

CUNHA SEPARADORA PARA CABOS MULTIPLEX

Tema: Redes de Distribuição

Autores: Thamirys Severo de Medeiros;

Co-Autores: Eliezer Martins de Assis; Waldson Marcos Santiago; Ronaldo Antunes de Almeida; Mailson Lourenço; Acássio Maximiano Mendonça; Flávio Luiz de Oliveira e Silva; Iago Batista Oliveira;

Empresa: Energisa Paraíba - Distribuidora de Energia S/A

Resumo

Este projeto teve como objetivo desenvolver e homologar uma ferramenta específica para a separação de cabos em redes elétricas multiplexadas, promovendo maior eficiência, segurança e padronização nas operações de campo. A iniciativa surgiu da plataforma de inovação do Grupo Energisa, contando com a participação de núcleos técnicos e operacionais durante todas as etapas de concepção e validação.

O desenvolvimento seguiu um processo estruturado, desde sessões de *brainstorming*, com a participação de eletricitas e gestores, até ensaios de rotina. O material escolhido, PA6 30% FV, foi submetido a ensaios técnicos que comprovaram sua resistência ao torque e propriedades de isolamento elétrico, atendendo às normas regulamentadoras, como a NBR 16094. Mais de 800 unidades foram produzidas e testadas nas distribuidoras Energisa Paraíba, Energisa Mato Grosso e Energisa Minas Rio, demonstrando redução de 15% no tempo de intervenção e de 90% no risco de acidentes por curto-circuito entre fases.

A ferramenta foi incorporada às normas internas do Grupo Energisa, como a NDU 032, NDU 004.3 e IT 0230, e gerou uma nova patente para a empresa. Este projeto reforça o compromisso com a inovação e a segurança, destacando-se como uma solução tecnológica avançada e escalável no setor elétrico.

1. Introdução

A manutenção e a construção de redes elétricas multiplexadas são atividades essenciais para a continuidade do fornecimento de energia elétrica, especialmente em sistemas de distribuição. Essas redes, caracterizadas por cabos agrupados e organizados para otimizar espaço e minimizar perdas elétricas, frequentemente demandam operações de separação dos cabos para possibilitar reparos e conexões. Tal processo é indispensável para garantir a continuidade dos serviços prestados e eficiência das intervenções. A NR 10 estabelece requisitos e condições mínimas para garantir a segurança dos trabalhadores envolvidos em serviços de eletricidade e reforça a necessidade de procedimentos padronizados e do uso de ferramentas adequadas, visando não apenas proteger os operadores, mas também assegurar a qualidade e a confiabilidade do sistema elétrico.

Além disso, o Grupo Energisa, por meio da Norma de Distribuição Unificada - NDU 004.3, estabelece diretrizes específicas para a execução de serviços em redes de distribuição, incluindo a manipulação de cabos multiplexados. A ausência de ferramentas projetadas especificamente para essas operações representa

não apenas uma vulnerabilidade à segurança das equipes, mas também um potencial comprometimento a qualidade do serviço executado.

Diante desse cenário, este trabalho propõe o desenvolvimento de uma ferramenta inovadora para a separação de cabos em redes multiplexadas. Tal iniciativa visa atender aos requisitos da NR 10 e às diretrizes da NDU 004.3, oferecendo uma solução segura, eficiente e considerando critérios de funcionalidade, e conformidade com as normas vigentes.

1.1. Referencial Teórico:

Para sustentar a proposta apresentada neste trabalho, torna-se necessário explorar os conceitos associados às redes multiplexadas, os desafios técnicos envolvidos em sua operação e manutenção, bem como os padrões de segurança aplicáveis às atividades com instalações elétricas.

1.1.1. Redes Multiplexadas

As redes multiplexadas são sistemas amplamente utilizados na distribuição de energia elétrica devido à sua eficiência estrutural e operacional. Essas redes caracterizam-se pela disposição de condutores agrupados e organizados em um único conjunto físico, com o objetivo de reduzir o impacto ambiental e otimizar o uso do espaço físico em postes e instalações. O termo "multiplexada" refere-se à concepção de múltiplos condutores envelopados por um revestimento comum, que geralmente consiste em um material isolante de alta resistência.

De acordo com a definição técnica atribuída na NDU 004.3, os cabos utilizados em redes multiplexadas são constituídos por um, dois ou três condutores de alumínio isolados, que atuam como condutores de fase, torcidos em torno de um condutor de alumínio nu ou isolado. Esse condutor central desempenha funções duplas: opera como condutor neutro e como elemento de sustentação mecânica, proporcionando a robustez necessária à instalação.

Do ponto de vista técnico, as redes multiplexadas desempenham um papel importante na mitigação de perdas elétricas e na redução de interferências eletromagnéticas, o que as torna uma solução viável em áreas urbanas densamente ocupadas. Além disso, sua estrutura física proporciona maior resistência às intempéries e menor exposição a danos mecânicos, quando comparadas às redes convencionais com condutores nus. Esses fatores contribuem para a confiabilidade do sistema e para a diminuição dos custos de manutenção a longo prazo (KOTHARI & NAGRATH, 2019).

