte da bancada e os caminhos dos eletrodutos que realizam as conexões neste circuito. As demais vistas laterais e frontais do painel encontram-se no Apêndice A, em que podem ser encontradas as disposições das alças laterais, que fazem com que os painéis não precisem ser carregados no colo.

Foi definido que, para melhor didática e identificação dos dispositivos, haverá legenda em texto abaixo de cada componente, adicionadas com etiqueta de papel. Ainda, para detalhamento dos pontos de utilização de energia elétrica, o trajeto dos condutores, a quantificação dos materiais que serão usados, a análise de segurança, comando e divisão dos circuitos, foi trabalhado o projeto elétrico (Figura 36). Além da importância para o detalhamento descrito acima, este tem a finalidade de realizar as devidas observâncias às prescrições da norma (CERVELIN e CAVALIN, 2008).

Figura 36 - Projeto Elétrico realizado em AutoCAD.



Fonte: Das autoras (2022).

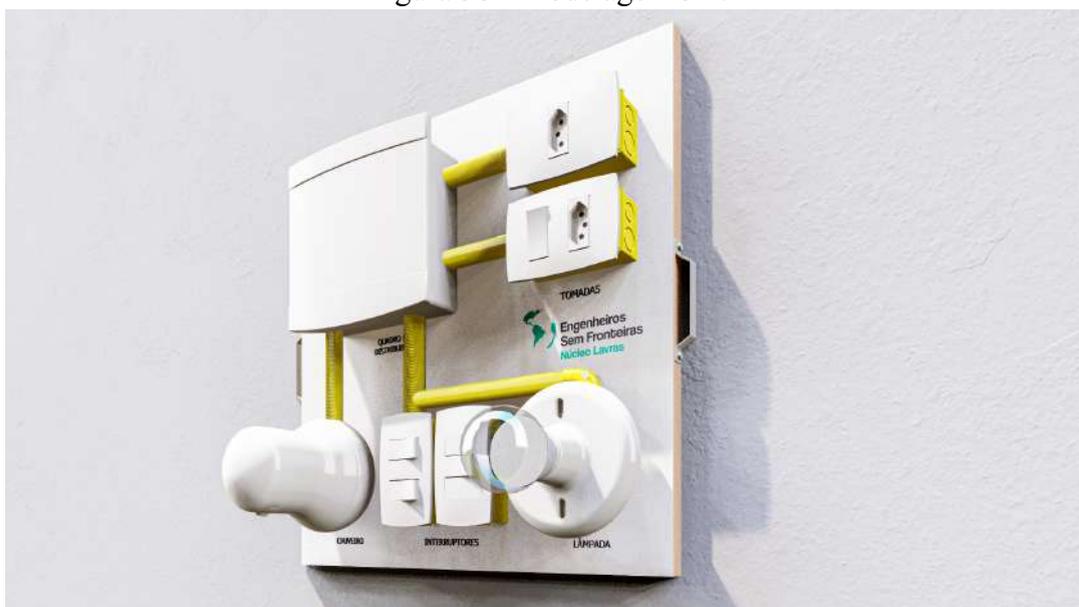
Por fim, para facilitar a visualização do novo painel, este foi representado em modelagem 3D no software SketchUp, que pode ser visto nas figuras 37 e 38.

Figura 37 - Modelagem 3D.



Fonte: Das autoras (2022).

Figura 38 - Modelagem 3D.



Fonte: Das autoras (2022).

## 5. CONCLUSÃO

O painel prático foi reformulado e projetado de modo a ser mais leve, didático e viável. O valor final de cada painel está dentro do esperado, e acredita-se que com o projeto delineado, será mais viável a captação de recursos para a fabricação dos painéis, visto que foi demonstrado o detalhamento de onde cada recurso será aplicado. É relevante que a ONG priorize a reformulação de pelo menos três painéis, seguindo as diretrizes deste trabalho, para que esteja apta a ministrar o curso com maior qualidade para 12 beneficiários por aula.

