
Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

RETROFIT DO PAINEL ELÉTRICO DO LABORATÓRIO DE SOLDAGEM

RETROFIT OF THE ELECTRICAL PANEL OF THE WELDING LABORATORY

Bryan Vinícius Brauna - bryan.brauna@etec.sp.gov.br

Ezequias Silva Queiroz - ezequias.queiroz@etec.sp.gov.br

Gabriel Manzoni Carvalho - gabriel.carvalho289@etec.sp.gov.br

Gian Leao Soares da Silva - gian.silva35@etec.sp.gov.br

Jhonatan Marcos Paiva Gomes - jhonatan.gomes8@etec.sp.gov.br

Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz – Araraquara – São Paulo – Brasil

Profº MSc Edgar Bergo Coroa – edgar.coroa@etec.sp.gov.br

Profº Donizeti Roberto Pereira – donizete.pereira @etec.sp.gov.br

Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz – Araraquara – São Paulo – Brasil

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo descrever em detalhes o processo de retrofit do painel elétrico do laboratório de soldagem da Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz, em Araraquara – SP. O projeto foi desenvolvido com foco na modernização e readequação do sistema elétrico do laboratório, visando atender às normas técnicas de segurança e promover melhorias significativas em eficiência, confiabilidade e didática. O painel original apresentava falhas de acionamento, mau contato, fios desorganizados e ausência de dispositivos de proteção individual por circuito, o que comprometia o funcionamento das máquinas e a segurança dos usuários. O retrofit consistiu em desmontar todo o sistema antigo, realizar inspeção e limpeza completa da estrutura e substituir os componentes elétricos por versões modernas e certificadas. Foram instalados novos dispositivos de comando e proteção, reorganizados os cabos e refeito o diagrama elétrico conforme as normas NR-10 e NBR 5410. O resultado obtido foi um painel mais seguro, padronizado e de fácil manutenção, que serve como ferramenta de ensino e prática para os alunos do curso de eletromecânica. A experiência contribuiu para o desenvolvimento técnico dos estudantes e para a atualização do ambiente laboratorial, permitindo o uso didático de um sistema modernizado, funcional e em conformidade com as normas de segurança elétrica.

Palavras-chave: Retrofit. Painel elétrico. Automação. Segurança elétrica. Manutenção industrial.

ABSTRACT

This paper aims to describe the retrofit process of the electrical panel in the welding laboratory at Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz, located in Araraquara – SP, Brazil. The project focused on

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

modernizing and upgrading the laboratory's electrical system to comply with current technical and safety standards, improving efficiency, reliability, and educational value. The original panel presented frequent failures, disorganized wiring, and lack of protection devices, which affected the proper operation of welding machines and posed safety risks. The retrofit involved dismantling the old system, cleaning and inspecting the structure, and replacing outdated components with modern, certified devices. All circuits were reorganized, labeled, and wired according to the NR-10 and NBR 5410 standards. The result was a safer and more efficient electrical panel, designed both for industrial reliability and educational purposes. This modernization not only enhanced the safety and functionality of the system but also served as a practical learning experience for Electromechanics students, integrating theoretical and applied knowledge.

Keywords: *Retrofit. Electrical panel. Automation. Electrical safety. Industrial maintenance.*

1. INTRODUÇÃO

A modernização tecnológica é uma exigência constante em ambientes industriais e educacionais que trabalham com sistemas elétricos e automação. O retrofit tem se mostrado uma alternativa eficiente e econômica para atualizar equipamentos antigos sem a necessidade de substituição completa da estrutura.

De acordo com Martins (2020), o retrofit é o processo de revitalizar sistemas ou equipamentos existentes, incorporando novas tecnologias, componentes e normas de segurança, sem alterar a estrutura física principal. Em painéis elétricos, essa prática permite elevar o nível de confiabilidade e reduzir custos, mantendo o equipamento funcional por mais tempo.

