



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

MURILO MONTEIRO CHIVIERO

**INDUSTRIALIZAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA DE APARTAMENTOS EM
EDIFÍCIOS MULTIPAVIMENTOS**

São Paulo

2024

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

MURILO MONTEIRO CHIVIERO

**INDUSTRIALIZAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA DE APARTAMENTOS EM
EDIFÍCIOS MULTIPAVIMENTOS**

Monografia apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Especialista em Tecnologia
e Gestão na Produção de Edifícios

Orientador:

Prof. Carlos Eduardo Grazina

São Paulo

2024

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

CHIVIERO, MURILO MONTEIRO
INDUSTRIALIZAÇÃO NA DISTRIBUIÇÃO ELÉTRICA DE APARTAMENTOS
EM EDIFÍCIOS MULTIPAVIMENTOS / M. M. CHIVIERO -- São Paulo, 2024.
73 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Poli-Integra.

1.Instalações Elétricas 2.Sistemas prediais industrializados I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Poli-Integra II.t.

CHIVIERO, Murilo Monteiro. **Industrialização na distribuição elétrica de apartamentos em edifícios multipavimentos**. 2024. Número de páginas p.73. Monografia (Especialidade em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

Aprovado em: **VINTE E CINCO DE NOVEMBRO DE 2024**

Banca Examinadora

Orientador: **Professor Carlos Eduardo Grazina**

Instituição: **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

Julgamento: **APROVADO**

Examinador 1: **Profa. Dra. Renata Monte**

Instituição: **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

Julgamento: **APROVADO**

Examinador 2: **Prof. M. Sérgio Fernando Domingues**

Instituição: **Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**

Julgamento: **APROVADO**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha falecida mãe, Maria Monteiro Chiviero, professora e pedagoga, que infelizmente não pode acompanhar, neste plano, a minha evolução acadêmica nesta instituição tão almejada. Uma incentivadora e sempre apoiadora nos estudos. Com certeza está muito feliz e orgulhosa por mais essa etapa em minha vida e sinto que pude contar com a força e energia dela me apoiando, como em tudo na minha vida, na realização de mais essa conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela minha vida, família e amigos.

Agradeço em especial a minha esposa, Andrezza Almeida Chiviero, pelo apoio e entendimento durante toda a realização dessa especialização, incentivando o avanço nos estudos, sendo companheira e dando condições em busca desse objetivo. Agradeço também aos meus dois filhos, Gustavo Samuel Almeida Chiviero e Davi Antonio Almeida Chiviero, por entenderem as demandas desse estudo e especialização, sendo meus parceiros durante a caminhada.

Agradeço em especial também aos meus pais, Maria Monteiro Chiviero (in memoriam) e José Antonio Chiviero, a quem tenho a desmedida satisfação de ser vosso filho com grande formação de respeito, educação e honestidade por toda a vida, sendo sempre incentivadores ao estudo.

Da mesma forma, agradeço muito ao Professor Msc. Carlos Eduardo Grazina por ser meu orientador nesse ardo trabalho, dispondo de seu valoroso tempo e dedicação para as orientações e rumos durante a evolução dessa monografia.

Também agradeço muito a Profa. Dra. Mércia Maria Semensato Bottura Barros e Prof. Dr. Francisco Cardoso, pelo empenho e toda dedicação na coordenação dessa especialização tão conceituada no mercado da Construção Civil. Obrigado pelos vossos comentários, orientações, correções e críticas para o avanço neste trabalho.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Planta de Pavimento do apartamento de 55m ²	26
Figura 2- Planta de Pavimento do apartamento de 70m ²	26
Figura 3 - Planta elétrica do apartamento de 55m ²	27
Figura 4 - Planta elétrica do apartamento de 70m ²	27
Figura 5 – Diagrama bifásico do quadro de distribuição	28
Figura 6 – Diagrama bifásico do quadro de distribuição	29
Figura 7 – Kit elétrico industrializado (sistema polvo)	31
Figura 8 – Armazenamento no almoxarifado por tipo de apartamento	32
Figura 9 - Manuseio do kit no pavimento (sistema polvo)	32
Figura 10 – Alimentadores de prumada por meio de cabos	34
Figura 11 – Caixa de medição eletrônica descentralizada	34
Figura 12 – Barramento Blindado	36
Figura 13 – Elevação com a disposição das caixas elétricas	38
Figura 14 – Projeto de marcação de Laje. Distribuição com enfição	38
Figura 15 – Kit elétrico industrializado	39
Figura 16 – Kit elétrico distribuído na laje	39
Figura 17 – Caixa central para quadro elétrico	40
Figura 18 – Caixa de passagem em distribuição na alvenaria	40
Figura 19 – Caixas para interruptor e tomada posicionadas	41
Figura 20 – Distribuição elétrica executada	41
Figura 21 – Distribuição elétrica e revestimento executado	42
Figura 22 – Quadro elétrico e quadro de sistemas	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos Testes Finais de Elétrica.....	44
Tabela 2 - Comparação de Custos.....	45
Tabela 3 - Ganhos de Qualidade, Produtividade e Diminuição de Perdas.....	45
Tabela 4 – Respostas das questões abertas	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Quão satisfeito você está com a facilidade de instalação dos kits elétricos industrializados?.....	48
Gráfico 2 – Você considera que o uso de kits elétricos industrializados reduziu o tempo necessário para completar a instalação elétrica em comparação com métodos tradicionais?.....	50
Gráfico 3 - Você pretende utilizar novamente kits elétricos industrializados em projetos futuros?.....	51
Gráfico 4 - Quais são, na sua opinião, as principais vantagens dos kits elétricos industrializados em comparação com métodos tradicionais de instalação?.....	51
Gráfico 5 - Na sua concepção, qual foi o principal critério para tomada de decisão em utilizar kits elétricos industrializados?.....	52
Gráfico 6 - Você considera o valor dos kits elétricos industrializados vantajoso em relação aos métodos tradicionais de instalação?.....	53
Gráfico 7 - Você teve algum problema significativo durante a instalação dos kits elétricos industrializados?.....	54
Gráfico 8 - Qual é a sua opinião geral sobre a utilização de kits elétricos industrializados?.....	54

RESUMO

O presente estudo explora a implementação de sistemas prediais industrializados, com ênfase nos kits elétricos, para a distribuição elétrica de apartamentos multipavimentos em edifícios residenciais. O objetivo central é investigar os impactos dessa inovação tecnológica sobre a eficiência e a padronização dos processos de instalação elétrica, considerando os ganhos de qualidade e produtividade durante a execução, bem como os desafios enfrentados. Adotando uma metodologia quali-quantitativa, a pesquisa se desenvolveu por meio de revisão bibliográfica e estudo de caso em um empreendimento residencial de médio porte, além da aplicação de questionários a profissionais envolvidos nas instalações elétricas. Os resultados evidenciaram que a utilização de kits elétricos industrializados trouxeram melhorias significativas em termos de eficiência e redução no tempo de instalação, com uma resposta positiva dos profissionais que demonstram disposição para adotar essas soluções em projetos futuros. Entretanto, identificaram-se desafios como o custo comparativamente alto e dificuldades de integração com sistemas já existentes. Tais obstáculos destacam a necessidade de uma avaliação cuidadosa para balancear vantagens e limitações. Além disso, a pesquisa aponta para a importância de treinamento especializado, aperfeiçoamento dos componentes e clareza nas instruções de montagem, visando otimizar a qualidade e facilitar a implementação no canteiro de obras. A colaboração entre fabricantes, construtoras e profissionais é essencial para o desenvolvimento de soluções integradas que atendam tanto a requisitos técnicos quanto operacionais. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento, focados na compatibilidade e facilidade de instalação, e um diálogo contínuo com os usuários finais são fundamentais para promover melhorias significativas, aprimorando o produto final e adaptando mais rapidamente essas tecnologias inovadoras ao mercado da construção civil.

Palavras-chave: Sistemas prediais industrializados. Instalações elétricas. Construção civil.

ABSTRACT

The present study explores the implementation of industrialized building systems, with an emphasis on electrical kits, in the electrical distribution of multi-floor apartments in residential buildings. The central objective is to investigate the impacts of this technological innovation on the efficiency and standardization of electrical installation processes, considering the gains in quality and productivity during execution, as well as the challenges faced. Adopting a qualitative-quantitative methodology, the research was developed through a bibliographical review and a case study in a medium-sized residential development, in addition to the application of questionnaires to professionals involved in electrical installations. The results showed that the use of industrialized electrical kits brought significant improvements in terms of efficiency and reduction in installation time, with a positive response from professionals who demonstrated a willingness to adopt these solutions in future projects. However, challenges were identified such as the comparatively high cost and difficulties in integrating with existing systems. Such obstacles highlight the need for careful evaluation to balance advantages and limitations. Furthermore, the research points to the importance of specialized training, improvement of components and clarity in assembly instructions, aiming to optimize quality and facilitate implementation on the construction site. Collaboration between manufacturers, construction companies and professionals is essential for the development of integrated solutions that meet both technical and operational requirements. Investments in research and development, focused on compatibility and ease of installation, and a continuous dialogue with end users are essential to promote significant improvements, improving the final product and adapting these innovative technologies more quickly to the construction market.

Keywords: Industrialized building systems. Electrical installations. Construction.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Contextualização	14
1.2 Problemática	15
1.3 Objetivo	15
1.3.1 Objetivo geral.....	15
1.3.2 Objetivos específicos	15
1.4 Justificativa	16
1.5 Metodologia	17
1.6 Estruturação do trabalho	17
2. INDUSTRIALIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	19
2.1 A evolução, industrialização e racionalização na construção civil no brasil	19
2.2 Conceitos básicos e estratégia para implantação de novas tecnologias construtivas industrializadas	20
2.3 Industrialização na distribuição elétrica em apartamentos multipavimentos	22
2.4 Embasamento normativo das instalações elétricas	23
3. ESTUDO DE CASO	25
3.1 Apresentação da construtora	25
3.2 Descrição do cenário	25
3.3 Identificação do problema	30
3.3.1 Kits Elétricos “Polvo”.....	31
3.3.2 Alimentadores de Prumada	34
3.4 Aplicação Prática da Solução do Estudo de Caso	37
3.5 Apresentação dos Resultados - Análise Comparativa de Custos, Qualidade e Produtividade	45
3.6 Análise crítica	48

3.7 Aplicação do questionário	49
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	61
ANEXO A – Questionário	64

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A industrialização na construção civil é um fenômeno que tem transformado significativamente a maneira como os edifícios e infraestruturas são projetados, construídos e operados. Tradicionalmente, a construção civil era caracterizada por processos artesanais e uma abordagem fragmentada, resultando em prazos prolongados, custos elevados e inconsistências na qualidade (SILVA, 2020). No entanto, a crescente demanda por eficiência, sustentabilidade e inovação impulsionou a adoção de métodos e tecnologias industrializadas, que visam padronizar e automatizar diversos aspectos do processo construtivo (BICHINSKI, 2017).

Tal industrialização abrange uma variedade de práticas, desde a pré-fabricação de componentes em fábricas até a implementação de sistemas de construção modular e uso de tecnologias avançadas, como a impressão 3D. Essa abordagem promove uma maior eficiência no uso de recursos, reduz o desperdício de materiais, acelera os prazos de construção e melhora a qualidade final das edificações. Além disso, a industrialização possibilita uma maior flexibilidade no design e uma resposta mais ágil às demandas do mercado, contribuindo para a criação de espaços construídos mais sustentáveis e resilientes (GOUVEIA *et al.*, 2021).

A racionalização na construção é essencial para mitigar os desperdícios de recursos materiais, financeiros e temporais que historicamente têm caracterizado o setor. Ao adotar abordagens mais sistematizadas e eficientes, como a padronização de processos, o uso de tecnologias avançadas e a otimização do fluxo de trabalho, é possível reduzir significativamente o desperdício ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento. Essa busca pela racionalização contribui para a sustentabilidade ambiental, ao minimizar a extração de recursos naturais e a geração de resíduos, bem como contribui para a viabilidade econômica dos projetos, ao aumentar a produtividade e reduzir os custos associados à construção e manutenção das edificações (NAGALLI, 2021).