Com a análise dos resultados, conclui-se que existia um planejamento insuficiente ou defasado quanto à aplicação do minicurso “Noções Básicas de Elétrica Residencial” e que o projeto tem potencial para ampliar seu impacto. Existem grandes oportunidades de aperfeiçoamento tanto do curso em si (parte técnica e painéis práticos), quanto da parte de prospecção de participantes do curso, que pode buscar atingir um público ainda maior em ambientes propícios para ministração e absorção desse conhecimento, por exemplo, ampliando-se parcerias com escolas. A melhoria desses dois pilares é de extrema importância, visto que a maioria dos beneficiários desconhece sobre os assuntos pertinentes a instalações elétricas residenciais e a aplicação do minicurso tem notória aceitação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como sugestão de execução e próximos passos para a ONG ESF - Núcleo Lavras, concedem-se algumas recomendações no que diz respeito à continuidade do desenvolvimento do projeto “Noções Básicas de Elétrica Residencial”.

O primeiro ponto é sobre a captação de recursos materiais. Como mencionado, acredita-se que, com o projeto elaborado e detalhado, o potencial para encontrar parceiros e financiadores é aumentado. Vislumbra-se uma grande oportunidade na busca por doações de Pessoas Jurídicas que trabalham com materiais relacionados ao tema, como madeireiras, lojas de materiais elétricos, empresas de energia e outros.

Além do mais, com relação a recursos humanos, acredita-se que é essencial que o laço entre os líderes do projeto e professores da UFLA que atuam na área de Eletricidade seja estreitado, por exemplo, elegendo-se um orientador extensionista específico para a frente. Assim, a ponte entre a comunidade acadêmica e a comunidade lavrense será ainda mais eficaz, além da instrução aos membros do ESF - NL, em sua maioria estudantes da UFLA, sobre a execução e ministração do minicurso.

Para ampliar ainda mais seu impacto, sugere-se que o projeto organize um banco de dados de instituições parceiras que atuam beneficiando o público-alvo do projeto e, além disso, que faça contato próximo com os líderes dessas instituições, com reuniões e plano de ação de aplicação do minicurso.

Por fim, as autoras e os membros da Banca Examinadora do trabalho se disponibilizam a colaborar com o projeto, no que estiverem ao seu alcance.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZON. **Bemfixa 2305 - Parafuso Aglomerado Fenda Phillips Cabeça Chata**

**3,5X14Mm - Cartela, 20 unidades.** Disponível em:

<[https://www.amazon.com.br/parafuso-Aglomerado-Phillips-Cabeça-5X14Mm/dp/B07KD57YDL/ref=asc\\_df\\_B07KD57YDL/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379685595336&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=11123613622719361673&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=9100345&hvtargid=pla-1652770893490&psc=1](https://www.amazon.com.br/parafuso-Aglomerado-Phillips-Cabeça-5X14Mm/dp/B07KD57YDL/ref=asc_df_B07KD57YDL/?tag=googleshopp00-20&linkCode=df0&hvadid=379685595336&hvpos=&hvnetw=g&hvrnd=11123613622719361673&hvpone=&hvptwo=&hvqmt=&hvdev=c&hvdvcmdl=&hvlocint=&hvlocphy=9100345&hvtargid=pla-1652770893490&psc=1)>. Acesso em: 12 ago.2022.

AMAZON. **Puxador Tipo Alça, Nove 54, 120 mm.** Disponível em:

<[https://www.amazon.com.br/Puxador-tipo-120mm-met%C3%A1lico-niquelado/dp/B07KCRFV5D/ref=d\\_pd\\_sbs\\_scl\\_3\\_4/130-5261599-9048360?pd\\_rd\\_w=bITOV&content-id=amzn1.sym.396bcc56-5339-4938-8137-ee27609cea84&pf\\_rd\\_p=396bcc56-5339-4938-8137-ee27609cea84&pf\\_rd\\_r=30ACWGM5PTR3DT7Z5TKW&pd\\_rd\\_wg=f4Tri&pd\\_rd\\_r=f347ff5a-c856-44bd-9206-8793a4f60ea6&pd\\_rd\\_i=B07KCRFV5D&psc=1](https://www.amazon.com.br/Puxador-tipo-120mm-met%C3%A1lico-niquelado/dp/B07KCRFV5D/ref=d_pd_sbs_scl_3_4/130-5261599-9048360?pd_rd_w=bITOV&content-id=amzn1.sym.396bcc56-5339-4938-8137-ee27609cea84&pf_rd_p=396bcc56-5339-4938-8137-ee27609cea84&pf_rd_r=30ACWGM5PTR3DT7Z5TKW&pd_rd_wg=f4Tri&pd_rd_r=f347ff5a-c856-44bd-9206-8793a4f60ea6&pd_rd_i=B07KCRFV5D&psc=1)>. Acesso em: 12 ago.2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14810-2:2018 – **Painéis de partículas de média densidade – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio.** Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15316-1:2014 – **Painéis de fibras de média densidade – Parte 1: Terminologia.** Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.** Rio de Janeiro, 2004.

BELINI, U. L.; TOMAZELLO FILHO, M.; LEITE, M. K.; BALLARIN, A. W. .

**Propriedades de painéis MDF de eucalipto.** Revista da Madeira - Wood Magazine, v. 125, 01 nov. 2010.

BELONE, Igor Alves. **Caracterização físico-mecânica de painel de MDP produzido com madeira de Eucalipto e Bracatinga.** 2010. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista, Campus Experimental de Itapeva, 2010.

BERNECK. **MDP Berneck.** Disponível em: <<https://berneck.com.br/products/mdp-berneck>>. Acesso em: 20 out. 2022.

BRUNO, L.; LAUDARES, J. B. (Orgs.). **Trabalho e formação do engenheiro.** Belo Horizonte: Fumarc, 2000.

CAMPELLO, Tereza; GENTILI, Pablo; RODRIGUES, Monica/ HOEWELL. Rodrigues Gabriel Rizzo Hoewell. **Faces da desigualdade no Brasil: um olhar sobre os que ficam para trás.** Saúde debate, v.42, n.3, 2018.

CERVELIN, Severino; CAVALIN, Geraldo. **Instalações Elétricas Prediais - Teoria e prática - manual do professor.** 1. ed. Curitiba: Base Livros didáticos Ltda, 2008. v. 1. 560p .

CÉSAR, J.; PAOLI, M.-A. D.; ANDRADE, J. C. DE. **A determinação da densidade de sólidos e líquidos.** Revista Chemkeys, n. 7, p. 1–8, 17 set. 2018.

**COMPENSADOS.** Disponível em:

<<http://www.aguademeninos.com.br/Madeiraira/compensado.html#:~:text=Tem%20densidad e%20aproximada%20de%20650%20kg%2Fm%203.&text=COMPENSADO%20DECORATI VO->>>. Acesso em: 20 set. 2022.

COSTA, F. J.; ORSINI, A. C. R.; CARNEIRO, J. S. **Variações de Mensuração por Tipos de Escalas de Verificação: Uma Análise do Construto de Satisfação Discente.** GESTÃO.Org - Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, v. 16, n. 2, p. 132-144, 2018.

CREMASCO, M. A. **A responsabilidade social na formação de engenheiros.** (2009)

Disponível em:

<<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/dezembro/dia-do-engenheiro-3.php>>. Acesso em: 30 jun. 2022.

DAGNINO, Renato; NOVAES, Henrique T. **O papel do engenheiro na sociedade.** Revista Tecnologia e Sociedade, 2008. Disponível em :

<<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496650325006>>. Acesso em: 05 jul. 2022.

DE ALVEAR, Celso Alexandre Souza et al. **Engenharias engajadas: a engenharia humanitária e a pluralidade dos engenheiros sem fronteiras.** Revista Tecnologia e Sociedade, v. 18, n. 50, p. 209-229, 2022.

**Elaboração de Bancada Didática de Instalações Elétricas Residênciais;** 2017; Trabalho de Conclusão de Curso; (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Orientador: Alexandre Batista de Jesus Soares;

E.M.S. **Eletobras Furnas.** Disponível em: <<https://www.furnas.com.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2022.