O laboratório de soldagem da Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz, localizado em Araraquara, possuía um painel elétrico que apresentava diversos problemas: dispositivos desgastados, mau contato nos bornes, fiação desorganizada e ausência de sinalização e proteção adequadas. Esses fatores não apenas prejudicavam o desempenho das atividades práticas, como também representavam riscos de acidentes elétricos.

A partir desse diagnóstico, foi proposto o projeto de retrofit do painel elétrico, com o objetivo de garantir maior segurança, confiabilidade e didática nas práticas de soldagem. A modernização também buscou adequar o sistema às normas vigentes, especialmente a NR-10, que regula a segurança em instalações e serviços com eletricidade, e a NBR 5410, que trata das instalações elétricas de baixa tensão.

Além da adequação técnica, o projeto teve um forte caráter pedagógico, pois envolveu os alunos do curso de eletromecânica em todas as etapas do processo. Dessa forma, foi possível

Etec “Profª Anna de Oliveira Ferraz”

unir teoria e prática, permitindo que os estudantes vivenciassem as etapas reais de um projeto de modernização elétrica, desde o planejamento até a execução e testes finais.

O retrofit também está alinhado com a sustentabilidade industrial, uma vez que evita o descarte de materiais em bom estado estrutural. Em vez de substituir todo o painel, foram reaproveitados componentes metálicos, trilhos e canaletas, promovendo a redução de resíduos e a racionalização de recursos, conforme apontam Silva e Oliveira (2021).

Outro ponto relevante é que a modernização de painéis elétricos não se restringe a laboratórios escolares. Esse tipo de intervenção é amplamente utilizado na indústria moderna, onde o tempo de parada e o custo de novos equipamentos são altos. Assim, o retrofit é visto como uma estratégia inteligente de reengenharia e manutenção preventiva, com excelente custo-benefício.

Portanto, o presente trabalho tem como foco demonstrar, de forma detalhada, as etapas do retrofit realizado no painel elétrico do laboratório de soldagem, apresentando os procedimentos técnicos, os resultados obtidos e os benefícios pedagógicos e operacionais alcançados após a modernização.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O retrofit é uma prática consolidada nas áreas de engenharia elétrica e automação, sendo definido como o processo de atualização tecnológica de um sistema antigo, mantendo sua estrutura principal, mas substituindo componentes obsoletos por versões mais eficientes.

Segundo Pires (2020), o retrofit é uma alternativa sustentável e econômica para prolongar a vida útil de equipamentos industriais.

De acordo com a NR-10 (BRASIL, 2023), qualquer intervenção em sistemas elétricos deve garantir segurança ao trabalhador, utilizando procedimentos técnicos padronizados, equipamentos de proteção coletiva (EPC) e individual (EPI), além de dispositivos de bloqueio e sinalização adequados. No contexto educacional, essas normas são fundamentais para proteger alunos e professores durante atividades práticas com eletricidade.

Santos e Almeida (2022) ressaltam que a modernização de painéis elétricos está diretamente relacionada ao avanço da automação industrial, que exige sistemas mais precisos,

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

seguros e integrados. O uso de contadores, relés térmicos, disjuntores e sensores atualizados proporciona maior confiabilidade ao sistema e reduz o risco de falhas.

Outro aspecto importante é o impacto ambiental positivo do retrofit. Ao reaproveitar a estrutura metálica e substituir apenas componentes desgastados, reduz-se o descarte de resíduos e o consumo de novos materiais, o que está em conformidade com os princípios da engenharia sustentável (SILVA; OLIVEIRA, 2021).

Ferreira e Souza (2021) destacam ainda o valor pedagógico do retrofit em escolas técnicas, pois permite que os alunos compreendam o funcionamento de sistemas elétricos reais, desenvolvam competências em diagnóstico, montagem e testes e se familiarizem com as normas técnicas aplicáveis.