À vista disso, um dos exemplos a se destacar são os kits elétricos, que representam uma abordagem inovadora na distribuição elétrica em edifícios residenciais multipavimentos, oferecendo uma alternativa padronizada aos métodos convencionais de instalação. Compreendendo conjuntos pré-fabricados de componentes elétricos, como cabos, dispositivos de proteção e quadros de distribuição, esses sistemas prediais industrializados visam simplificar e agilizar o processo de montagem e instalação elétrica. De acordo com Santos (2023), essa

abordagem inovadora pode otimizar a eficiência operacional, bem como pode contribuir para a segurança e confiabilidade das infraestruturas elétricas em edifícios, promovendo uma evolução significativa no setor da construção civil.

1.2 Problemática

A problemática do presente estudo reside no fato de que a implementação de kits elétricos na distribuição elétrica de apartamentos multipavimentos não está isenta de desafios e questões a serem consideradas. De acordo com Paixão *et al.* (2021), um dos principais problemas enfrentados diz respeito aos custos comparativos associados a essa tecnologia, que muitas vezes são percebidos como mais elevados em comparação com os métodos convencionais de instalação. Além disso, consoante ao entendimento de Santos (2023), a integração dos kits elétricos com sistemas existentes e a necessidade de treinamento especializado para sua instalação adequada podem representar obstáculos significativos para sua adoção em larga escala. Diante dessas questões, surge a problemática central: **como conciliar a eficiência e padronização oferecidas pelos kits elétricos com os desafios relacionados aos custos e à integração com sistemas existentes na distribuição elétrica de edifícios residenciais multipavimentos?**

1.3 Objetivo

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo é investigar os impactos da implementação de sistemas prediais industrializados, especificamente kits elétricos, na distribuição elétrica de edifícios residenciais multipavimentos.

1.3.2 Objetivos específicos

Para os objetivos específicos, o presente estudo busca:

- Evidenciar a relevância da industrialização na construção civil, destacando seus impactos na eficiência, produtividade e qualidade das instalações elétricas em edifícios.
- Investigar os custos comparativos e as dificuldades de implementação dos kits elétricos industrializados, visando identificar estratégias para mitigar esses desafios.

- Examinar as percepções e experiências dos profissionais da construção em relação à utilização de kits elétricos, incluindo aspectos como satisfação, aceitação e disposição para adotar essas tecnologias em projetos futuros.

1.4 Justificativa

Combater o desperdício de recursos, sejam de mão de obra ou material, continua sendo um dos desafios da produtividade e da padronização nos canteiros de obras. Nos sistemas prediais elétricos, muitas empresas ainda adotam o método tradicional de instalações de enfição do pavimento tipo de edifícios residenciais multipavimentos. Tal prática evidencia alguns fatores que demonstram oportunidades de melhoria em relação aos desperdícios e boa técnica, tais como:

- Ausência de controle total dos materiais aplicado na frente de trabalho; geralmente a equipe de mão de obra que executará os serviços dispõe dos cabos de cobre, separados por rolos, de diversas cores e bitolas, para poder atender aos respectivos projetos de distribuição das enfições nas unidades habitacionais. Dessa forma, há vulnerável desperdício de materiais, seja por corte indevido, seja por eventual desvio da aplicação por outro interesse;

- Comprimento dos terminais em cada ponto de alimentação; por se tratar de instalações feitas sem um padrão definido, cabe ao instalador determinar o comprimento de cada terminal (ou pontas de cabos) onde serão realizadas as futuras conexões com luminárias, quadros elétricos, tomadas e interruptores, etc. Neste caso, há vulnerabilidade tanto para a sobra quanto para a falta de material suficiente para a finalidade de instalações dos pontos de tomada, luminárias e miolos de quadros elétricos, que geralmente ocorrem em etapas posteriores, podendo haver retrabalhos e/ou desperdícios de materiais e mão de obra;

- Possibilidade de erros humanos na especificação dos cabos e bitolas; pela quantidade de pontos de emendas, cabos e caminhamento dos condutores, há uma necessidade maior de um profissional habilitado em frente de trabalho, requerendo alta capacidade e conhecimento técnico para que não sejam cometidos erros durante o processo de execução da enfição, sendo esta atividade limitada a entrada de novos profissionais sem que haja um preparo maior em sua formação.

Dessa forma, a utilização de kits elétricos industrializados, por exemplo, é justificada pela melhoria na qualidade e redução do desperdício no canteiro de obras. A padronização dos componentes e a pré-fabricação em ambiente controlado garantem maior precisão e

uniformidade nas instalações, minimizando a margem de erro humano e as falhas comuns em processos tradicionais. Conforme destacado por Rosa (2022), esses kits reduzem o desperdício de materiais ao serem projetados sob medida para cada projeto específico, evitando sobras e cortes desnecessários. Tal eficiência eleva a qualidade das instalações elétricas, produtividade da mão de obra, além de contribuir para a sustentabilidade ao diminuir a geração de resíduos.

Com a racionalização dos processos construtivos, através da integração de sistemas pré-fabricados, permite-se uma execução mais ágil e organizada, otimizando o fluxo de trabalho e possibilitando a conclusão das atividades em prazos menores. A simplificação dos procedimentos de instalação também reduz a necessidade de retrabalho, aumentando a eficiência operacional e, conseqüentemente, a produtividade geral da equipe.

Ainda dentro das vantagens observadas neste método, a implementação de kits elétricos industrializados inclui o impacto positivo na motivação dos trabalhadores e na segurança do ambiente de trabalho. A redução de atividades manuais intensivas e repetitivas, substituídas por processos mais automatizados e precisos, diminui o esforço físico exigido dos profissionais, tornando o trabalho menos desgastante e mais atrativo, especialmente para as novas gerações que buscam ambientes de trabalho tecnologicamente avançados. A padronização e a qualidade dos componentes pré-fabricados aumentam a segurança das instalações, reduzindo os riscos de acidentes causados por erros de montagem ou instalações defeituosas.

1.5 Metodologia

Este trabalho adota uma metodologia qualitativa, integrando uma abordagem mista para aprofundar a análise e ampliar a compreensão do tema estudado. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica, que permitiu estabelecer o embasamento teórico necessário. Seguiu-se a aplicação de um estudo de caso, que proporcionou contribuições práticas em prol de uma avaliação detalhada das ações correntes em um contexto real. Além disso, foi implementado um questionário, ferramenta fundamental para a coleta de dados quantitativos e qualitativos diretamente dos participantes envolvidos, o que enriqueceu significativamente a análise dos resultados

1.6 Estruturação do trabalho

Este trabalho está organizado em quatro capítulos principais. A seguir, é apresentada a descrição de cada seção: Capítulo 1 – Introdução: Esta seção contextualiza o tema, apresentando a problemática e a relevância da industrialização na distribuição elétrica em apartamentos de

edifícios multipavimentos. São explicitados os objetivos geral e específicos do estudo, além da justificativa para a realização deste trabalho. Por fim, detalha-se a metodologia empregada para a coleta e análise de dados.

Capítulo 2 - Industrialização e Racionalização na Construção Civil: Este capítulo aborda os fundamentos teóricos que sustentam o estudo. Inicialmente, apresenta-se uma revisão histórica e conceitual sobre a industrialização e racionalização na construção civil no Brasil. Em seguida, discorrem-se os conceitos básicos e estratégias para a adoção de tecnologias construtivas industrializadas. A seção também foca especificamente na industrialização da distribuição elétrica em edifícios multipavimentos, complementada por uma análise do embasamento normativo aplicado às instalações elétricas.

Capítulo 3 - Estudo de Caso: O estudo de caso é o núcleo prático deste trabalho. Primeiramente, descreve-se a construtora selecionada e o cenário do projeto analisado. Identifica-se o problema enfrentado no processo de distribuição elétrica, com destaque para soluções específicas como os "Kits Elétricos Polvo" e os alimentadores de prumada. É detalhada a aplicação prática das soluções, seguida da apresentação dos resultados obtidos por meio de uma análise comparativa de custos, qualidade e produtividade. Adicionalmente, discute-se a aplicação de um questionário junto aos profissionais da empreiteira responsável pela instalação elétrica, cujos resultados foram analisados de forma crítica.

Capítulo 4 - Considerações Finais: O último capítulo sintetiza as principais conclusões do estudo, avaliando o impacto das soluções propostas no contexto analisado e sugerindo possíveis melhorias. Também são apontadas limitações do estudo e propostas de trabalhos futuros que poderiam aprofundar os temas tratados.

2. INDUSTRIALIZAÇÃO E RACIONALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1 A evolução, industrialização e racionalização na construção civil no Brasil

Um dos primeiros exemplos notáveis de industrialização na construção ocorreu durante a era de Leonardo da Vinci na região francesa, no século XV. Com o planejamento e fabricação de elementos construtivos básicos com o objetivo de criar edifícios adaptáveis a diferentes usos. Esses elementos estruturais permitiram a geração de diversos edifícios de forma fluida e flexível. Avançando para o século XVI, a construção de pavilhões pré-fabricados ganhou destaque como refúgios para o exército francês durante as batalhas. Estas estruturas, predominantemente compostas por materiais de madeira e facilmente montáveis e desmontáveis devido ao design pré-planejado, também facilitaram o transporte marítimo (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Com o advento da Primeira Revolução Industrial no século XIX, a construção civil no âmbito global foi significativamente influenciada do ponto de vista da industrialização, promovendo grandes avanços. Um dos principais avanços foi o uso do ferro fundido, permitindo a construção de pontes e coberturas de edifícios, além de incentivar a produção em massa de tijolos e lajes de madeira em oficinas (CAVALCANTI *et al.*, 2018).

A industrialização na construção civil no Brasil teve um desenvolvimento marcante a partir da década de 1940, impulsionada por um período de intensa urbanização e crescimento econômico. Durante essa época, o país começou a substituir as técnicas tradicionais de construção por métodos mais modernos e mecanizados, visando atender à demanda crescente por infraestrutura e habitação. Com a influência de modelos internacionais, principalmente dos Estados Unidos e da Europa, houve uma significativa adoção de tecnologias como o concreto armado, que permitiu a construção de edifícios mais altos e de grandes viadutos e pontes, alterando assim o perfil urbano das cidades brasileiras (CAVALCANTI *et al.*, 2018).

Na segunda metade do século XX, especialmente a partir dos anos 1970, o Brasil experimentou um avanço ainda maior na industrialização da construção civil com a introdução de sistemas pré-fabricados e a padronização de componentes. Este período foi caracterizado pela busca de eficiência por meio da redução dos tempos de construção e pela otimização dos recursos materiais. Empresas nacionais começaram a investir em maquinário pesado e em fábricas de componentes construtivos, o que facilitou o surgimento de edificações com técnicas

construtivas inovadoras, suportando o grande crescimento populacional e a expansão urbana (SIMÃO *et al.*, 2019).

Neste sentido, vê-se que a transformação no setor da construção civil, através da industrialização, tem potencial, também, para redefinir a atratividade das carreiras neste campo, particularmente diante da crescente desinteresse das novas gerações em funções tradicionais como pedreiros e fachadeiros. De acordo com Miranda e Salvi (2019), há a necessidade urgente de requalificar a força de trabalho, adaptando-a às novas tecnologias e métodos construtivos. Com a introdução de sistemas como drywall, kits elétricos pré-montados e portas prontas, surgem novos perfis profissionais: os montadores especializados e operadores de equipamentos avançados.

Essa evolução pode, portanto, não apenas responder à escassez de mão de obra qualificada nos canteiros de obra, mas também rejuvenescer o interesse pelo setor, apresentando a construção civil como um campo de alta tecnologia e inovação. A industrialização facilita esse processo ao reduzir a carga física e aumentar a precisão técnica necessária, tornando o trabalho menos árduo e mais técnico, o que tende a ser mais atraente para os jovens que buscam profissões com maior integração tecnológica e oportunidades de desenvolvimento profissional.

2.2 Conceitos básicos e estratégia para implantação de novas tecnologias construtivas industrializadas

A evolução tecnológica tem reformulado diversos setores da economia global, e a construção civil, um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico, não está alheia a essa transformação. A implementação de novas tecnologias construtivas industrializadas no setor pode ser uma estratégia eficaz para enfrentar desafios contemporâneos como a escassez de mão de obra qualificada, a necessidade de rapidez na construção, a sustentabilidade ambiental e a demanda por custos reduzidos. Contudo, para que essa implementação seja bem-sucedida, é necessário compreender os conceitos básicos dessas tecnologias e desenvolver uma estratégia coerente que permita sua integração efetiva nos processos construtivos existentes (MIRANDA; SALVI, 2019).