**Engenheiros Sem Fronteiras Brasil.** Disponível em: <<https://esf.org.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

**Engenheiros Sem Fronteiras.** Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 18, n. 50, p.209-229, jan./mar., 2022. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14670>>. Acesso em: 12 ago.2022.

**Engineers Without Borders - International.** Disponível em:  
<<http://www.ewb-international.org>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

FERREIRA, R. A. F. **Instalações Elétricas I.** 2010. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila).

GASÔMETRO MADEIRAS. **Chapa OSB Indu-Plac 2.440 x 1.220 x 18mm - Gasômetro.** Disponível em:  
<[https://www.madeirasgasometro.com.br/chapa-osb-indu-plac-2440-1220-18mm-lp-brasil/p?idsku=2007095&gclid=Cj0KCQjwyt-ZBhCNARIsAKH1176NMxNFJSatf\\_NilO\\_ezhrQkNKX1SLgQfj9sC0IHnZuyIjaTurKcxgaArzKEALw\\_wcB](https://www.madeirasgasometro.com.br/chapa-osb-indu-plac-2440-1220-18mm-lp-brasil/p?idsku=2007095&gclid=Cj0KCQjwyt-ZBhCNARIsAKH1176NMxNFJSatf_NilO_ezhrQkNKX1SLgQfj9sC0IHnZuyIjaTurKcxgaArzKEALw_wcB)>. Acesso em: 12 out. 2022.

GASÔMETRO MADEIRAS. **Compensado Virola Naval 2.200 x 1.600 x 18mm - Gasômetro.** Disponível em:  
<[https://www.madeirasgasometro.com.br/compensado-virola-naval-espessura-18mm/p?idsku=2010323&gclid=CjwKCAjwwL6aBhBIEiwADycBIKViwhVeAvNcx4cXKvwD4oJSQyRe3Rpd8dOc-\\_TvRMVnZzBX3edoYhoCotAQAvD\\_BwE](https://www.madeirasgasometro.com.br/compensado-virola-naval-espessura-18mm/p?idsku=2010323&gclid=CjwKCAjwwL6aBhBIEiwADycBIKViwhVeAvNcx4cXKvwD4oJSQyRe3Rpd8dOc-_TvRMVnZzBX3edoYhoCotAQAvD_BwE)>. Acesso em: 12 out. 2022.

GASÔMETRO MADEIRAS. **MDF BP Liso Branco 02 Faces 2,750 x 1.840 x 18mm Multimarcas - Gasômetro.** Disponível em:  
<<https://www.madeirasgasometro.com.br/mdf-bp-liso-branco-02-faces-2750-x-1840-x-18mm-multimarcas/p>>. Acesso em: 12 out. 2022.

GASÔMETRO MADEIRAS. **MDP Cru 2.750 x 1.850 x 18mm Multimarcas - Gasômetro.** Disponível em: <<https://www.madeirasgasometro.com.br/mdp-cru-18mm-multimarcas/p>>. Acesso em: 12 out. 2022.

HOMETEKA. **OSB:** Tudo que você precisa saber sobre o material. Disponível em:  
<<https://www.hometeka.com.br/aprenda/osb-tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-o-material/>>. Acesso em: 12 ago.2022.

LANDIM, Leilah. **As pessoas, voluntariado, recursos humanos, liderança.** In: Seminários Filantropía, Responsabilidad Social y Ciudadanía. CEDES – Fundación, W.K. Kellogg: Antigua, Guatemala, 3-5 abril, 2001.

LUZ, Gelson. **Peso Específico do MDF (e meu Infográfico!).** Materiais por Gelson Luz, [s. l], 2018. Disponível em:  
<<https://www.materiais.gelsonluz.com/2018/09/peso-especifico-mdf.html>>. Acesso em: 01 out. 2022.

LUZ, Gelson. **Peso Específico do MDP.** Materiais por Gelson Luz, [s. l], 2019. Disponível em: <<https://www.materiais.gelsonluz.com/2019/04/peso-especifico-do-mdp.html>>. Acesso em: 01 out. 2022.