Em suma, o retrofit de sistemas elétricos combina eficiência técnica, economia e sustentabilidade, sendo uma prática recomendada tanto para a indústria quanto para o ensino técnico profissionalizante.

De acordo com Santos e Almeida (2022), a escolha adequada desses dispositivos está diretamente ligada à confiabilidade e eficiência do sistema elétrico.

Além disso, fabricantes como WEG e Schneider Electric são referências no fornecimento de componentes industriais de alta durabilidade (WEG, 2024).

A Figura 1 apresenta um exemplo de painel elétrico antigo, com fiação exposta e ausência de seccionamento adequado, comum antes da execução de retrofit.

Figura 1 – Painel elétrico obsoleto antes do retrofit

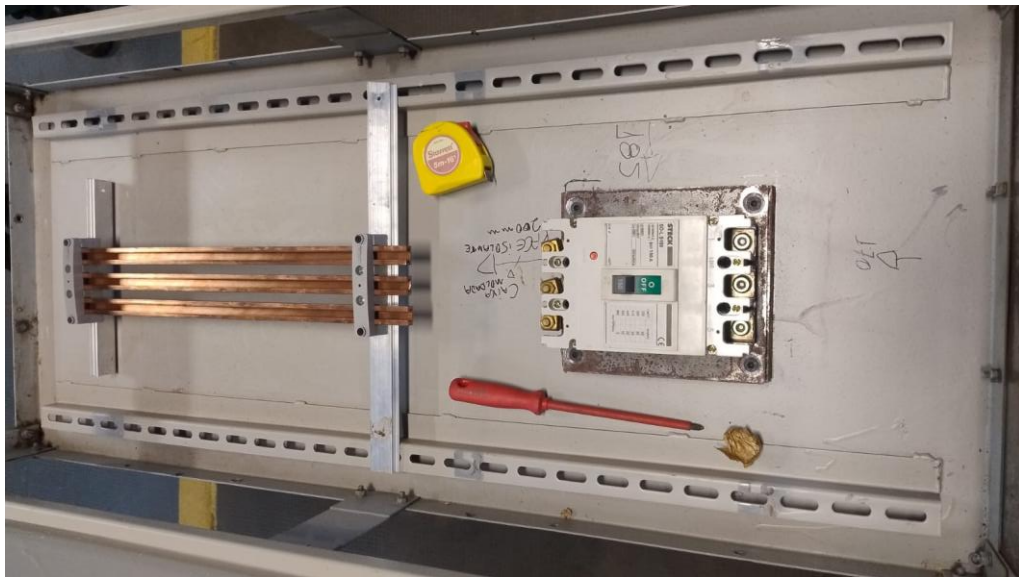


Fonte: Autores, (2025).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

A Figura 2 demonstra a reorganização interna dos cabos e substituição de componentes durante o processo de retrofit, destacando a importância da padronização e da identificação conforme a NBR 5410.

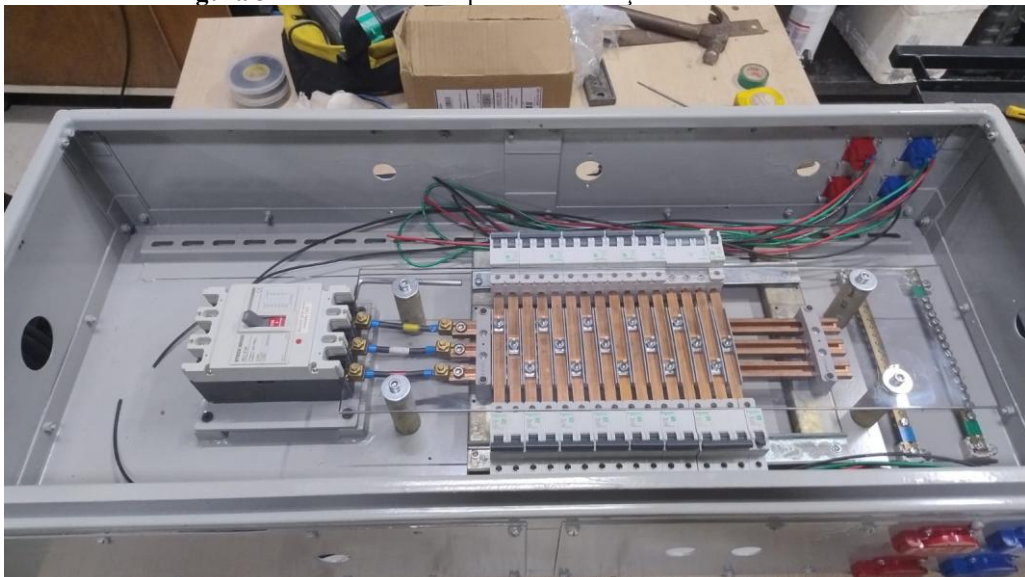
Figura 2 – Etapa de substituição e reorganização de condutores em retrofit