Entretanto, apesar das vantagens, a configuração compacta dos cabos multiplexados apresenta desafios específicos durante a execução de serviços de manutenção e construção. A proximidade dos condutores dificulta o acesso individualizado aos cabos, tornando necessário o uso de ferramentas apropriadas para separação e manuseio. Essa operação é crítica não apenas para a eficiência do trabalho, mas também para a segurança dos profissionais envolvidos, especialmente quando se consideram os requisitos de normas regulamentadoras, como a NR 10, que prioriza a proteção contra riscos elétricos.

No contexto do grupo Energisa, o uso de redes multiplexadas é regulamentado por normas técnicas e padrões operacionais, como os estabelecidos por meio da NDU 004.3. Esses documentos orientam sobre os procedimentos corretos para instalação, manutenção e inspeção, visando à uniformidade e à segurança das operações. Portanto, a compreensão das características estruturais e operacionais das redes multiplexadas é essencial para o desenvolvimento de ferramentas que atendam às necessidades práticas das equipes de campo, promovendo a segurança e a eficiência no ambiente de trabalho.

1.1.2. Construção e Manutenção em redes multiplexadas

A construção e manutenção de redes multiplexadas são atividades de fundamental importância para garantir a confiabilidade do sistema de distribuição de energia elétrica. Essas atividades envolvem a instalação, inspeção, reparo e substituição de componentes, visando assegurar o funcionamento adequado da rede e a continuidade do fornecimento de energia. No entanto, o trabalho com redes multiplexadas apresenta particularidades que exigem conhecimentos técnicos especializados, ferramentas apropriadas e a adoção de procedimentos padronizados.

Durante a fase de construção, as redes multiplexadas demandam um planejamento detalhado para a instalação dos cabos, respeitando critérios de tensão, capacidade de corrente e espaço físico nos postes. O agrupamento dos condutores em um único conjunto facilita a instalação, mas exige maior atenção para garantir o alinhamento correto e a fixação segura. Além disso, é imprescindível assegurar que as conexões sejam feitas de forma precisa, a fim de minimizar perdas elétricas e evitar falhas operacionais (GUPTA, 2021).

Na manutenção, o desafio está em realizar intervenções seguras e eficientes, considerando as características compactas dos cabos multiplexados. Essas redes frequentemente requerem a separação dos cabos para inspeções, reparos e conexões, atividade que, se realizada com ferramentas inadequadas, pode gerar danos aos condutores, comprometer a segurança dos operadores e prolongar o tempo de trabalho. A aplicação de métodos padronizados e o uso de ferramentas específicas são fundamentais para garantir a eficiência das operações e a segurança das equipes de campo, como preconiza as diretrizes técnicas como a NDU 004.3.

Além disso, a manutenção preventiva e corretiva deve ser realizada periodicamente para identificar possíveis desgastes, danos causados por intempéries ou fatores externos, e para mitigar falhas antes que comprometam a funcionalidade do sistema. Essa abordagem proativa reduz custos com reparos emergenciais e melhora a qualidade do fornecimento de energia.

No contexto das redes multiplexadas, a interação entre o planejamento adequado, o treinamento das equipes e a aplicação de normas técnicas específicas é essencial para promover um ambiente de trabalho seguro e para garantir a longevidade do sistema de distribuição.

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma ferramenta específica para a separação de cabos em redes multiplexadas de distribuição, que atenda aos critérios de segurança e que esteja em comum acordo com as diretrizes técnicas do grupo Energisa.

1.2.1. Objetivo Específico

- Reduzir o tempo de intervenção em redes multiplexadas em no mínimo 10% ;
- Reduzir o risco de acidentes por curto-circuito em fases na rede multiplexada;
- Aumentar do distanciamento na separação dos cabos da rede multiplexada;
- Desenvolver ferramenta eletricamente isolante;

2. Desenvolvimento

A iniciativa de desenvolver uma ferramenta específica para a separação de cabos em redes multiplexadas foi originada a partir da plataforma de inovação do Grupo Energisa, que visa fomentar soluções práticas

e seguras para os desafios operacionais enfrentados no setor elétrico. Com suporte direto do time de Inovação, a iniciativa contou com a busca de parcerias estratégicas para agregar expertise técnica ao projeto, garantindo a execução eficiente e alinhada às melhores práticas. Além disso, todo o processo de desenvolvimento foi rigorosamente acompanhado pelo *Project Management Office* (PMO), assegurando a gestão adequada das etapas e a conformidade com os objetivos estabelecidos.

O projeto segue um plano estruturado, dividido em etapas que abrangem o levantamento de requisitos, o design conceitual, a seleção de materiais, a prototipagem e a validação prática. Essa abordagem sistemática visa assegurar que a ferramenta atenda plenamente aos critérios de segurança, eficiência e funcionalidade, alinhando-se aos padrões normativos e às demandas operacionais do setor.