MACHADO, Aline Maria Batista. **O percurso histórico das ONGs no Brasil: Perspectivas e desafios no campo da educação popular.** IX Seminário Nacional de Estudos e Pesquisas. Paraíba: João Pessoa, 2012.

MATTOS, René Luiz Grion; CHAGAS, Flávia Barros das; GONÇALVES, Roberta Mendes. **Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 27 , p. 121-156, mar. 2008.

REIS, L. S. et al. **NOÇÕES BÁSICAS DE ELÉTRICA RESIDENCIAL: MINICURSO POPULAR DA TEORIA À PRÁTICA.** Anais do cbESF, Juiz de Fora, v. 1, dez/2020. Disponível em:

<[https://esf.org.br/anais-cbesf-2020/?doing\\_wp\\_cron=1666228701.5121259689331054687500](https://esf.org.br/anais-cbesf-2020/?doing_wp_cron=1666228701.5121259689331054687500)>. Acesso em: 12 ago. 2022.

RODRIGUES, M. C. P. **Demandas sociais versus crise de financiamento: o papel do terceiro setor no Brasil.** Revista de Administração Pública, v. 32, n. 5, p. 25-67, 1998.

SANTIL. **Santil - Tudo em material elétrico e iluminação!** Disponível em: <<https://www.santil.com.br/>>. Acesso em: 20 set. 2022.

SENAI-RS – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL DEPARTAMENTO REGIONAL DO RIO GRANDE DO SUL. **Eletricista de Instalações Prediais.** 3a edição, Porto Alegre, 2002.

TAQI. **Chapa de Compensado, LP Canteiro, 2,44 x 1,22 metros - 18 mm.** Disponível em: <<https://www.taqi.com.br/chapa-de-compensado-lp-canteiro-244-x-122-metros-18-mm/182871>>. Acesso em: 20 set. 2022.

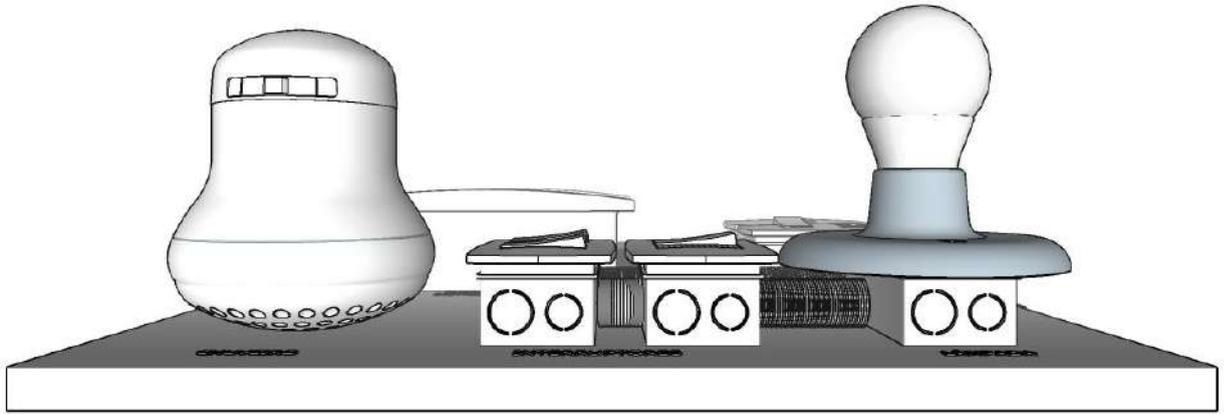
TOZZI, José Alberto. **S.O.S da ONG.** São Paulo: Gente, 2015.

TRAMONTINA. **Caixa de Embutir Retangular.** Disponível em: <<https://www.tramontina.com.br/p/57500001-543-caixa-de-embutir-retangular-4x2-tramontina-amarela>>. Acesso em: 19 set. 2022.