Fonte: Autores, (2025).

Por fim, a Figura 3 ilustra um painel modernizado com novos dispositivos de comando, resultando em maior segurança operacional e estética industrial adequada.

Figura 3 – Painel elétrico após modernização e testes funcionais



Fonte: Autores, (2025).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Esses exemplos demonstram a importância da modernização contínua dos sistemas elétricos, seja em ambientes industriais ou educacionais, garantindo segurança, eficiência e conformidade normativa.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

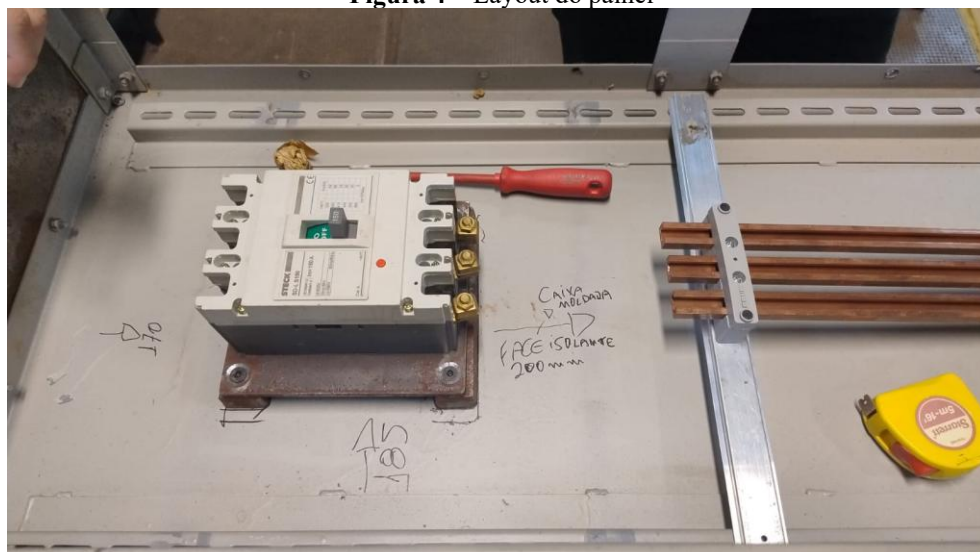
O processo de retrofit foi realizado no laboratório de soldagem da Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz, em um período de quatro semanas, sob supervisão docente. A execução foi dividida em etapas sequenciais, garantindo segurança, qualidade e padronização do trabalho.

3.1. Planejamento e Diagnóstico

Inicialmente, foi feita uma inspeção completa do painel existente. Os alunos analisaram o estado dos cabos, bornes, contadores e dispositivos de proteção, observando pontos de desgaste e aquecimento. Também foi identificado que o painel não possuía um diagrama elétrico atualizado, o que dificultava a manutenção.