2.1. Brainstorming e Prototipação

A primeira etapa consistiu em sessões de *brainstorming*, que desempenharam um papel crucial para a identificação de problemas e proposição de soluções inovadoras. Essa técnica, amplamente reconhecida no campo da inovação, busca estimular a criatividade em um ambiente colaborativo, reunindo diferentes perspectivas para abordar um desafio específico (OSBORN, 1953).

Foram envolvidos profissionais com perfis diversificados, incluindo eletricitas, técnicos de segurança, engenheiros, e o time de Inovação do Grupo Energisa. Essa composição multidisciplinar foi essencial para capturar *insights* práticos e estratégicos, garantindo que as soluções fossem viáveis tanto em campo quanto do ponto de vista de gestão e custos.

Além disso, as sessões foram conduzidas com ênfase na cultura *maker*, incentivando a experimentação, o aprendizado prático e a prototipagem rápida. A cultura *maker*, fundamentada nos princípios do "aprender fazendo" (ANDERSON, 2012), promoveu um ambiente em que os participantes puderam explorar ideias de forma tangível, contribuindo para um desenvolvimento mais ágil e iterativo.

Após o *brainstorming*, deu-se início à etapa de prototipação. O processo começou com a análise crítica das ferramentas improvisadas que eram comumente utilizadas pelas equipes de campo, e que pode ser observada na Figura 1, como chaves de fenda e pedaços de madeira. Essa abordagem inicial visou identificar as limitações desses dispositivos e mapear as funcionalidades que deveriam ser otimizadas.



Figura 1 - Ferramenta usualmente utilizada.

A partir dessa análise, foi desenvolvida a primeira versão da ferramenta, demonstrada na Figura 2. Esse protótipo inicial manteve aspectos funcionais básicos das ferramentas já utilizadas, mas incorporou melhorias significativas em termos de ergonomia, isolamento elétrico e eficácia na separação dos cabos. Essa etapa de prototipação seguiu os princípios do *design* iterativo, que prioriza a criação de soluções tangíveis para testes rápidos e ajustes contínuos com base em feedbacks reais (BROWN, 2009).

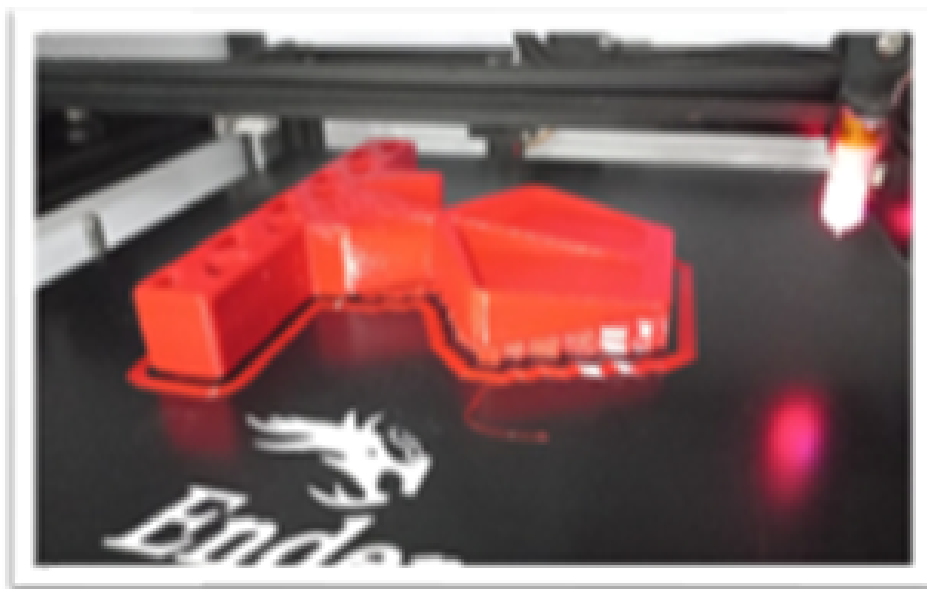


Figura 2 - 1ª versão do protótipo

O desenvolvimento foi estruturado de forma cronológica, conforme descrito abaixo:

- Identificação de Necessidades e Planejamento (Mês 1): Realização de sessões de *brainstorming* para levantar problemas e sugestões iniciais.
- Primeira Fase de Prototipagem (Mês 2): Desenvolvimento do modelo inicial da ferramenta com base nas ideias geradas e nos feedbacks das equipes de campo.
- Testes em Campo (Mês 3): Aplicação do protótipo em situações reais de trabalho, realizado em centro de treinamento, com avaliação de desempenho e coleta de sugestões para ajustes. Com medições do tempo médio de execução do serviço sem e com a cunha.
- Aprimoramento e Segunda Fase de Prototipagem (Mês 3 a Mês 4): Incorporação das melhorias identificadas durante os testes, resultando na versão final do protótipo.