O conceito de tecnologia construtiva industrializada baseia-se na premissa de que componentes ou partes inteiras de um edifício podem ser pré-fabricados em um ambiente controlado, para depois serem montados no local de construção. Esse método difere

significativamente dos processos tradicionais de construção, onde a maioria das atividades é realizada *in situ*. As tecnologias construtivas industrializadas incluem a fabricação de painéis de parede, lajes, vigas e até módulos completos de edifícios que englobam elementos estruturais, instalações elétricas e hidráulicas integradas. Esta abordagem não apenas melhora a eficiência e a precisão, mas também reduz significativamente os resíduos de construção, contribuindo para práticas mais sustentáveis (GOMES; LONGO, 2020).

Para a implantação eficaz dessas tecnologias, uma estratégia clara deve ser adotada, começando com a sensibilização e a capacitação. O setor precisa investir em formação técnica para sua força de trabalho, assegurando que os trabalhadores possam operar novas máquinas e adotar novos métodos com competência. Adicionalmente, a colaboração entre os projetistas, fabricantes e construtores se torna essencial para alinhar as especificações do projeto com as capacidades de produção industrial (CARNEIRO; CARNEIRO; CÂNDIDO, 2019).

Além disso, é fundamental que haja uma mudança na legislação e nas normativas de construção para apoiar e facilitar a adoção de construções industrializadas. Incentivos fiscais e subsídios podem ser oferecidos para estimular o investimento em novas tecnologias e reduzir os riscos iniciais associados à transição para métodos construtivos inovadores. Por fim, é crucial desenvolver uma cadeia de suprimentos robusta e eficiente que possa suportar a logística necessária para transportar componentes pré-fabricados de fábricas para canteiros de obras, muitas vezes localizados em regiões distantes.

A obra de Barros (1996) sobre a implementação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios desempenha um papel fundamental ao ilustrar como a evolução tecnológica pode ser sistematicamente incorporada nos processos construtivos tradicionais. Os resultados de Barros demonstram que a adoção de uma metodologia estruturada e bem fundamentada pode levar a melhorias substanciais na eficiência, na redução de custos e no aumento da qualidade dos projetos de construção. As diretrizes propostas, abrangendo a organização da empresa, a gestão de projetos, a documentação, os recursos humanos e o controle de produção, oferecem um caminho concreto para que as construtoras integrem inovações tecnológicas de maneira eficaz.

Observa-se, portanto, em um mercado altamente competitivo, as empresas que implementam tais tecnologias não apenas otimizam seus processos, mas também se destacam

por entregar projetos que atendem melhor às exigências contemporâneas de sustentabilidade, segurança e conforto ambiental.

2.3 Industrialização na distribuição elétrica em apartamentos multipavimentos

O aumento da industrialização na distribuição elétrica em apartamentos multipavimentos representa uma inovação significativa que pode transformar os métodos tradicionais de instalação elétrica em edifícios residenciais e comerciais. Este processo implica uma mudança paradigmática de técnicas altamente dependentes de mão de obra para processos mais automatizados e padronizados. O uso de tecnologias industrializadas na distribuição elétrica melhora a eficiência da instalação e reduz custos, bem como eleva os padrões de segurança e qualidade das instalações elétricas (SANTOS, 2023). Portanto, é fundamental compreender os benefícios dessa transformação e estruturar políticas que promovam sua adoção ampla.

Um dos principais benefícios da industrialização na distribuição elétrica é a otimização do tempo de instalação. Sistemas pré-fabricados, como painéis elétricos modulares e trilhos eletrificados, podem ser montados em uma fração do tempo necessário para as instalações tradicionais. Isso é particularmente vantajoso em projetos de grande escala, como edifícios multipavimentos, onde a eficiência na execução dos trabalhos elétricos pode significativamente acelerar o cronograma geral de construção. Além disso, a precisão das instalações aumenta com a utilização de componentes fabricados e testados em um ambiente controlado, reduzindo o risco de erros humanos que podem levar a falhas elétricas e aumentando a segurança geral do edifício (BERTI, 2021).

Outro aspecto relevante é a redução de desperdício e de custos. A padronização dos componentes permite uma gestão mais eficaz do material, com menos sobras e erros de corte. O planejamento detalhado e a fabricação sob medida dos componentes elétricos para cada projeto específico contribuem para uma economia considerável de recursos, o que é fundamental em um contexto de crescente conscientização ambiental e busca por construções sustentáveis. Essa economia também se estende ao aspecto financeiro, onde a redução de desperdício de material e a diminuição da necessidade de retificações pós-instalação representam uma diminuição significativa dos custos de construção (BERTI, 2021).

Para que a industrialização na distribuição elétrica em apartamentos multipavimentos seja efetivamente implementada, é essencial que haja um alinhamento entre os desenvolvedores de projetos, os fabricantes de sistemas elétricos e as autoridades reguladoras. As normas técnicas e os códigos de construção devem ser atualizados para refletir e suportar as novas tecnologias, assegurando que todos os sistemas instalados atendam aos requisitos de segurança e eficiência energética. Além disso, é fundamental que haja um investimento contínuo em capacitação técnica para que os profissionais da construção civil e elétricos estejam aptos a trabalhar com novas tecnologias e práticas industrializadas.

O estudo realizado por Oliveira *et al.* (2002) proporciona um avanço significativo na compreensão e avaliação das práticas de gestão da engenharia de sistemas prediais em construtoras de pequeno e médio porte no Estado do Ceará. Este trabalho é particularmente importante porque oferece uma metodologia para avaliar como as construtoras gerenciam e implementam os sistemas de energia, água e gás em seus projetos, aspectos fundamentais para a sustentabilidade e eficiência dos edifícios. Os resultados obtidos revelaram a necessidade de padronização nos processos e a importância de uma supervisão rigorosa durante a execução e entrega dos projetos.

2.4 Embasamento normativo das instalações elétricas

A norma NBR 5410 (ABNT, 2004): "Instalações elétricas de baixa tensão" é um marco regulatório fundamental que estabelece os requisitos técnicos e de segurança para a instalação elétrica em edifícios residenciais, comerciais, públicos e industriais. Essa normativa é crucial não apenas para garantir a segurança das pessoas e a integridade das edificações, mas também para assegurar a eficiência e a qualidade das instalações elétricas em todo o território nacional. A norma influencia diretamente a execução de projetos elétricos, a escolha de materiais, e as práticas de instalação, sendo essencial para profissionais da área, fabricantes de equipamentos elétricos e autoridades de inspeção.

A NBR 5410, definida pela ABNT, é a norma responsável por estabelecer os requisitos necessários para as instalações elétricas de baixa tensão. O objetivo principal desta norma é assegurar a proteção de pessoas e animais, garantir o funcionamento eficaz da instalação elétrica e a preservação dos bens. Ela é aplicável a todas as instalações elétricas em edifícios de diferentes usos, como residenciais, comerciais, públicos, industriais, entre outros, incluindo também as instalações em edificações pré-fabricadas (LIMA; SANTOS; OLIVEIRA, 2017).

A relevância da ABNT NBR 5410 se destaca especialmente no contexto da crescente demanda por edificações mais seguras e eficientes energeticamente. A norma aborda aspectos como a proteção contra choques elétricos, sobrecargas, curtos-circuitos e outros riscos potenciais, prescrevendo medidas de proteção e dispositivos adequados para cada tipo de instalação (ABNT-NBR 5410, 2004). Além disso, detalha as exigências para sistemas de aterramento, circuitos elétricos, e dispositivos de manobra e proteção, garantindo que as instalações sejam não apenas seguras, mas também funcionalmente adequadas às necessidades dos usuários.

Porém, a aplicação efetiva da NBR 5410 enfrenta desafios, principalmente no que tange à atualização constante da norma para acompanhar as inovações tecnológicas no campo da eletricidade e da construção civil. O dinamismo do setor exige uma revisão periódica dos padrões estabelecidos, para que novas soluções e produtos possam ser integrados de forma segura e eficaz nas instalações elétricas. Isso implica em um trabalho contínuo de revisão normativa, envolvendo profissionais qualificados e um diálogo constante entre fabricantes, técnicos e órgãos reguladores (FRANCHI, 2016; LIMA; SANTOS; OLIVEIRA, 2017).

Além disso, a implementação da norma requer uma sólida formação e atualização dos profissionais que atuam na área de instalações elétricas. A capacitação técnica é indispensável para que os eletricitistas e engenheiros compreendam profundamente os requisitos da norma e possam aplicá-los corretamente em seus projetos e obras. Investimentos em educação e treinamento são fundamentais para elevar o nível de conformidade das instalações elétricas às exigências da norma e, conseqüentemente, para aumentar a segurança das edificações brasileiras.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Apresentação da construtora

A empresa responsável pelo desenvolvimento do edifício residencial multipavimentos, objeto deste estudo de caso, é reconhecida por sua experiência na execução de projetos residenciais e comerciais, no setor da construção civil. A empresa foi fundada há três décadas na cidade de São Paulo e tem como missão oferecer soluções inovadoras e de alta qualidade para atender às necessidades dos seus clientes. A construtora tem buscado soluções e técnicas construtivas inovadoras de modo a garantir eficiência, qualidade e sustentabilidade de seus empreendimentos, as quais têm sido adotados como parte integrante de seus projetos recentes.

Ao longo dos anos, a organização tem consolidado parcerias estratégicas com fornecedores confiáveis e inovadores, visando garantir a qualidade e a confiabilidade dos materiais e equipamentos utilizados em suas obras. Ela enfatiza seu enfoque em inovação e sustentabilidade, buscando incorporar práticas ecoeficientes, tecnologias sustentáveis e programas de conscientização ambiental em seus empreendimentos, visando atender às demandas do mercado contemporâneo e promover o bem-estar dos moradores.

3.2 Descrição do cenário

O estudo de caso foi conduzido em um edifício residencial de porte médio, com 14 pavimentos e seis apartamentos por andar. Cada apartamento possui entre 55m² (ver Figura 1) a 70m² (ver Figura 2) de área útil. O empreendimento conta com dois subsolos destinados a estacionamento e uma área comum no térreo, composta por salão de festas, academia, piscina e churrasqueira. Todas as plantas foram disponibilizadas pelo acervo da construtora.

Figura 1- Planta de Pavimento do apartamento de 55m²



Fonte: Acervo da Construtora (2024)

O apartamento de 55 m² é composto por dois quartos, um dos quais é uma suíte, e um banheiro comum. Inclui também uma sala de estar, uma cozinha e um terraço. Já o apartamento de 70 m² segue uma configuração similar, com dois quartos, sendo um suíte, um banheiro comum, sala de estar, cozinha e terraço, mas se diferencia pela adição de uma área de serviço.