Com base nesse diagnóstico, elaborou-se uma lista de componentes e definiu-se o novo layout do painel, com reposicionamento de disjuntores e contadores para facilitar o acesso e a ventilação interna.

Figura 4 – Layout do painel



Fonte: Autores, (2025).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

3.2. Desenergização e Desmontagem

O painel foi completamente desligado da rede elétrica e bloqueado conforme os procedimentos da NR-10. Todos os cabos e dispositivos antigos foram removidos, sendo aproveitados apenas os trilhos DIN, canaletas e estrutura metálica. Essa etapa foi acompanhada por professores, garantindo o cumprimento das normas de segurança.

Figura 5 – Painel desmontado



Fonte: Autores, (2025).

3.3. Limpeza e Preparação

Com o painel desmontado, procedeu-se à limpeza interna com produtos neutros e não condutivos. A estrutura foi lixada e recebeu nova pintura anticorrosiva. Essa preparação garantiu o isolamento adequado e melhor fixação dos novos componentes.

Figura 6 – Limpeza e desmontagem



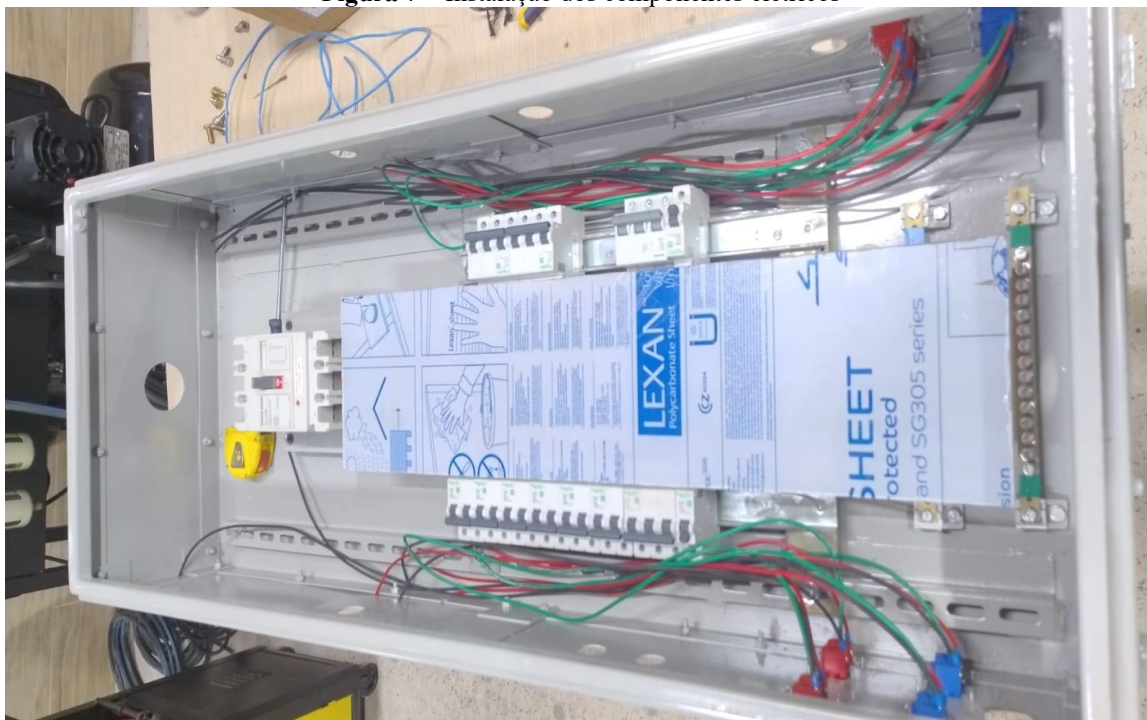
Fonte: Autores, (2025).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

3.4. Instalação dos Novos Dispositivos

Foram instalados os novos dispositivos elétricos conforme o layout planejado: disjuntor motor, chave seccionadora, contatores e minicontatores. O cabeamento foi feito utilizando fios de bitola adequada, conforme a corrente de trabalho, e conectores terminais prensados. A fixação seguiu o padrão NBR 5410, assegurando distanciamento e identificação dos condutores.