Figura 3 - Versão final do protótipo

Na prototipação, o aprendizado iterativo foi central para o aprimoramento da ferramenta. Partindo de análises críticas das ferramentas improvisadas utilizadas pelas equipes de campo, foram implementadas melhorias que resultaram em uma solução mais segura, funcional e eficiente. O uso de testes em campo foi determinante para validar as características do protótipo e identificar ajustes necessários, o que garantiu a criação de um dispositivo alinhado às exigências práticas e normativas.

Esse processo, ao integrar criatividade, experimentação e *feedback* real, não apenas proporcionou o desenvolvimento de uma ferramenta tecnicamente avançada, mas também consolidou uma abordagem metodológica que passou a ser replicada em futuras iniciativas de inovação.

2.2. Análise de Viabilidade Técnica e Escalabilidade

A análise de viabilidade técnica e escalabilidade foi uma etapa essencial no desenvolvimento da ferramenta, visando garantir que o produto final fosse fabricado com materiais adequados e pudesse ser produzido em larga escala para atender às necessidades das equipes de campo. Essa etapa envolveu estudos técnicos detalhados sobre os materiais mais apropriados para a confecção da ferramenta, considerando critérios como resistência mecânica, isolamento elétrico, durabilidade e custo-benefício.

2.2.1. Estudo Técnico sobre Materiais

O estudo técnico iniciou-se com a identificação de requisitos fundamentais para o material a ser utilizado, priorizando características como leveza, isolamento elétrico de alta eficiência e resistência ao desgaste. A análise incluiu comparações entre polímeros isolantes, compósitos reforçados e ligas metálicas com revestimentos especiais, buscando um equilíbrio entre performance técnica e viabilidade econômica.

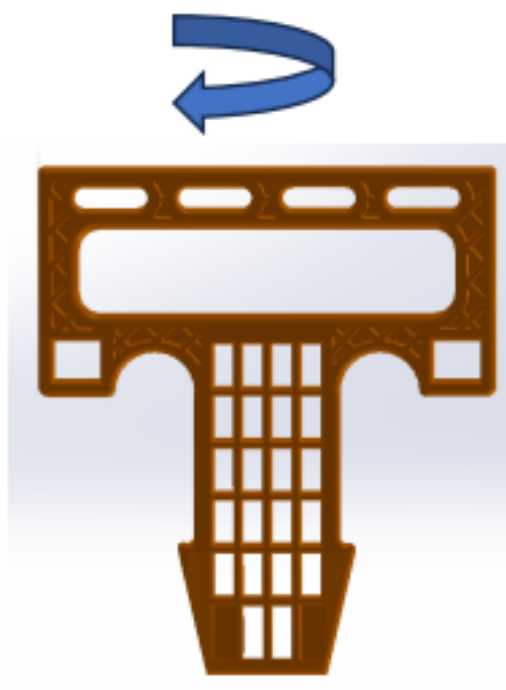
Após uma avaliação criteriosa, o material escolhido para a confecção da ferramenta foi o PA 6 30% FV (Poliamida 6 reforçada com 30% de fibra de vidro). Este material apresenta características técnicas que o tornam ideal para aplicações em ambientes exigentes, como os das redes multiplexadas. O PA 6 30% FV combina as propriedades da poliamida com o reforço mecânico proporcionado pela fibra de vidro, resul-

tando em um material leve, resistente e de excelente desempenho em situações de esforço mecânico e térmico.

Entre as principais vantagens do PA 6 30% FV estão sua elevada resistência à tração e impacto, bem como sua estabilidade dimensional em temperaturas elevadas. Além disso, o material possui boas propriedades de isolamento elétrico, sendo amplamente utilizado em componentes de alta exigência técnica, como dispositivos de suporte e separação em sistemas elétricos (AZZOUZ et al., 2019). Sua durabilidade em condições ambientais adversas, como alta umidade e exposição prolongada à radiação ultravioleta, foi também um fator determinante para a sua seleção aos quais foram aplicados os testes conforme NBR 16094 e outros dois testes adicionais.

O ensaio de resistência ao torque foi projetado para avaliar a capacidade do material em suportar esforços mecânicos rotacionais, simulando as forças aplicadas durante a separação de cabos em campo. O objetivo era verificar a resistência do material até o limite de 30Nm, valor definido com base nas condições operacionais típicas.

O teste foi conduzido utilizando um torquímetro TQ -22, onde o material foi submetido a esforços crescentes até atingir o limite especificado, no sentido indicado na Figura 4.