ULTRALUZ. **Iluminação Inteligente.** Disponível em: <<https://ultraluz.com.br/lampadas-eletronicas-sao-uma-otima-opcao-na-hora-de-economizar/#:~:text=%C3%89%20uma%20%C3%A2mpada%20que%20gera>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

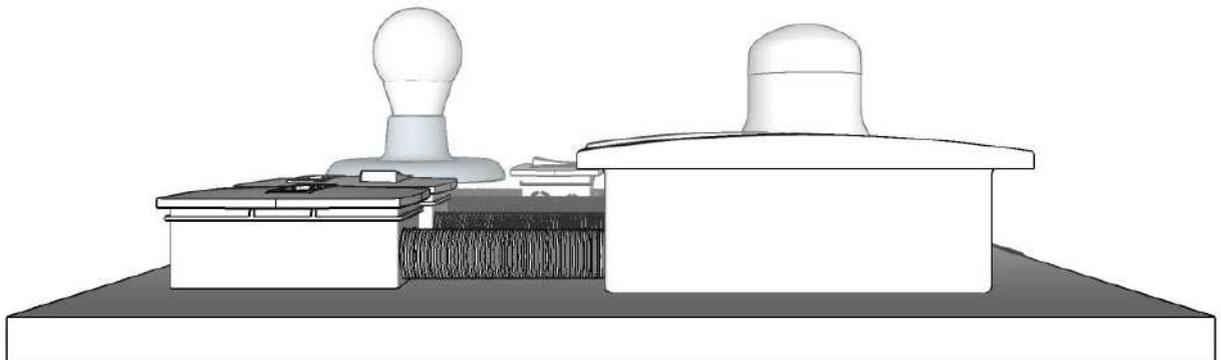
ZAPE, K.L. **Terceiro Setor: Algumas reflexões sobre a intensa corrida pela sustentabilidade.** In: VI Conferência Regional de ISTR para América Latina y el Caribe. Salvador, 2007.

**APÊNDICE A - Vistas do Painel Didático**  
Figura 39 - Vista Frontal do Painel Didático.



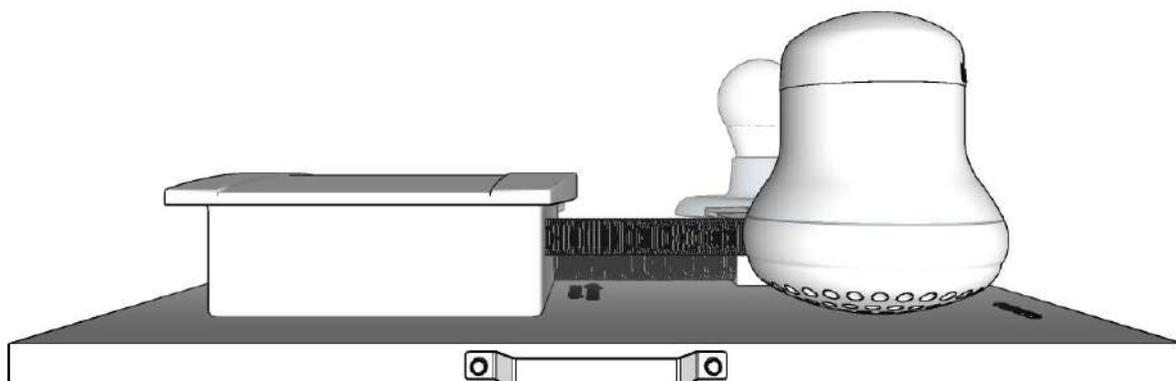
Fonte: Das autoras (2022).

Figura 40 - Vista Posterior do Painel Didático.