Figura 2- Planta de Pavimento do apartamento de 70m²



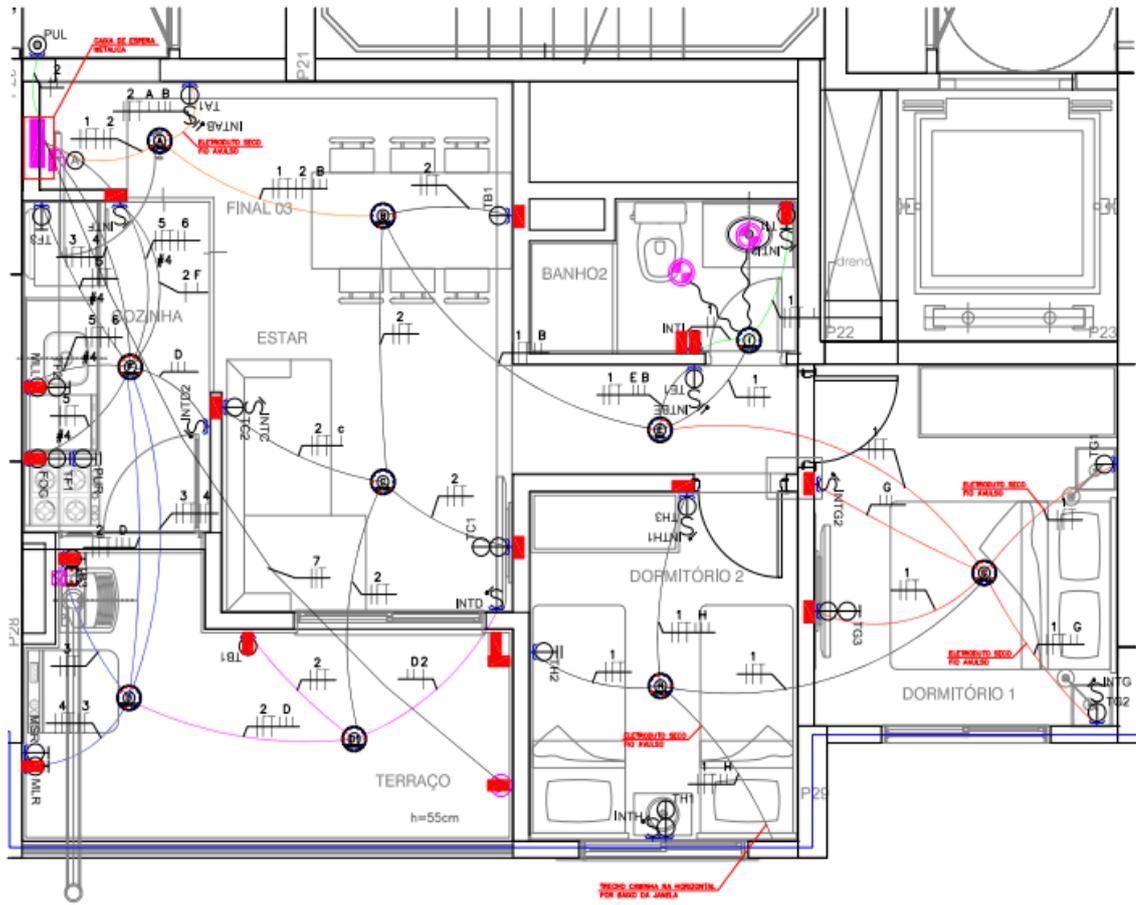
Fonte: Acervo da Construtora (2024)

A solução construtiva que envolveu a adoção de kits elétricos e barramentos blindados partiu de uma decisão estratégica conjunta entre a construtora responsável pelo empreendimento e o instalador contratado. Essa decisão foi fruto de um processo de análise e estudo das melhores práticas e tecnologias disponíveis para garantir eficiência, produtividade, e qualidade nas instalações elétricas do edifício residencial multipavimentos.

Vale ressaltar que tanto a construtora quanto o instalador possuem expertise e conhecimento técnico na área, o que contribuiu para a escolha desses elementos como parte integrante do projeto elétrico. O instalador envolvido no processo era uma empresa terceirizada, especializada em instalações elétricas de grande porte, o que proporcionou uma visão contributiva na implementação dessas soluções.

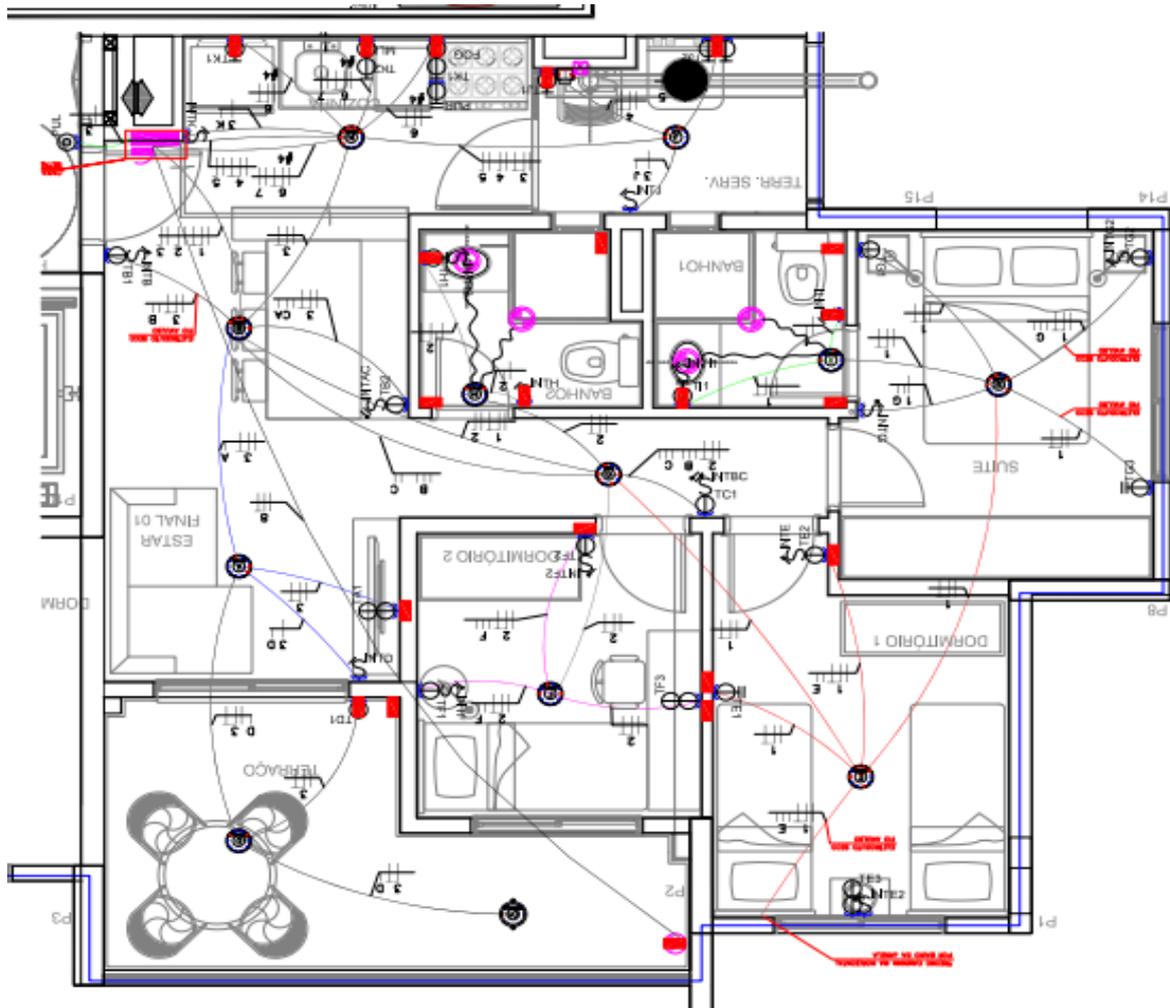
As figuras 3 e 4 demonstram a distribuição elétrica das respectivas unidades.

Figura 3 - Planta elétrica do apartamento de 55m²



Fonte: Acervo da Construtora (2024)

Figura 4 - Planta elétrica do apartamento de 70m²



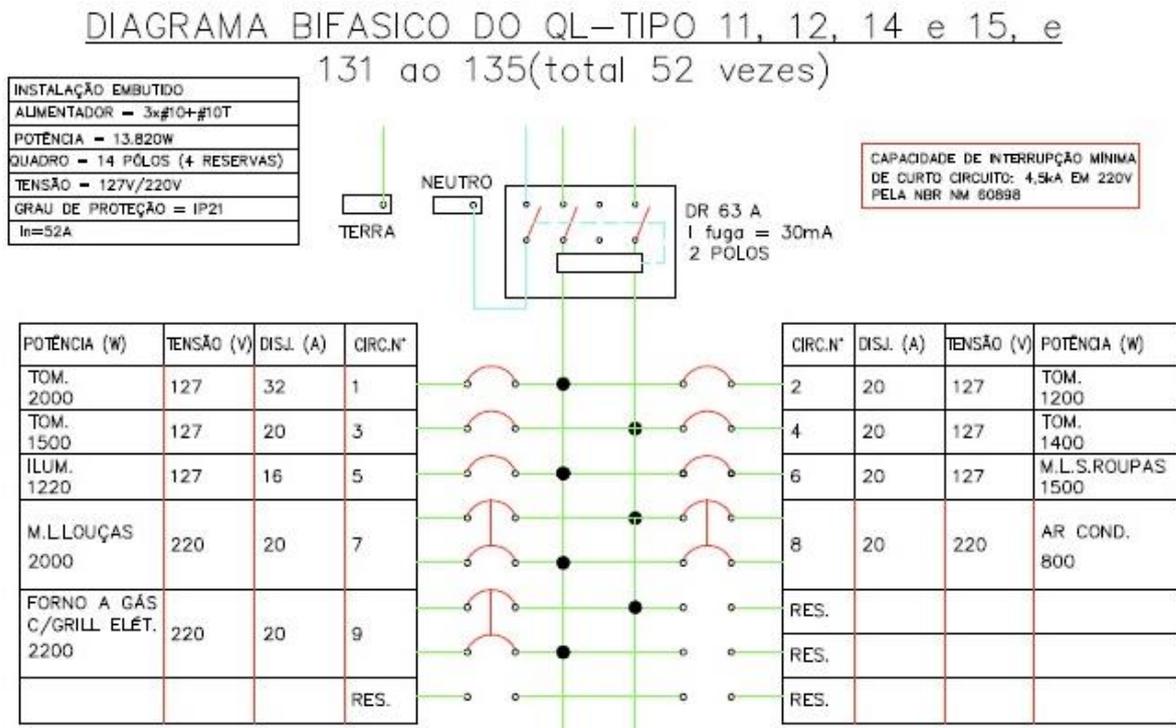
Fonte: Acervo da Construtora (2024)

Os diagramas apresentados nas Figuras 5 e 6 ilustram instalações elétricas bifásicas, operando com tensão de 127V/220V, características de ambientes residenciais. Esses sistemas são planejados para atender uma variedade de aparelhos elétricos e iluminação, considerando critérios como a escolha adequada dos cabos condutores, a capacidade dos disjuntores e a distribuição eficiente dos circuitos.

Nos dois diagramas, os cabos principais utilizados para alimentar os circuitos são compostos por três fios condutores e um fio terra, todos com o mesmo diâmetro nominal (calibre 10 AWG). Essa configuração é frequentemente representada como "3x#10 + #10T", indicando três condutores ativos de mesmo calibre e um fio terra de proteção com as mesmas especificações. Esses cabos são instalados de forma embutida, ou seja, passam por dutos internos nas paredes ou no teto, garantindo maior segurança e um acabamento visual mais limpo para a instalação.

A escolha dos cabos e sua instalação adequada são fundamentais para assegurar a capacidade do sistema de suportar a carga elétrica com eficiência e sem comprometer a segurança dos usuários. Todos os diagramas foram disponibilizados pelo acervo da construtora.