Seta azul com sentido da forma aplicada

Figura 4 - Aplicação do ensaio de torque e seu sentido

O ensaio foi repetido em múltiplas amostras para garantir a consistência dos resultados, os resultados obtidos nas amostras podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado ensaio de torque

Ensaio	Data	Resultado	
Amostra 01	23/04/2024	34Nm	Sem trincas ou rompimento
Amostra 02	23/04/2024	34Nm	Sem trincas ou rompimento
Amostra 03	23/04/2024	34Nm	Sem trincas ou rompimento
Amostra 04	23/04/2024	34Nm	Sem trincas ou rompimento
Amostra 05	23/04/2024	34Nm	Sem trincas ou rompimento

Este teste confirmou a resistência do PA 6 30% FV, que manteve sua integridade estrutural e funcionalidade dentro dos limites estabelecidos.

Outro ensaio é o ensaio de rigidez dielétrica realizado para avaliar as propriedades de isolamento elétrico do material, assegurando sua conformidade com as normas de segurança elétrica. Este ensaio foi baseado na ASTM D149-20, que especifica métodos padrão para medir a tensão de ruptura dielétrica e a resistência de materiais isolantes.

Durante o teste, uma amostra do material foi submetida a uma tensão elétrica crescente, aplicada entre dois eletrodos, até que ocorresse a ruptura dielétrica (perda do isolamento). O objetivo era garantir que o PA 6 30% FV suportasse tensões significativamente superiores às encontradas em aplicações práticas, proporcionando segurança adicional às equipes de campo.

Os resultados desses ensaios demonstraram que o material atende plenamente aos requisitos técnicos e normativos. Abaixo, na Tabela 2 apresenta-se um resumo dos resultados obtidos:

Tabela 2 - Ensaio dielétrico

Ensaio	Tensão de Ruptura Dielétrica (kV)	Espessura (mm)	Rigidez Dielétrica (kV/mm)
Amostra 01	36,4	2,180	16,7
Amostra 02	35,9	2,170	16,5
Amostra 03	32,0	2,180	14,7
Amostra 04	33,7	2,180	15,5
Amostra 05	34,3	2,170	15,8

Ensaio laboratoriais confirmaram que o PA 6 30% FV atende aos critérios operacionais e normativos, conforme pode ser visto nas Tabelas 1 e 2, incluindo as exigências de segurança elétrica da NR 10. O reforço com fibra de vidro garante que a ferramenta suporte esforços mecânicos repetitivos sem deformação, ao mesmo tempo que mantém um isolamento elétrico eficiente, reduzindo os riscos de acidentes durante o manuseio.

2.2.2. Validação e Escalabilidade

Com o material definido, foi conduzida uma análise de escalabilidade para avaliar a possibilidade de produção em massa da ferramenta. Esse estudo incluiu o mapeamento de fornecedores especializados no fornecimento de polímeros reforçados, como o PA 6 30% FV, e a definição de processos de fabricação otimizados.

Durante a fase de escalabilidade, o método de injeção foi escolhido como o mais adequado para a produção da ferramenta. Esse processo de fabricação é amplamente utilizado na confecção de peças técnicas devido à sua alta precisão, capacidade de produção em larga escala e consistência na qualidade dos produtos. A escolha do método de injeção também se alinha à necessidade de produzir componentes com propriedades mecânicas robustas e acabamento uniforme, características essenciais para atender aos requisitos técnicos e normativos da ferramenta.

Nesta etapa, o projeto foi estruturado em fases específicas, que visaram garantir o planejamento sistemático e a execução eficiente do processo de produção e validação. As fases planejadas permearam as etapas que seguiram o cronograma proposto na Tabela 3.

Tabela 3 - Cronograma

Atividade	M1	M2	M3	M4	M5
Projeto e Fabricação de Ferramental	X	X			
Produção de Lote 1 (100 <u>pcs</u>) e testes			X		
Ajustes, produção de Lote 2 (100 <u>pcs</u>) e testes			X		
Ajustes e produção de Lote 3 (650 <u>pcs</u>)				X	
Testes em Campo de Lote Pioneiro e Relatório Final					X

As fases planejadas incluem:

- **Projeto e Fabricação de Ferramental:** Desenvolvimento do ferramental necessário para a moldagem por injeção, conforme demonstrada na Figura 5, garantindo que as dimensões e o design da ferramenta atendessem às especificações técnicas.