Figura 7 – Instalação dos componentes elétricos



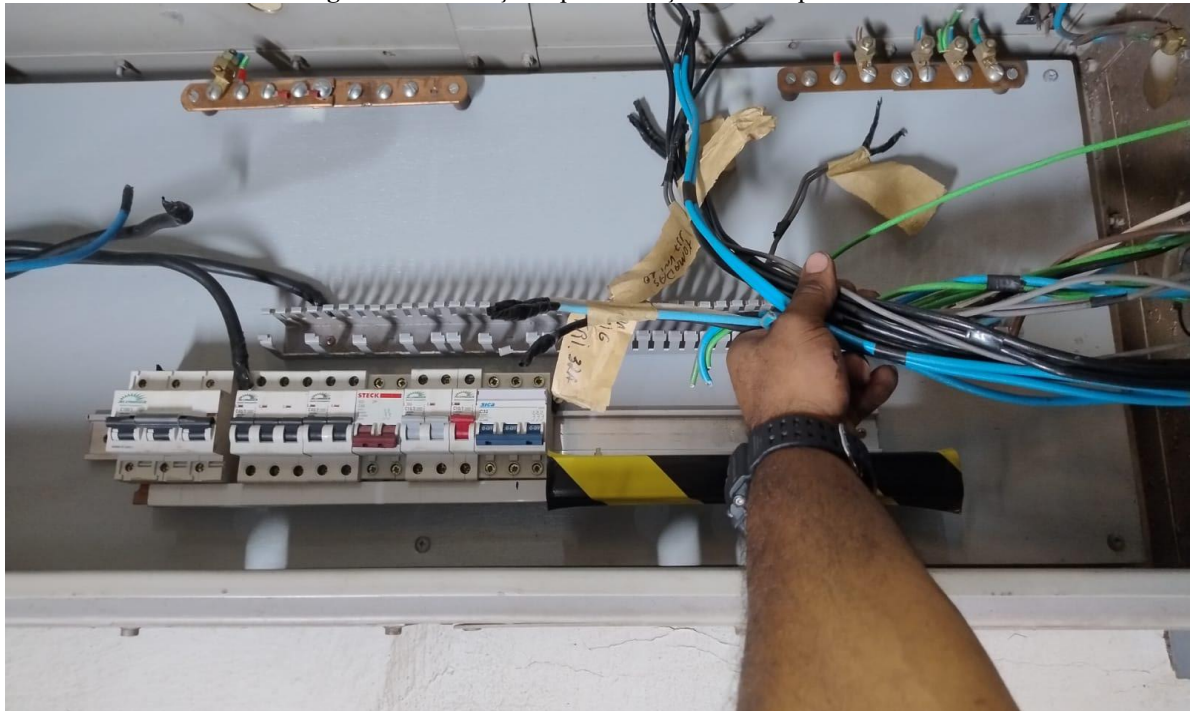
Fonte: Autores, (2025).

3.5. Organização e identificação

Todos os condutores foram devidamente numerados e organizados nas canaletas. Os circuitos foram identificados com etiquetas indicando função e tensão. Essa padronização facilitou a leitura do sistema e as futuras manutenções.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Figura 8 – Instalação e padronização dos componentes



Fonte: Autores, (2025).

3.6. Testes e validação

Após a montagem, o painel foi submetido a testes de continuidade, isolamento e funcionalidade. Foram utilizados instrumentos de medição como multímetro, megômetro e amperímetro, verificando a integridade de cada circuito e o correto funcionamento dos dispositivos de comando. O sistema foi energizado gradualmente, sob supervisão docente, e aprovado após ensaios práticos de operação.