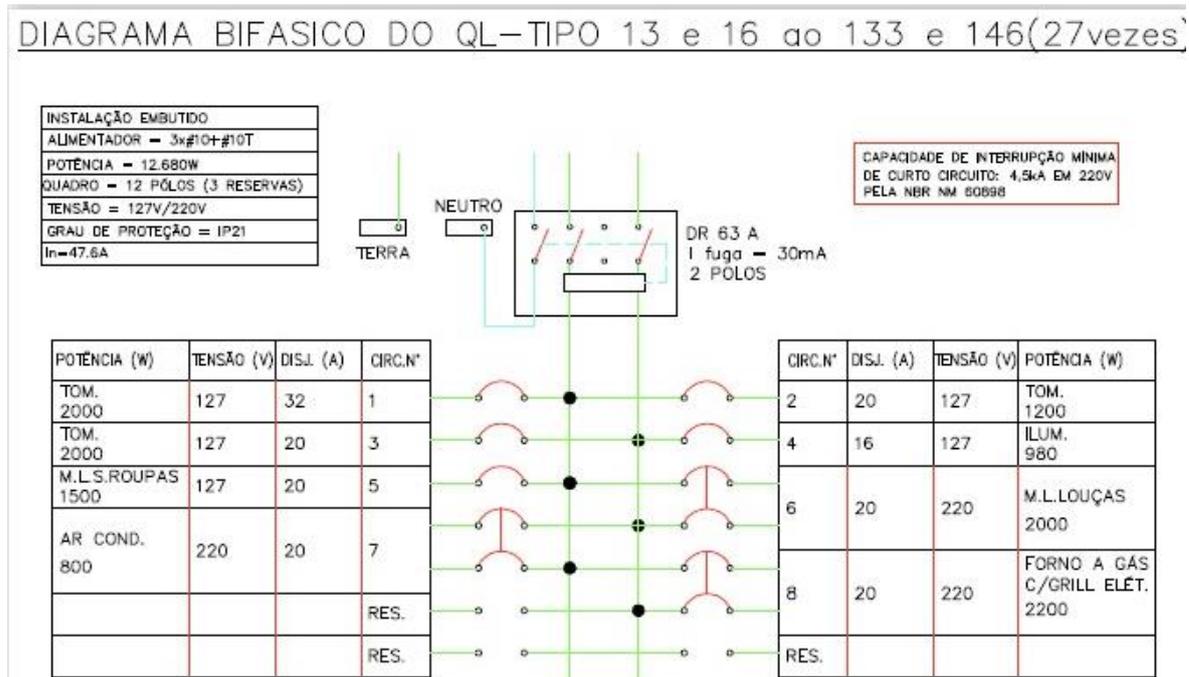
Figura 5 – Diagrama bifásico do quadro de distribuição



Fonte: Acervo da Construtora (2024)

Este sistema (Figura 5) apresenta um quadro de 14 polos com 4 reservas, destinado a uma potência total de 13.820W, e uma corrente nominal (I_n) de 524A. Com uma distribuição que inclui vários tipos de aparelhos e a iluminação, a estrutura do circuito inclui disjuntores bifásicos, com uma capacidade de interrupção mínima de curto circuito de 4,5kA em 220V conforme a norma NBR NM 60898 (ABNT, 2004). A proteção contra correntes de fuga é garantida por um dispositivo diferencial residual de 63A e sensibilidade de 30mA. Os circuitos são numerados e dimensionados para suportar cargas como máquinas de lavar, ar condicionado e forno a gás com grill elétrico, dividindo as cargas entre os polos disponíveis para manter o equilíbrio e a eficiência do sistema.

Figura 6 – Diagrama bifásico do quadro de distribuição



Fonte: Acervo da Construtora (2024)

Semelhante ao primeiro, porém um pouco menos robusto, o diagrama (Figura 6) é projetado para uma potência de 12.680W e usa um quadro de 12 polos com 3 reservas. A corrente nominal é de 47.6A, ligeiramente inferior ao diagrama (figura 5), porém ainda adequada para o perfil de carga esperado. Este sistema também é protegido por um dispositivo diferencial residual de 63A com sensibilidade a correntes de fuga de 30mA.

Neste diagrama, a disposição e o dimensionamento dos circuitos também são críticos, especialmente considerando os dispositivos de maior consumo como máquinas de lavar louças e ar condicionado. A capacidade de interrupção mínima de curto circuito mantém-se em 4,5kA em 220V, assegurando conformidade com a norma NBR NM 60898 (ABNT, 2004).

3.3 Identificação do problema

Embora a construção de edifícios residenciais multipavimentos represente uma demanda crescente nas áreas urbanas, a distribuição elétrica em tais empreendimentos apresenta desafios significativos (GULARTE; PANDOLFO; BERTICELLI, 2021). No contexto deste estudo de caso, identificam-se diversos problemas e obstáculos que podem surgir durante a instalação elétrica desses edifícios, especialmente quando se trata de garantir eficiência, qualidade e produtividade (SILVA JUNIOR, 2023).

No que concerne aos custos das instalações elétricas, a utilização de abordagens tradicionais apresenta algumas considerações importantes como mão de obra, materiais e manutenção ao longo do tempo (PAIXÃO; PEREIRA; PINHEIRO, 2021). Esses métodos costumam envolver a passagem manual de fios ou cabos por meio de fios guias ou arames, o que pode ser um processo trabalhoso e suscetível a erros. Durante a execução, podem ocorrer eventuais entupimentos nas tubulações embutidas nas lajes, bem como falhas nas luvas de emenda entre a estrutura e as vedações, gerando retrabalhos e atrasos no cronograma (ATHANAZIO; GONÇALES FILHO, 2023).

Além disso, conforme evidenciado por Rosa (2022), o processo manual pode resultar em excesso de perdas de cabos, erros de bitolas e de circuitos, comprometendo a eficiência e a segurança das instalações elétricas. Esses desafios técnicos e operacionais podem impactar diretamente nos custos envolvidos e na qualidade final da infraestrutura elétrica do edifício.

A busca por soluções mais econômicas e eficientes torna-se, portanto, uma prioridade para os empreendedores e construtores que buscam maximizar o retorno sobre o investimento e oferecer unidades habitacionais acessíveis aos futuros moradores (ATHANAZIO; GONÇALES FILHO, 2023).

Há ainda um desafio particular ao se adotar uma mudança do padrão construtivo, onde a resistência às mudanças por parte da mão de obra inicialmente pode limitar o sucesso da experimentação de novas tecnologias. O fator humano natural em permanecer na zona de conforto de seu conhecimento habitual requer a sustentação e alinhamento de comunicação eficaz entre as partes envolvidas para que sejam possíveis tais implementações.

Diante desses desafios, a adoção de sistemas prediais industrializados pode contribuir como uma alternativa eficiente aos desafios relacionados à mão de obra e aos métodos tradicionais de execução da distribuição elétrica predial. Isto posto, é fundamental compreender as percepções e experiências dos profissionais da construção em relação a essas tecnologias, identificando possíveis desafios e oportunidades para sua aplicação bem-sucedida (SILVA JUNIOR, 2023).

3.3.1 Kits Elétricos “Polvo”

Durante essa fase, os profissionais da construção civil iniciam a instalação dos kits já com passagem dos cabos elétricos para ligação dos equipamentos e sistemas elétricos dos apartamentos, tais como iluminação, tomadas e aparelhos (BERTI, 2021).

O nome do kit é inspirado na figura de um polvo, em que a caixa de passagem representa o corpo do animal e os eletrodutos, que já contêm os cabos, são como os tentáculos. A ideia foi adaptada da indústria automobilística, que emprega chicotes elétricos pré-montados nos eletrodutos. Essas caixas agem como um ponto central de onde divergem diversos circuitos para pontos específicos, como interruptores ou tomadas, evocando assim a imagem de um polvo com vários tentáculos emanando de um núcleo central.

Os kits elétricos “polvo”(Figura. 7) são normalmente utilizados durante a fase de instalação elétrica dos apartamentos e áreas comuns do edifício. Esse momento ocorre desde a marcação das lajes dos pavimentos, como durante a execução da distribuição interna junto as vedações executadas. Há possibilidade de instalação aparente também posterior à execução das lajes, havendo, neste caso, a solução de incorporar ao sistema construtivo vedações verticais e horizontais para atender ao desempenho de revestimento adotado no projeto (por exemplo divisórias e forros em *drywall*).

Figura 7 - kit elétrico industrializado (sistema polvo)



Fonte: Condupar (2024a)

Geralmente são adquiridos por meio de fornecedores especializados em sistemas prediais industrializados tais como Barbi Brasil¹, Condupar², Astra³, entre outros, que oferecem soluções pré-fabricadas e prontas para instalação. A aquisição dos kits geralmente segue o planejamento do projeto elétrico, onde são definidos os tipos de kits necessários, suas

¹ <https://www.barbidobrasil.com.br/>

² <https://www.condupar.com.br/>

³ <https://www.astra-sa.com>

características e especificações técnicas. Há casos também para montagem desses kits dentro do próprio canteiro, em uma central de montagem dentro do próprio canteiro de obra.

A logística de aplicação dos kits elétricos no canteiro de obras envolve a entrega dos materiais no momento adequado (ver Figura 8 e 9), conforme o cronograma da obra. Os profissionais responsáveis pela instalação elétrica devem seguir um passo a passo definido pelo projeto, que inclui a identificação dos pontos de conexão, montagem dos kits, ligação dos cabos e testes de funcionamento (CONDUPAR, 2024b).

Figura 8 – Armazenamento no almoxarifado por tipo de apartamento (sistema polvo)



Fonte: Barbi (2024)

Figura 9 – Manuseio do kit no pavimento (sistema polvo)



Fonte: Solpi (2024)

Em relação aos custos, os kits elétricos podem representar um investimento inicial mais elevado em comparação ao sistema tradicional de instalação elétrica. No entanto, sua aplicação pode resultar em economia de mão de obra devido à agilidade e simplicidade na execução bem como maior garantia nos quantitativos de materiais, não havendo desperdício. A produtividade dos profissionais tende a aumentar com o uso dos kits, uma vez que a passagem manual de fios e cabos é reduzida significativamente (SCHINAIDER *et al.*, 2022).

Entre as vantagens dos kits elétricos destacam-se a rapidez na instalação, a redução de erros humanos, a padronização dos componentes, a diminuição de desperdícios de materiais e a otimização do espaço no canteiro de obras. No entanto, algumas desvantagens podem ser observadas, como a dependência de fornecedores especializados, a necessidade de treinamento para os profissionais que realizarão a instalação e a limitação de flexibilidade em relação a eventuais modificações no projeto elétrico durante a execução da obra (ROSA, 2022).

A utilização de kits elétricos na distribuição elétrica em edifícios residenciais multipavimentos enfrenta diversos desafios que impactam diretamente a eficiência, segurança e economia da instalação. Um dos problemas mais significativos é a questão da mão de obra, visto que o processo tradicional de instalação elétrica, que envolve o corte e montagem de cabos e fiação, pode ser demorado e propenso a erros humanos. Isso resulta em atrasos no cronograma da obra e custos adicionais, representando uma preocupação para os empreendedores e construtores (OROZCO, 2018).

Além disso, a otimização de materiais é outro desafio encontrado na aplicação dos kits elétricos. A passagem manual de fios ou cabos por meio de fios guias ou arames pode levar a excesso de perdas de cabos, erros de bitolas e de circuitos, comprometendo a eficiência e a segurança das instalações elétricas. Isso não apenas aumenta os custos envolvidos, mas também pode impactar negativamente a qualidade final da infraestrutura elétrica do edifício caso não seja bem executado (CONDUPAR, 2024b).

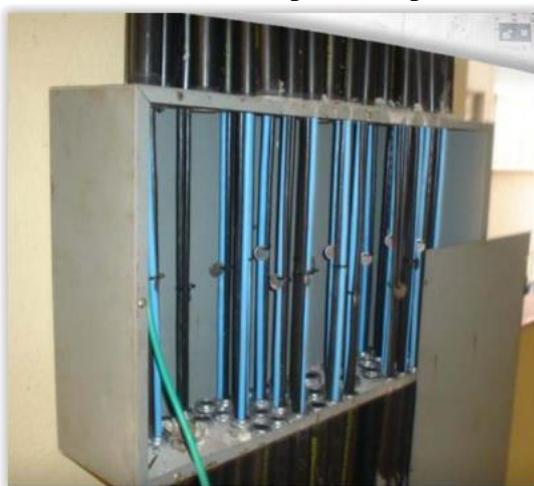
3.3.2 Alimentadores de Prumada

Os alimentadores de prumada, por sua vez, são utilizados em uma etapa posterior à dos kits elétricos, normalmente após a fase de distribuição dos sistemas elétricos nos pavimentos. Isso significa que sua aplicação ocorre durante a alimentação das prumadas elétricas principais

que irão alimentar os diversos circuitos dos apartamentos e áreas comuns do edifício, garantindo a conexão adequada entre os painéis de distribuição e os pontos de consumo.

Os alimentadores de prumada podem ser constituídos por cabos elétricos de maior bitola e capacidade de condução de corrente, projetados para fornecer energia aos circuitos secundários de cada pavimento do edifício. Eles são adquiridos através de fornecedores especializados em materiais elétricos, que oferecem diferentes tipos e tamanhos de alimentadores de acordo com as necessidades do projeto. Na figura 10 são apresentados os alimentadores de prumada por meio de cabos.

Figura 10 – Alimentadores de prumada por meio de cabos



Fonte: Acervo da empresa Alpha (2024)

A incorporação do centro de medição nas instalações de prumadas é uma mudança significativa quando se compara o uso de cabos tradicionais com o de barramento blindado. No sistema de alimentação por cabos a medição de energia é feita no centro de medição localizado na área comum do edifício que centraliza a leitura de consumo, sendo necessário acessar o condomínio. Com a alimentação efetuada por meio do barramento blindado a medição é descentralizada podendo ocorrer no próprio andar de consumo ou remotamente em um ponto central definido em projeto, sem a necessidade do prestador de serviço acessar o empreendimento. Importante também é verificar se a concessionária de energia da região do empreendimento possui a regulamentação para utilização do barramento blindado. Na Figura 11 é apresentada a caixa de medição eletrônica descentralizada.