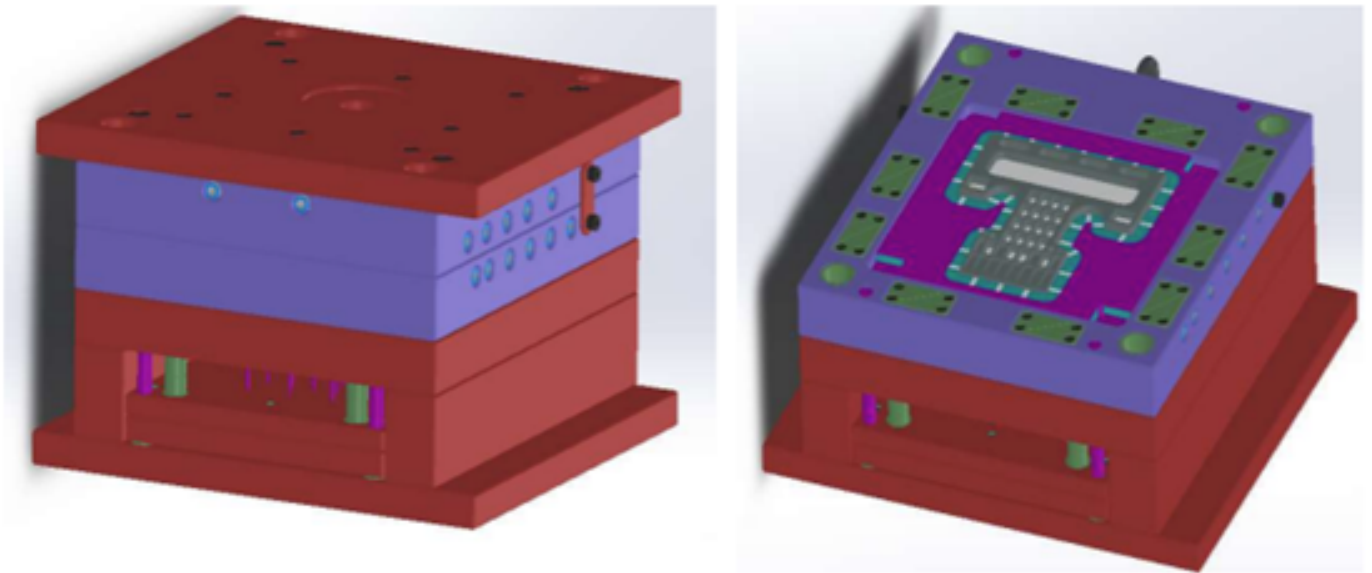


Figura 5 - Molde para injeção

- **Produção de Lote 1 (100 peças) e Testes:** Primeira etapa de produção para validação inicial do ferramental e dos parâmetros de injeção. Nessa fase, foram realizados testes práticos para avaliar a conformidade das peças fabricadas com os requisitos de desempenho e segurança, resultando em um novo design do produto, ilustrado da Figura 6.



Figura 6 - Novo design

- **Ajustes e Produção de Lote 2 (100 peças) e Testes:** Incorporados ajustes com base nos resultados obtidos nos testes do Lote 1. Essa etapa permitiu a otimização do processo de fabricação e a consolidação dos parâmetros para produção em maior escala.

- **Ajustes e Produção de Lote 3 (650 peças):** Com os ajustes finalizados, foi realizada a produção do Lote 3 em maior volume, representando a etapa de pré-escala. Essa produção foi fundamental para testar a viabilidade do método de injeção em um contexto mais próximo da produção em larga escala o que pode ser visualizado na Figura 7 e compartilhando para as distribuidoras Energisa Paraíba e Energisa Mato Grosso, Energisa Minas Rio.



Figura 7 - Produção do lote 3

- **Testes em Campo do Lote 3 e Relatório Final:** O Lote 3 foi submetido a testes em campo, realizados por equipes de manutenção do Grupo Energisa em serviços de construção e manutenções.



Figura 8 - Testes em campo e validação final da cunha

Esses testes avaliaram critérios como eficiência, segurança e durabilidade, garantindo que o produto final atendesse plenamente às necessidades operacionais e aos padrões normativos.

Os testes realizados geraram resultados expressivos, destacando os seguintes avanços:

- **Redução do tempo de intervenção:** O uso da ferramenta permitiu uma diminuição média de 15% no tempo necessário para as manutenções, superando a meta inicial de 10%. Essa redução contribuiu para maior agilidade nas operações.
- **Redução de riscos de acidentes por curto entre as fases:** A aplicação da ferramenta resultou em uma redução significativa de **90% nos riscos de curto-circuito entre fases**, proporcionando maior segurança para os colaboradores e reduzindo potenciais danos ao sistema.
- **Aumento do distanciamento entre os cabos:** O *design* da ferramenta assegurou um afastamento seguro entre os condutores, de no mínimo 110mm, promovendo maior confiabilidade nas operações e alinhamento com as normas técnicas vigentes.
- **Alto índice de aceitação operacional:** *Feedbacks* coletados junto às equipes de campo indicaram satisfação com a ergonomia, funcionalidade e facilidade de uso da ferramenta, promovendo ampla adoção entre os operadores.

Os dados coletados nesta etapa foram compilados em um relatório final, que serviu como base para a decisão de expansão da produção e implementação da ferramenta em toda a operação.

2.3. Homologação da Ferramenta

A homologação da ferramenta desenvolvida para a separação de cabos em redes multiplexadas representou a etapa final do processo de desenvolvimento, marcando a transição do estágio experimental para sua adoção operacional. Esse processo teve como objetivo validar formalmente a ferramenta em condições reais de trabalho, assegurando que todas as especificações técnicas e de segurança fossem atendidas.