Etec “Profª Anna de Oliveira Ferraz”

Figura 9 – Teste pós montagem



Fonte: Autores, (2025).

3.7. Tabela de Custos

Através da tabela a seguir, pode-se entender melhor como os custos dos materiais afetam o custo total do serviço e como cada item contribui para a produção de um trabalho de qualidade (Tab. 1).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

Tabela 1 – Tabela de custos utilizados no painel elétrico

ITEM	QTD	VALOR	FOTO
Disjuntor Primário caixa moldada 150A Steck	1 pç	R\$ 391,00	
Tomadas de embutir JNG 20A	1 pç	R\$ 220,00	
Disjuntores secundários disjuntores Schneider	15 pç	R\$ 900,00	
Barramento Brum 400A	32 pç	R\$ 1990,00	
Conjunto batoque do acrílico e base do disjuntor	1 pç	R\$ 340,00	
Acrílico painel	1 pç	R\$ 70,00	
Tinta painel cinza munssel	1 pç	R\$ 210,00	
Cabos para tomadas de embutir	15 m	R\$ 37,50	
TOTAL		R\$ 4.158,50	

Fonte: Autores, (2025).

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"**4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com a execução do retrofit, o painel elétrico apresentou melhorias significativas em todos os aspectos avaliados.

Primeiramente, a reorganização interna dos cabos e a substituição dos dispositivos antigos eliminaram os pontos de aquecimento e reduziram o risco de curto-circuito. O sistema tornou-se mais estável e confiável, atendendo aos requisitos das normas NR-10 e NBR 5410.

A segurança operacional aumentou substancialmente, pois agora há isolamento completo do circuito principal através da chave seccionadora. Os novos dispositivos garantem resposta mais rápida em situações de sobrecorrente ou falha de comando.

O retrofit também trouxe benefícios didáticos relevantes. Durante o projeto, os alunos puderam aplicar conceitos de comandos elétricos, leitura de diagramas e práticas de manutenção preventiva, o que fortaleceu a aprendizagem e a capacidade de trabalho em equipe. Além disso, a experiência proporcionou uma visão realista das rotinas de manutenção industrial, com enfoque em segurança e precisão técnica.

Outro ponto positivo foi o ganho em estética e organização interna, tornando o painel mais moderno e acessível. A padronização das cores dos fios e a sinalização dos componentes facilitaram a identificação e o monitoramento de falhas.

Além dos ganhos qualitativos observados no funcionamento do painel, foi possível identificar melhorias mensuráveis no tempo de intervenção para manutenções corretivas e preventivas, uma vez que a organização dos condutores, a identificação dos circuitos e a presença de dispositivos de seccionamento tornaram o diagnóstico de falhas muito mais rápido, reduzindo o tempo de parada do laboratório e aproximando a realidade acadêmica das práticas de manutenção industrial descritas por Martins (2020).

A estruturação do painel em blocos lógicos de alimentação, comando e proteção também favoreceu a compreensão dos estudantes quanto ao fluxo de energia e de sinal, permitindo que os professores utilizassem o próprio equipamento como recurso didático em situações de análise

Etec “Profª Anna de Oliveira Ferraz”

de circuitos, em consonância com a perspectiva de Ferreira e Souza (2021), que defendem o retrofit em ambientes educacionais como estratégia para aproximar teoria e prática e fortalecer a formação técnica voltada às demandas reais do mercado.

Do ponto de vista da segurança, a inclusão de dispositivos de proteção adequados a cada circuito e a adoção rigorosa dos procedimentos de desenergização e bloqueio evidenciaram a aplicabilidade da NR-10 no contexto escolar, reforçando a cultura de prevenção de acidentes e tornando as aulas práticas um espaço de vivência concreta das exigências legais, conforme orienta Brasil (2023), o que tende a formar profissionais mais conscientes de suas responsabilidades em instalações elétricas industriais e prediais.