Figura 11 – Caixa de medição eletrônica descentralizada



Fonte: Acervo da empresa Alpha (2024)

Utilizar barramento blindado, ao invés de cabos, eleva a segurança e a eficiência energética, dado que reduz as perdas elétricas e minimiza riscos de falhas. Este sistema proporciona uma melhoria substancial na qualidade e confiabilidade da distribuição de energia nos edifícios. O projeto deve especificar o dimensionamento correto dos alimentadores de acordo com a carga elétrica prevista para cada pavimento, levando em consideração normas técnicas e regulamentações aplicáveis (ZIMMERMANN, 2019).

O custo dos alimentadores de prumada varia de acordo com a bitola, comprimento e material utilizado na sua fabricação. Geralmente, os alimentadores de prumada representam aproximadamente 35% do orçamento global das instalações elétricas prediais, sendo um investimento significativo especialmente em edifícios multipavimentos, devido a quantidade de material necessário para alimentar os diferentes circuitos (BRETZ, 2021).

Observa-se que a viabilização do barramento blindado apresenta características vantajosas para a indústria de construção civil, possibilitando economia considerável em comparação com os custos para a mesma instalação utilizando cabos, na ordem de 40% reduzindo e otimizando investimentos.

Os alimentadores de prumada também enfrentam desafios específicos na distribuição elétrica em edifícios residenciais multipavimentos. Uma das principais dificuldades está relacionada à passagem dos cabos por entre as estruturas do edifício, especialmente quando se trata de prumadas embutidas em lajes e paredes. Essa etapa pode ser trabalhosa e propensa a erros, gerando retrabalhos e atrasos no processo de instalação (ATHANAZIO; GONÇALES FILHO, 2023).

Comparativamente aos problemas enfrentados pelos kits elétricos polvo, os alimentadores de prumada apresentam uma complexidade adicional devido à sua natureza estrutural. A garantia da eficiência e segurança desses sistemas requer uma abordagem cuidadosa, especialmente para evitar sobrecargas, falhas de conexão e interferências que possam comprometer o funcionamento adequado das instalações elétricas (BRETZ, 2021).

Uma vantagem importante dos barramentos em relação aos cabos na distribuição elétrica é a redução de custos operacionais e de manutenção ao longo do tempo. Os barramentos blindados proporcionam uma montagem mais rápida e simplificada, minimizando a necessidade de passagem manual de fios e cabos (ZIMMERMANN, 2019). Na Figura 12 é apresentado um barramento blindado.

Figura 12 – Barramento Blindado



Fonte: Acervo da empresa Alpha (2024)

Além disso, sua estrutura robusta e confiável contribui para uma maior durabilidade e menor incidência de falhas, o que pode representar economias significativas para os empreendedores e construtores ao longo da vida útil do edifício (BRETZ, 2021).

3.4 Aplicação Prática da Solução do Estudo de Caso

Durante a aplicação dos kits elétricos no estudo de caso, foi possível observar suas características que desempenharam um papel fundamental na simplificação e agilização da instalação elétrica no edifício residencial multipavimentos. Esses kits demonstraram uma capacidade notável de integração com o sistema elétrico, graças à sua concepção modular e pré-

fabricada. Isso resultou em uma redução significativa do tempo necessário para a execução das instalações elétricas, proporcionando maior eficiência no processo construtivo.

A origem dos kits elétricos utilizados foi externa à obra, sendo fornecidos pela empresa Barbi do Brasil. O processo de aquisição dos kits envolveu um fluxo bem estruturado, desde a análise das especificações técnicas até a seleção dos modelos mais adequados às exigências do projeto. A negociação com os fornecedores foi essencial para garantir a disponibilidade dos materiais e alinhar questões logísticas, assegurando uma entrega pontual e satisfatória dos kits elétricos no canteiro de obras.

A logística de canteiro foi planejada com cuidado, considerando aspectos como transporte, armazenamento e aplicação dos kits nas diferentes etapas de construção, especialmente durante a fase da laje e distribuição elétrica nas paredes. Essa abordagem permitiu uma organização eficiente dos materiais e contribuiu para a fluidez das atividades construtivas relacionadas às instalações elétricas.

A decisão de adotar os kits elétricos no projeto foi baseada em uma análise detalhada das vantagens que essa solução poderia oferecer em termos de eficiência, economia de tempo, produtividade, e qualidade das instalações elétricas. Foram realizados estudos para compreender a viabilidade técnica e operacional dos kits, bem como para adaptar o projeto de distribuição elétrica de acordo com as especificações dos componentes fornecidos pela empresa Barbi do Brasil. Essa etapa envolveu a colaboração entre engenheiros elétricos, projetistas e a equipe de instalação para garantir a integração adequada dos kits no contexto do empreendimento. A montagem dos kits elétricos seguiu uma sequência planejada, começando pela preparação do canteiro de obras para receber os materiais, seguida pela instalação gradual nos diferentes ambientes residenciais. A equipe de instalação foi treinada para realizar os procedimentos de montagem de acordo com as diretrizes estabelecidas, garantindo a segurança e eficácia das instalações elétricas. Durante esse processo, foram enfrentados desafios e dificuldades, como ajustes no projeto para garantir a compatibilidade dos kits com outras instalações no edifício, além da necessidade de treinamento específico para operar os componentes eletrônicos dos kits com precisão. Esses desafios foram superados com estratégias de coordenação e colaboração entre as equipes envolvidas, resultando em uma aplicação bem-sucedida dos kits elétricos no projeto.

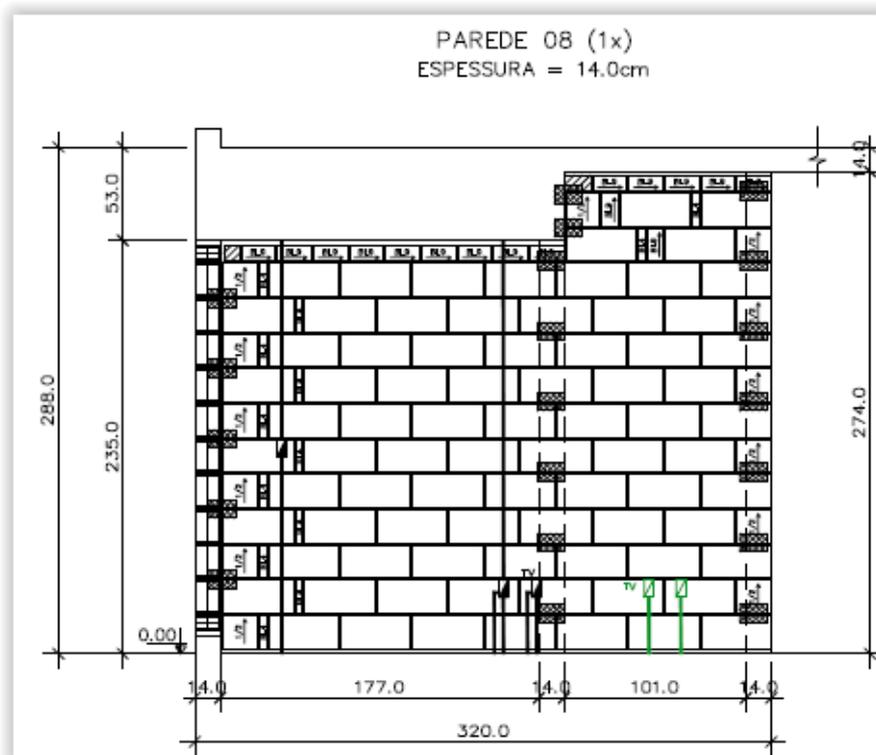
Inicialmente, foi realizada a organização do canteiro de obras, reservando espaços específicos para o armazenamento dos materiais e a separação dos kits. A distribuição dos

materiais foi feita de forma estratégica, considerando as etapas de construção e as necessidades de cada fase do projeto.

Durante a aplicação dos kits elétricos, a logística adotada foi essencial para manter o fluxo de trabalho fluído e organizado. As equipes foram coordenadas de acordo com as atividades programadas, garantindo a integração adequada dos kits com outras atividades de construção em andamento. Isso incluiu a sincronização dos trabalhos com serviços civis e outras instalações, como hidráulica e estruturas, para evitar interferências e garantir a eficiência operacional.

Para ilustrar a aplicação prática dos kits elétricos, foram registradas fotos que evidenciam a logística adotada no ambiente de trabalho. As Figuras 13 e 14 mostram a disposição dos materiais, a montagem dos kits, a interação das equipes e a integração dos componentes elétricos nos diferentes ambientes do edifício em construção. Essa documentação visual é fundamental para demonstrar a eficácia da logística e a integração dos kits com as demais atividades construtivas, contribuindo para uma compreensão mais completa da aplicação prática da solução no cenário real da obra. As Figura 13 e 14 foram disponibilizadas pelo acervo da construtora.

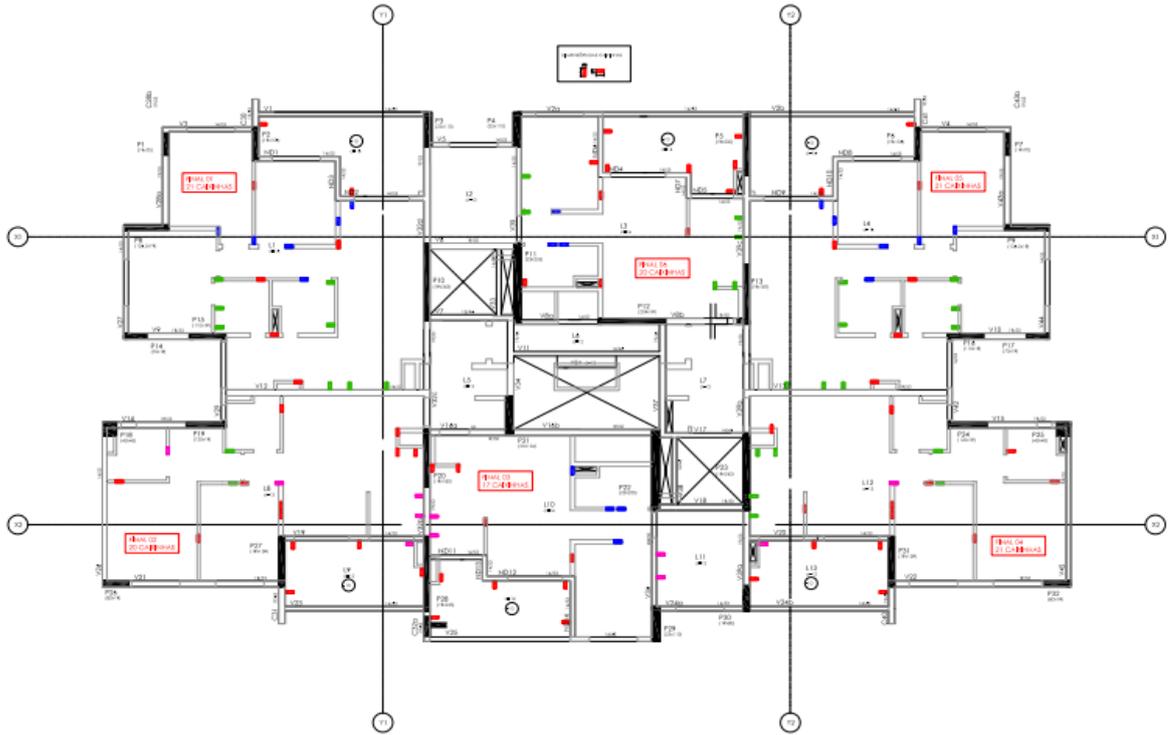
Figura 13 – Elevação com a disposição das caixas elétricas



Fonte: Acervo de Construtora (2024)

A Figura 14 ilustra o projeto de marcação da laje de construção, primeira atividade, destacando a distribuição ordenada das caixas de instalação e enfição para instalações elétricas seguindo um padrão para otimizar o espaço e a funcionalidade da estrutura.