Durante as fases de brainstorming e validações, o Núcleo de Engenharia e Normalização e o Núcleo de Aplicação acompanharam todo o desenvolvimento da ferramenta. Essa colaboração foi essencial para garantir maior celeridade e precisão no processo de homologação, permitindo que ajustes técnicos fossem realizados rapidamente e que a solução final estivesse totalmente alinhada às necessidades operacionais e às normas regulamentadoras do Grupo Energisa.

Como resultado, a ferramenta foi oficialmente incorporada aos documentos normativos internos da empresa. Na NDU 032, que regulariza padrões e especificações para ferramentas e equipamentos, foram detalhados as características técnicas e os requisitos que asseguram sua qualidade e segurança.

Além disso, na NDU 004.3, que trata das instalações básicas para construção de redes de distribuição de baixa tensão multiplexadas, foi estabelecido o direcionamento para sua correta utilização, como exemplificado na Figura 9.

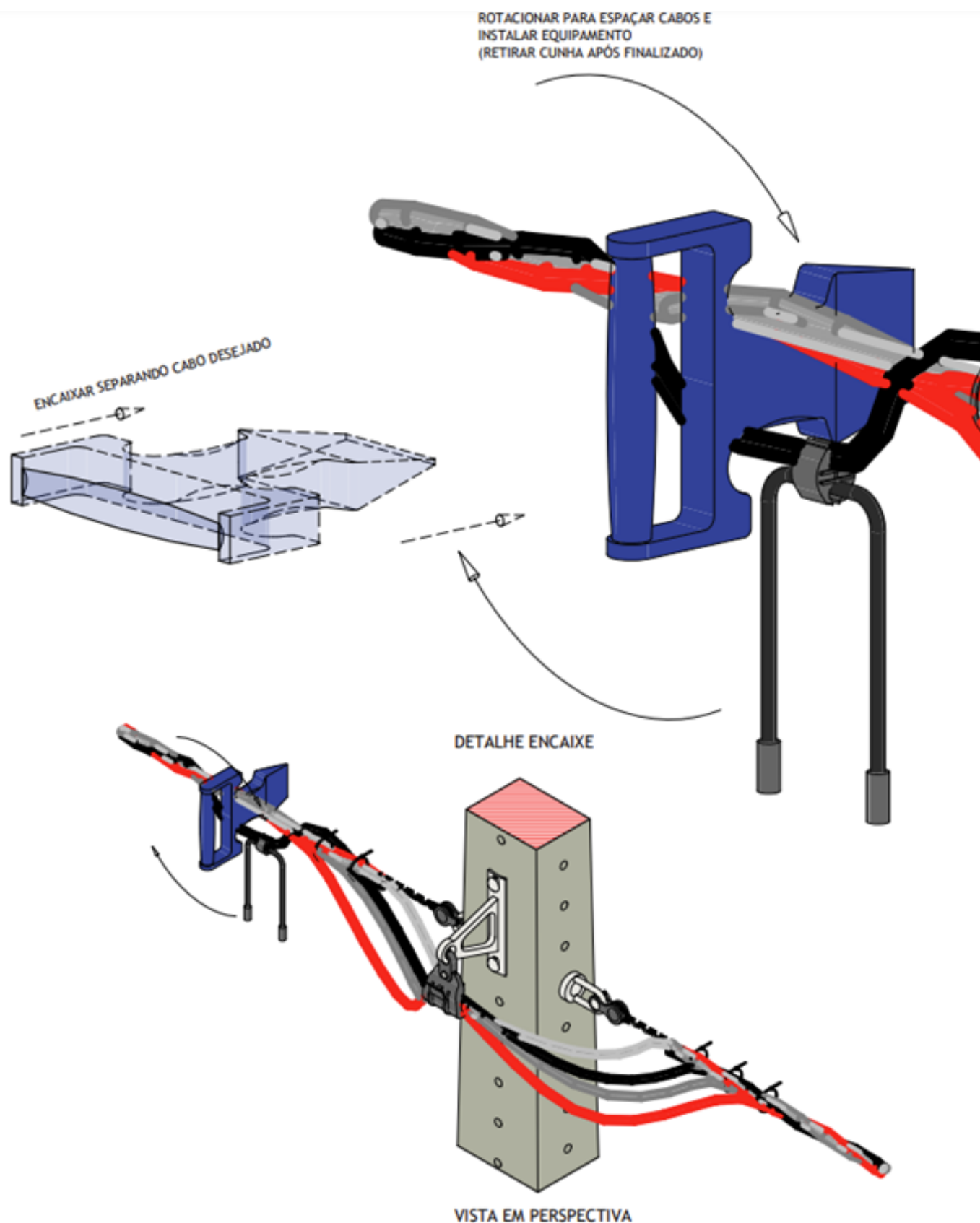


Figura 9 - Correta utilização da Cunha

Adicionalmente, a ferramenta foi incluída na IT 0230, que regulamenta o recondutoramento de redes secundárias com condutores nus para multiplexados, reforçando sua aplicabilidade em processos específicos do setor.