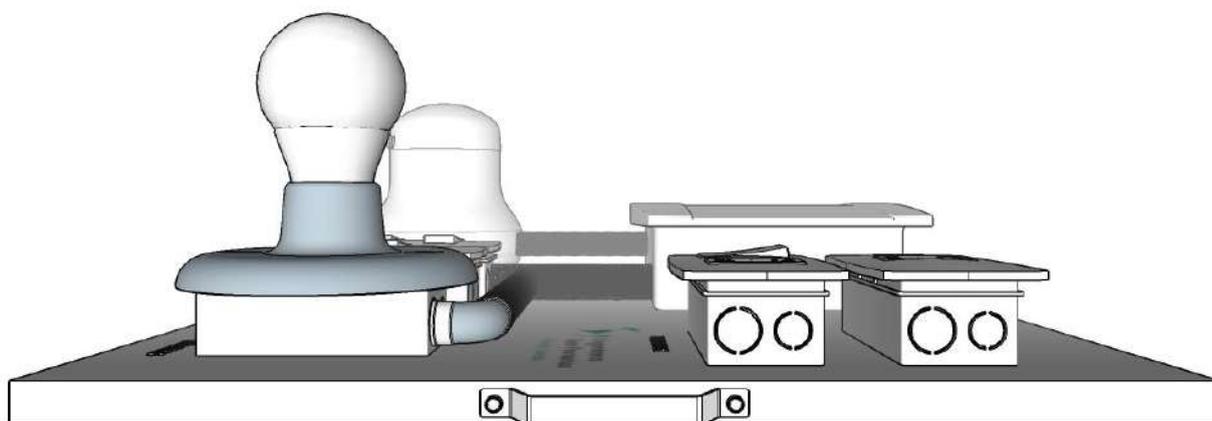
Fonte: Das autoras (2022).

Figura 41 - Vista Lateral Esquerda do Painel Didático.



Fonte: Das autoras (2022).

Figura 42 - Vista Lateral Direita do Painel Didático.



Fonte: Das autoras (2022).

Figura 43 - Bancada e Painéis.



Fonte: Das autoras (2022).

Figura 44 - Bancada e Painéis II.



Fonte: Das autoras (2022).

## ANEXO I - Questionário: levantamento das oportunidades de melhoria



### Levantamento de demandas referentes ao minicurso "Noções básicas de elétrica residencial"

Obrigado por participar do questionário de levantamento de demandas referentes ao minicurso "Noções básicas de elétrica residencial" ministrado pelo ESF-NL. Esse questionário é parte integrante de uma pesquisa de Trabalho de Conclusão de Curso e tem a finalidade de entender as demandas atuais do projeto, visando propor melhorias para sua aplicação. Manifeste, por favor, seu grau de concordância para cada questão a seguir, sendo:

- 1 Discordo totalmente
- 2 Discordo parcialmente
- 3 Neutro
- 4 Concordo parcialmente
- 5 Concordo totalmente

**1 - Os componentes do painel didático atendem as demandas necessárias para aplicação do minicurso.**

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

**2 - O painel didático é de fácil locomoção.**

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

**3 - Os componentes utilizados nos painéis são completos e apresentam todas as funções necessárias para a manutenção básica residencial.**

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

**4 - A qualidade dos componentes do painel atende de maneira eficaz as necessidades para aplicação das aulas práticas.**

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

**5 - Seria interessante a adição de manutenção básica do chuveiro elétrico no conteúdo ministrado.**

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

**Sugestões de melhorias referentes a estrutura do painel didático.**

**6 - A apostila do minicurso é completa possui todas as informações necessárias a**

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

**7 - A apostila do minicurso apresenta o conteúdo de forma clara e de fácil entendimento dos alunos.**

	1	2	3	4	5	
Discordo Totalmente	<input type="radio"/>	Concordo Totalmente				

**Sugestões de melhorias referentes a apostila utilizada na aplicação do minicurso.**

**8 - A parceria de aplicação do minicurso com entidades sociais e escolas é eficaz e gera bons resultados.**

1 2 3 4 5  
Discordo Totalmente      Concordo Totalmente

**9 - A captação de alunos para a aplicação do minicurso com mediação das entidades sociais e escolas é eficaz.**

1 2 3 4 5  
Discordo Totalmente      Concordo Totalmente

**10 - A estrutura física das entidades sociais e escolas atende as necessidades para aplicação do minicurso.**

1 2 3 4 5  
Discordo Totalmente      Concordo Totalmente

**11 - Seria interessante expandir as formas de captação de alunos para a aplicação do minicurso.**

1 2 3 4 5  
Discordo Totalmente      Concordo Totalmente

**Sugestões de melhorias referentes a parceria entre ESF-NL e entidades sociais e escolas na aplicação do mini curso.**