Figura 14 – Projeto de marcação de Laje. Distribuição com enfição



Fonte: Acervo da Construtora (2024)

Nas Figuras 15 e 16, disponibilizadas pelo acervo da construtora, têm-se o kit elétrico industrializado por meio de rabichos distribuído na laje a ser executada, antes da concretagem. Pode-se ver a identificação das caixas de passagem devidamente etiquetadas e posicionadas conforme projeto de distribuição, as quais já possuem a fiação definitiva dentro de cada condutor.

Figura 15 – Kit elétrico industrializado



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 16 – Kit elétrico distribuído na laje



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Na Figura 17 a caixa central está posicionada na região do quadro elétrico, onde todas as fiações são direcionadas para devida montagem do quadro geral à comandar esses circuitos elétricos. As figuras 17, 18 e 19 foram disponibilizadas pelo acervo da construtora.

Figura 17 – Caixa central para quadro elétrico



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Nas Figuras 18 e 19, são apresentadas as interfaces das instalações elétricas realizadas durante a concretagem do pavimento, agora complementadas pelas vedações. Nesta fase, ocorre a distribuição dos eletrodutos dentro das alvenarias em construção, por onde são passados os chicotes elétricos até os pontos destinados a interruptores e tomadas.

Figura 18 – Caixa de passagem em distribuição na alvenaria



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 19 – Caixas para interruptor e tomada posicionadas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Nas Figuras 20 e 21, disponibilizadas pelo acervo da construtora, têm-se a distribuição interna executada, liberando a execução dos revestimentos internos das paredes e sequência das demais atividades do cronograma de obra.

Figura 20 – Distribuição elétrica executada



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

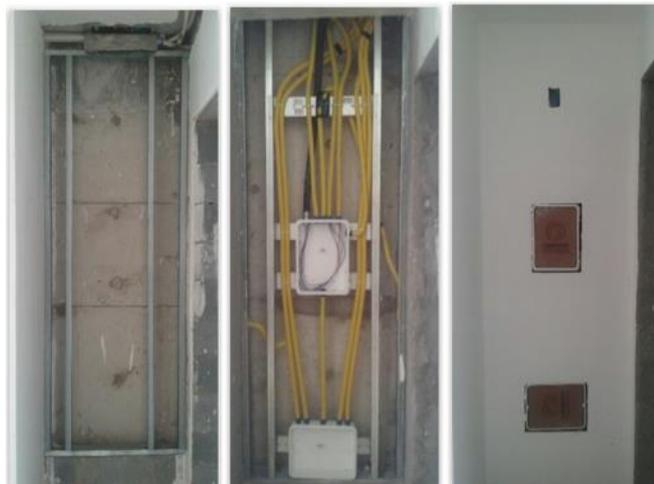
Figura 21 – Distribuição elétrica e revestimento executado



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Na Figura 22, cedida pelo acervo da construtora, tem-se o quadro central das instalações elétricas, também industrializado, o qual recebe todas as fiações e circuitos a atender os ambientes determinados em projeto. Tem-se também o quadro destinado a atender os sistemas de interfonia, telefonia e alimentações para internet.

Figura 22 – Quadro elétrico e quadro de sistemas



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O Quadro 1 apresenta uma análise comparativa entre os kits elétricos e o sistema tradicional de instalação elétrica, destacando suas principais vantagens e desvantagens. É importante ressaltar que a escolha entre essas duas opções deve levar em consideração diversos fatores, como a complexidade do projeto, a disponibilidade de recursos e a necessidade de

customização. Cada abordagem possui seus pontos fortes e desafios, sendo fundamental avaliar cuidadosamente as características de cada uma para determinar a melhor solução para um determinado empreendimento.

Quadro 1 - Análise Comparativa: Kits Elétricos Industrializados vs. Sistema Tradicional de Instalação Elétrica

Aspectos	Kits Elétricos Industrializados	Sistema Tradicional
Tempo de Instalação	Redução significativa do tempo de instalação	Pode ser mais demorado
Minimização de Erros	Menos chances de erros durante a instalação	Maior possibilidade de erros
Padronização dos Processos	Processos mais uniformes e padronizados	Processos variáveis
Gerenciamento de Custos	Economia a longo prazo devido à eficiência na instalação	Custo inicial potencialmente menor
Restrições de Aplicação	Pode apresentar restrições em projetos customizados	Maior flexibilidade em projetos customizados
Custos Adicionais	Custo inicial pode ser mais elevado devido aos kits	Custo inicial potencialmente menor
Dependência de Fornecedores	Dependência externa dos fornecedores de kits	Controle interno dos materiais e processos

Fonte: Rosa (2022) e Schinaider *et al.* (2022). Adaptado pelo autor (2024).

O Quadro 1 oferece uma visão geral das vantagens e desvantagens de cada abordagem, fornecendo contribuições relevantes para os profissionais da construção avaliarem as opções disponíveis e tomarem decisões informadas.

3.5 Apresentação dos Resultados - Análise Comparativa de Custos, Qualidade e Produtividade

Ao aprofundar a pesquisa no acervo da construtora, incluindo documentações orçamentárias, foram levantados dados relevantes que permitem quantificar os custos, a qualidade e a produtividade dos diferentes sistemas analisados. Destaca-se que os valores e os

tempos mencionados podem variar de acordo com a realidade local, a data de execução dos projetos e orçamentos, bem como os descontos empresariais aplicados.

Os resultados dos testes finais de elétrica demonstram uma vantagem do sistema industrializado Polvo em comparação com o sistema convencional. Os testes realizados evidenciaram uma ocorrência de 98% de sucesso nos testes do sistema Polvo, contra 85% no sistema convencional, indicando uma melhoria na confiabilidade e eficácia das instalações. Ainda, o índice de retrabalho foi reduzido de 15% para 2%, resultando em uma diminuição de 86,67% nos retrabalhos, o que reflete na eficiência do processo. O tempo médio de execução também foi reduzido pela metade, de 4 horas para 2 horas, evidenciando a agilidade e a eficiência proporcionadas pelo sistema industrializado (ver Tabela 1).

Tabela 1 - Resultados dos Testes Finais de Elétrica

Parâmetro	Sistema Convencional	Sistema Industrializado Polvo	Diferença (%)
Número de Testes Realizados	100	100	-
Sucesso nos Testes (%)	85	98	+15.29%
Índice de Retrabalho (%)	15	2	-86.67%
Tempo Médio de Execução (horas)	4	2	-50%

Fonte: elaborado pelo autor (2024)

A comparação de custos entre a instalação convencional e o sistema industrializado Polvo, bem como entre alimentadores de prumadas com cabos e barramento blindado, revela dados sobre a viabilidade econômica das diferentes abordagens (ver Tabela 2). Embora o custo inicial de material do sistema Polvo seja superior ao do sistema convencional (cerca de 20% mais custoso), a redução no custo de mão de obra e no tempo de instalação compensa essa diferença. O custo de manutenção anual do sistema Polvo também é menor, resultando em economias a longo prazo. Similarmente, o barramento blindado, apesar de apresentar um custo inicial de material um pouco maior, oferece economia significativa em termos de mão de obra e

manutenção, além de uma vida útil estimada mais longa, tornando-o uma opção mais vantajosa a longo prazo.

Tabela 2 - Comparação de Custos

Parâmetro	Instalação Convencional	Sistema Industrializado Polvo	Alimentadores com Cabos	Barramento Blindado
Custo de Material (Verba)	100	120	80	70
Custo de Mão de Obra (Verba)	100	60	40	20
Tempo de Instalação (dias)	30	15	20	10
Manutenção Anual (Verba)	100	50	80	40
Vida Útil Estimada (anos)	25	30	25	30

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A adoção do sistema industrializado Polvo e do barramento blindado apresenta ganhos em termos de qualidade, produtividade e diminuição de perdas. A taxa de falhas foi reduzida no sistema Polvo (3%) e no barramento blindado (2%), em comparação com os métodos tradicionais. O tempo de produção foi reduzido pela metade no sistema Polvo e é ainda menor com o uso do barramento blindado otimizando as instalações, demonstrando uma eficiência notável. O desperdício de material também foi substancialmente reduzido, com o sistema Polvo apresentando uma diminuição de 80% e o barramento blindado de 87,5% (ver Tabela 3).

Tabela 3- Ganhos de Qualidade, Produtividade e Diminuição de Perdas – Pavimento Tipo

Métrica	Instalação Convencional	Sistema Industrializado Polvo	Alimentadores com Cabos	Barramento Blindado
Taxa de Falhas (%)	10	3	8	2
Tempo de Produção no canteiro (horas)	300	150	200	100
Desperdício de Material (kg)	150	30	400	50

Ganho de Produtividade (%)	-	100	-	66
Qualidade Percebida (nota)	7	9	7	8

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Esses dados comprovam que a industrialização na distribuição elétrica não só melhora a qualidade das instalações, mas também aumenta a produtividade e reduz as perdas materiais, resultando em um processo mais sustentável e eficiente.

3.6 Análise crítica

A análise dos parâmetros de produtividade enfatizou a eficiência na instalação dos kits, destacando o acréscimo de qualidade nas instalações elétricas e aumento significativo na produtividade. Bem como a redução de desperdícios dentro do canteiro e assertividade nos quantitativos de consumo de material. Foi notado também melhoria em termos de manutenção das instalações pós entrega dos empreendimentos

Com base na análise detalhada dos parâmetros de custo e produtividade relacionados aos kits elétricos, é possível concluir que sua aplicação trouxe benefícios significativos para o processo de instalação elétrica em edifícios residenciais multipavimentos. Embora tenha havido um aumento percentual nos custos em relação ao sistema tradicional, as reduções de custos operacionais ao longo do ciclo de vida dos sistemas elétricos compensaram essa diferença.

A eficiência na instalação proporcionada pelos kits resultou em economia de tempo, contribuindo para a otimização dos recursos e redução de possíveis retrabalhos. Além disso, a padronização dos processos e a garantia nos quantitativos demonstraram melhorias significativas na produtividade da equipe e na qualidade das instalações elétricas.

O estudo revela uma perspectiva positiva em relação às soluções técnicas adotadas, especialmente no que diz respeito à aplicação dos kits elétricos. As ocorrências verificadas durante as descrições do empreendimento foram consideradas satisfatórias, pois permitiram à empresa construtora desenvolver soluções técnicas que podem servir como referência em novos empreendimentos e estudos.

A técnica utilizada foi avaliada como satisfatória, tendo em vista que, desde a implantação do empreendimento, foram registrados poucos casos de assistência técnica dentro do histórico recente deste departamento da construtora. Essa consideração é relevante para o estudo de caso,

pois evidencia a eficácia das soluções implementadas e a confiabilidade dos sistemas elétricos adotados.

Além dessa avaliação, o estudo de caso também abrangeu uma pesquisa qualitativa sobre as instalações dos sistemas de kits elétricos, envolvendo profissionais da área de instalações.

A pesquisa revelou importantes percepções e experiências dos profissionais da construção em relação à adoção de sistemas prediais industrializados, especificamente os kits elétricos industrializados. Inicialmente, observou-se uma certa resistência por parte desses profissionais em reconhecer a viabilidade e eficácia dessas soluções.

No entanto, ao aprofundar a pesquisa nos aspectos qualitativos da solução, tornou-se perceptível a aprovação e aceitação por parte dos profissionais envolvidos na execução dos serviços, abrangendo desde os operacionais até os cargos gerenciais. Essa mudança de perspectiva evidenciou a eficiência e os benefícios que os sistemas prediais industrializados podem oferecer.

3.7 Aplicação do questionário

Um questionário foi aplicado com o objetivo de investigar as percepções e experiências dos profissionais da empreiteira responsável pela instalação elétrica no edifício residencial, assim como membros da construtora responsáveis pelas verificações da produção e conferências de qualidade.

O foco foi analisar o uso de kits elétricos industrializados e alimentadores de prumadas com barramentos blindados, buscando entender a satisfação dos profissionais em relação à facilidade de instalação desses sistemas inovadores. Essa abordagem permitiu uma análise detalhada das vantagens percebidas, desafios enfrentados e sugestões para aprimoramentos futuros, contribuindo para a compreensão dos impactos da tecnologia na eficiência e qualidade das instalações elétricas em edifícios residenciais multipavimentos.