A análise dos custos apresentados na Tabela 1 mostra que, embora o investimento em componentes de melhor qualidade represente um valor considerável, o resultado obtido em termos de confiabilidade, segurança e vida útil do sistema justifica plenamente a escolha por dispositivos certificados, alinhando-se à visão de Pires (2020) e Santos e Almeida (2022), que apontam o retrofit como alternativa economicamente viável frente à substituição integral de painéis e quadros de comando em ambientes industriais.

Observou-se ainda que a padronização dos componentes, com o uso de contatores, relés térmicos e disjuntores de fabricantes consolidados, como indicado por WEG (2024), facilita a reposição futura de peças e a continuidade do processo formativo, pois o painel modernizado passa a funcionar como laboratório permanente para novas turmas, permitindo ajustes, expansões e experiências adicionais em automação, o que mantém o projeto aberto a aperfeiçoamentos contínuos e novas aplicações pedagógicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de retrofit do painel elétrico do laboratório de soldagem da Etec Profª Anna de Oliveira Ferraz atingiu plenamente seus objetivos. A modernização resultou em um sistema mais seguro, funcional e esteticamente organizado, atendendo às normas de segurança elétrica

Etec “Profª Anna de Oliveira Ferraz”

e promovendo uma experiência prática enriquecedora para os alunos. A aplicação de princípios de retrofit mostrou-se vantajosa por unir sustentabilidade, economia e eficiência, demonstrando que é possível modernizar equipamentos existentes sem necessidade de substituição total.

O envolvimento dos alunos em todas as fases do projeto reforçou a importância da aprendizagem prática orientada, estimulando competências técnicas e comportamentais essenciais à formação profissional.

Como recomendação futura, sugere-se ampliar o projeto para outros laboratórios da instituição, aplicando o mesmo conceito de retrofit a sistemas pneumáticos e de automação industrial, fortalecendo o ensino técnico e contribuindo para a segurança e qualidade das instalações.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-10: segurança em instalações e serviços em eletricidade. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-....>
Acesso em: jul. 2025.

FERREIRA, J. L.; SOUZA, A. P. Aplicação de projetos de retrofit em ambientes educacionais técnicos. Revista Educação e Tecnologia, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 45–52, 2021. Disponível em: <https://revistaeducacaoetecnologia.sp.gov.br/artigo/retrofit-educacional>.
Acesso em: ago. 2025.

MARTINS, P. A. Retrofit em sistemas elétricos industriais: atualização e economia. Revista Técnica de Engenharia, Belo Horizonte, v. 18, n. 2, p. 30–36, 2020. Disponível em: <https://revistatecnicaengenharia.com.br/artigo/retrofit-industrial>.
Acesso em: ago. 2025.

PIRES, L. R. Modernização de painéis de comando elétrico. Revista Eletricidade Industrial, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 18–18, 2020. Disponível em: <https://revistaeletricidadeindustrial.com.br/artigo/painel-comando>.
Acesso em: set. 2025.

Etec "Profª Anna de Oliveira Ferraz"

SANTOS, R.; ALMEIDA, G. Automação e sinalização em sistemas elétricos de potência. Revista Engenharia Elétrica, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 66–73, 2022. Disponível em: <https://revistaengenhariaeletrica.com.br/artigo/automacao-sinalizacao>. Acesso em: out. 2025.

SILVA, D. F.; OLIVEIRA, M. R. Retrofit e sustentabilidade em sistemas elétricos. Revista Brasileira de Engenharia e Energia, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 88–94, 2021. Disponível em: <https://revistabrengenhariaenergia.com.br/artigo/retrofit-sustentavel>. Acesso em: out. 2025.

WEG. Catálogo técnico de contatores e relés térmicos. Jaraguá do Sul: WEG Equipamentos Elétricos S.A., 2024. Disponível em: <https://www.weg.net/catalogo>. Acesso em: nov. 2025.