A homologação envolveu testes de campo em diferentes unidades operacionais do Grupo Energisa, com a participação ativa de equipes técnicas, engenheiros e analistas. Esses testes, conduzidos em condições reais, avaliaram aspectos como eficiência, resistência mecânica, isolamento elétrico e ergonomia. O *feedback* dos usuários finais também desempenhou um papel importante, garantindo que a solução final estivesse alinhada às necessidades práticas das operações diárias.

Com base nos resultados obtidos, a ferramenta foi oficialmente homologada e reconhecida como uma solução confiável e padronizada para as operações em redes multiplexadas, contribuindo significativamente para a eficiência e a segurança das equipes de campo.

Como reconhecimento da originalidade e do impacto técnico da solução desenvolvida, a iniciativa resultou em mais um registro de patente pelo Grupo Energisa, seu número pode ser observado na Figura 10, consolidando o compromisso da empresa com a inovação e a proteção de propriedade intelectual.



Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2023 006022 6

Figura 10 - Patente Grupo Energisa

Essa conquista não apenas reforça o valor estratégico do projeto, mas também posiciona o grupo como referência no desenvolvimento de tecnologias voltadas à modernização do setor elétrico.

3. Conclusão

O desenvolvimento da ferramenta para separação de cabos em redes multiplexadas representou uma iniciativa inovadora e estratégica, alinhada aos desafios operacionais e às exigências normativas do setor elétrico. O projeto percorreu todas as etapas de desenvolvimento de forma sistemática e colaborativa, envolvendo diferentes núcleos técnicos e equipes de campo, desde o brainstorming até a homologação.

Durante o processo de validação e escalabilidade, foram produzidas e testadas mais de 800 unidades da ferramenta. Essas peças foram distribuídas e avaliadas em campo pelas equipes das distribuidoras Energisa Paraíba, Energisa Mato Grosso e Energisa Minas Rio em condições operacionais reais. Os resultados alcançados confirmaram os benefícios esperados, incluindo:

Esses testes evidenciaram melhorias significativas nas atividades de manutenção, incluindo uma redução de 15% no tempo médio de intervenção em redes multiplexadas, o que contribuiu diretamente para a otimização da produtividade das equipes de campo. Além disso, a ferramenta demonstrou sua eficácia na redução de riscos de acidentes, com uma queda de 90% no risco de curto-circuitos entre fases, promovendo um ambiente de trabalho mais seguro e alinhado às exigências da NR 10.

Outro benefício observado foi o aumento do distanciamento seguro entre os condutores, resultado direto do design funcional da ferramenta, que garantiu maior confiabilidade nas operações e conformidade com

as normas técnicas vigentes. A aceitação por parte dos operadores também foi expressiva, com destaque para a ergonomia, leveza e facilidade de manuseio da ferramenta, aspectos que contribuíram para a ampla adoção do dispositivo no campo.

Com base nesses resultados, a ferramenta foi oficialmente homologada, incorporada aos documentos normativos internos do Grupo Energisa, como a NDU 032, NDU 004.3 e IT 0230, e reconhecida como um padrão para operações em redes multiplexadas. Além disso, o projeto culminou na geração de uma nova patente, consolidando o compromisso do grupo com a inovação e a proteção de suas soluções tecnológicas.

Este projeto não apenas trouxe ganhos significativos em eficiência e segurança, mas também reforçou a cultura de inovação dentro do Grupo Energisa. A ferramenta, agora homologada, representa um marco no avanço tecnológico do setor elétrico, com potencial para ampliar sua aplicação em outras distribuidoras e operações. O sucesso desta iniciativa ressalta a importância de integrar diferentes competências, fomentar a criatividade e priorizar a segurança nas soluções desenvolvidas.

4. Referências bibliográficas

ANDERSON, C. *Makers: The New Industrial Revolution*. Crown Business, 2012.

AZZOUZ, M.; MEGHARA, N. E.; OUAABOU, R. Analysis of mechanical and thermal properties of PA6 reinforced with glass fibers: Applications in industrial design. *Journal of Polymer Engineering*, v. 39, n. 3, p. 219-230, 2019.

BROWN, T. *Change by Design: How Design Thinking Creates New Alternatives for Business and Society*. HarperBusiness, 2009.

GRUPO ENERGISA. *Norma de Distribuição Unificada NDU 004.3 – Padrões para Construção e Manutenção em Redes Multiplexadas*, 2024.

GUPTA, B. R. *Power System Analysis and Design*. 6th ed. New Delhi: S. Chand Publishing, 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL. Pedido nacional de Invenção, modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/>. Acesso em: 27 nov. 2024.

KOTHARI, D. P.; NAGRATH, I. J. *Modern Power System Analysis*. 4th ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill Education, 2019.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. *Norma Regulamentadora NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*. Disponível em: <https://www.gov.br>. Acesso em: 27 nov. 2024.

OSBORN, A. F. *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving*. New York: Scribner, 1953.