Para garantir a representatividade, optou-se por incluir indivíduos com experiência prévia em instalações elétricas, demonstrando familiaridade com os métodos tradicionais de instalação, tais como o uso de cabos e eletroduto. Além disso, a disposição para participar ativamente da pesquisa foi um critério fundamental na seleção dos participantes, visando assegurar a qualidade e relevância dos dados coletados.

Após seleção, os profissionais escolhidos foram abordados e convidados a participar da pesquisa, que consistiu na aplicação de um questionário (ver Anexo A) detalhado sobre suas

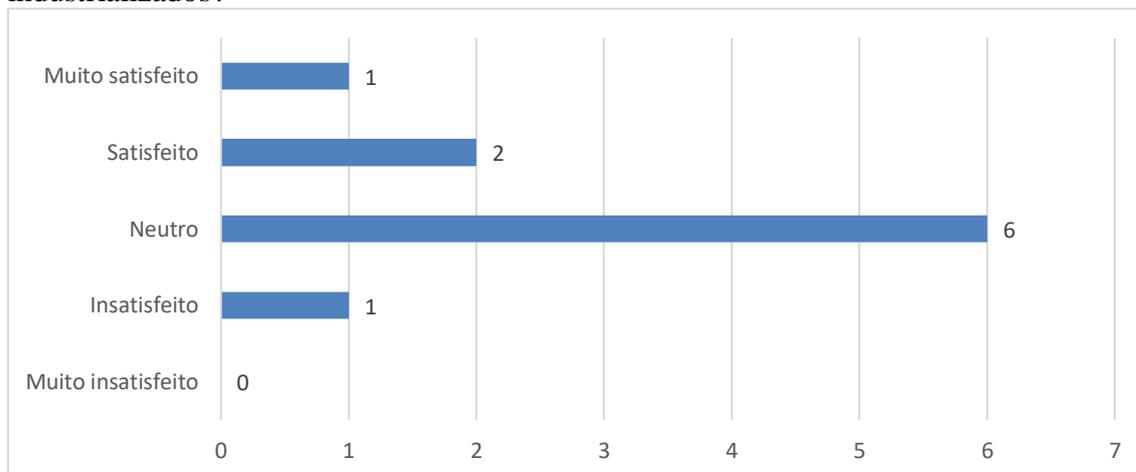
experiências e percepções em relação ao uso de kits elétricos industrializados e alimentadores de prumadas com barramentos blindados. Os resultados dos respondentes são apresentados a seguir.

O questionário aplicado em janeiro de 2024 teve um total de 8 questões fechadas e 2 questões abertas para 10 profissionais da empreiteira responsável pela instalação elétrica do edifício residencial de médio porte. As perguntas fechadas permitiram uma análise quantitativa das percepções dos participantes em relação a diversos aspectos, como satisfação com o produto, intenção de uso futuro, vantagens percebidas e aspectos relevantes na compra. Por outro lado, as perguntas abertas proporcionaram uma oportunidade para os profissionais expressarem suas opiniões de forma mais detalhada, compartilhando experiências específicas e sugestões para melhorias nos sistemas de distribuição elétrica.

Os 10 profissionais respondentes tem as seguintes funções: i); engenheiro eletricista, que contribuiu com conhecimentos técnicos especializados na concepção e planejamento das instalações elétricas, garantindo sua integridade e eficiência; ii) oficiais eletricistas que foram responsáveis pela execução direta das instalações elétricas nos apartamentos e áreas comuns do edifício, realizando o cabeamento, conexões e instalação de dispositivos elétricos; iii) encarregado/fiscal de elétrica, que foi o responsável por garantir que todas as atividades relacionadas à instalação elétrica fossem realizadas de acordo com os padrões de qualidade e segurança estabelecidos, garantindo o atendimento as normas e minimizando os riscos de acidentes e lesões durante a execução; iv) supervisor de equipe/mestre de obra, que foi responsável pela verificação e garantia da qualidade das instalações elétricas, assegurando que os padrões de desempenho e funcionalidade apresentados no projeto fossem atendidos e; v) engenheiro gerente de obra, que foi responsável por coordenar e supervisionar as atividades das equipes em geral, garantindo o cumprimento dos prazos e padrões de qualidade estabelecidos em geral.

Para a primeira pergunta, o quão satisfeitos os profissionais estão com a facilidade de instalação dos kits elétricos industrializados, tem-se o Gráfico 1, a seguir:

Gráfico 1 - Quão satisfeito você está com a **facilidade** de instalação dos kits elétricos industrializados?



Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

Conforme os dados coletados, observa-se que a maioria dos participantes expressou uma opinião neutra em relação a essa questão, representada por 6 respostas. Em seguida, houve 2 respostas indicando satisfação com a facilidade de instalação, enquanto apenas 1 participante relatou estar insatisfeito. Não houve registros de respostas classificadas como "Muito Satisfeito" ou "Muito Insatisfeito". Esses resultados sugerem uma tendência de percepção equilibrada por parte dos profissionais em relação à facilidade de instalação dos kits elétricos industrializados.

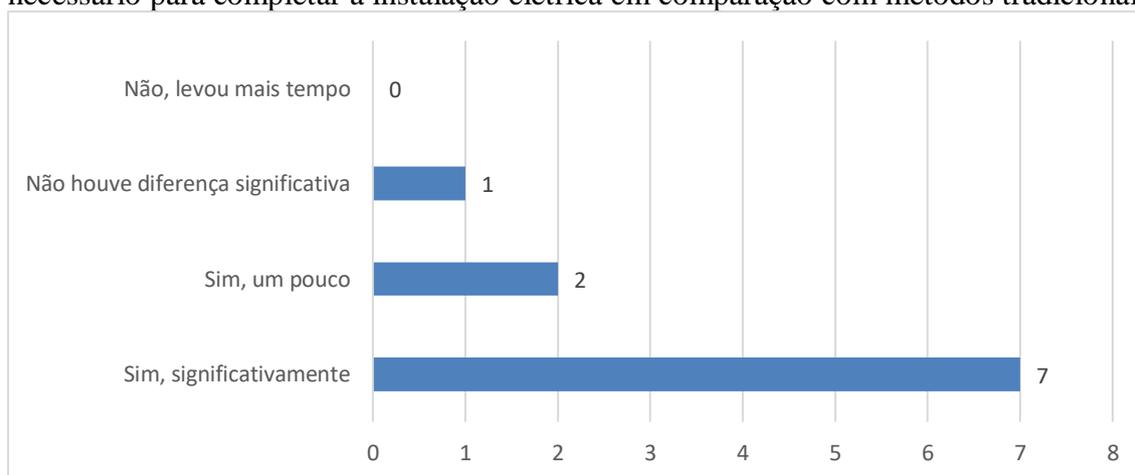
À vista disso, Paixão *et al.* (2021) revelam um panorama complexo em relação à adoção de kits elétricos industrializados na construção civil. Paixão *et al.*, (2021) evidenciam que, embora as vantagens oferecidas por esses kits, como o tempo reduzido de instalação e a padronização dos processos, sejam atrativas para construtoras com grandes volumes de projetos, ainda persistem desafios significativos, principalmente relacionados ao custo. De acordo com os autores, o valor unitário dos kits tende a ser igual ou até mesmo superior ao método tradicional de instalação, o que pode representar um obstáculo para sua adoção em larga escala.

De acordo com Paixão *et al.* (2021), os kits elétricos industrializados podem proporcionar uma solução padronizada e simplificada para a instalação elétrica de uma construção, reduzindo significativamente o tempo de trabalho no local e minimizando possíveis erros durante o processo. Para Berti (2021) e Orozco (2018) com componentes pré-fabricados e de alta qualidade, esses kits podem garantir uma instalação elétrica eficiente e confiável, atendendo às necessidades dos usuários de forma ágil e segura.

Além disso, os alimentadores de prumadas com barramentos blindados são empregados para conectar os sistemas elétricos de cada pavimento, visando a garantia de uma distribuição elétrica eficiente e protegida contra interferências externas (ROSA, 2022). Observa-se que esta abordagem pode conferir maior segurança e estabilidade ao sistema elétrico do edifício, proporcionando uma infraestrutura confiável para suportar as demandas dos residentes (SCHINAIDER *et al.*, 2022).

No Gráfico 2 tem-se a consideração dos participantes frente à redução do tempo para completar a instalação elétrica em comparação com métodos tradicionais.

Gráfico 2 - Você considera que o uso de kits elétricos industrializados **reduziu o tempo** necessário para completar a instalação elétrica em comparação com métodos tradicionais?



Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

O Gráfico 2 apresenta os resultados da pesquisa sobre a percepção dos profissionais em relação à redução do tempo necessário para completar a instalação elétrica ao utilizar kits elétricos industrializados em comparação com métodos tradicionais. Os dados revelam uma tendência marcante, com a maioria dos participantes (70%) indicando que o uso de kits elétricos industrializados resultou em uma redução significativa no tempo necessário para a instalação. Apenas uma minoria relatou uma redução mínima (10%) ou nenhuma diferença significativa (10%), enquanto nenhum participante indicou que a instalação levou mais tempo com o uso dos kits. Esses resultados evidenciam uma percepção positiva e consistente entre os profissionais sobre a eficiência dos kits elétricos industrializados na economia de tempo durante o processo de instalação elétrica.

Essa economia de tempo é atribuída principalmente à padronização dos componentes e à facilidade de instalação oferecidas pelos kits. Os achados corroboram com as descobertas de Berti (2021), que destacou os benefícios da compatibilização prévia e da diminuição de problemas durante a produção em massa dos kits, resultando em maior agilidade nas obras e redução da carga de trabalho para a equipe de engenharia. Além disso, Berti (2021) ressaltou a importância da identificação de pontos de melhoria, como problemas com embalagens e montagem de componentes, evidenciando a necessidade contínua de aprimoramento e adaptação dos processos.

No Gráfico 3 são apresentados os resultados da pesquisa sobre a intenção dos profissionais em utilizar novamente kits elétricos industrializados em projetos futuros.

Gráfico 3 - Você pretende **utilizar novamente** kits elétricos industrializados em projetos futuros?

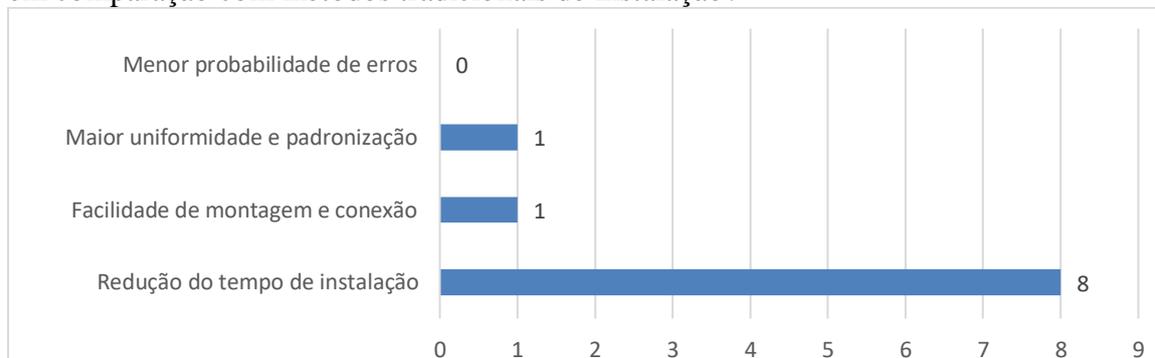


Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

Observa-se que a maioria expressou uma clara intenção positiva de utilizar os kits novamente, com 80% das respostas indicando um "Sim". Uma minoria demonstrou uma postura mais cautelosa, com uma resposta de "Talvez" e outra indicando "Não tenho certeza". Não houve registros de respostas negativas, com nenhum participante declarando que não pretende utilizar os kits em projetos futuros. Esses resultados evidenciam uma receptividade geralmente favorável em relação aos kits elétricos industrializados, com uma forte propensão dos profissionais a considerar sua utilização em empreendimentos subsequentes.

No Gráfico 4 são apresentadas as vantagens centrais dos kits elétricos em comparação com os métodos tradicionais de instalação, na opinião dos participantes.

Gráfico 4 - Quais são, na sua opinião, as principais **vantagens** dos kits elétricos industrializados em comparação com métodos tradicionais de instalação?



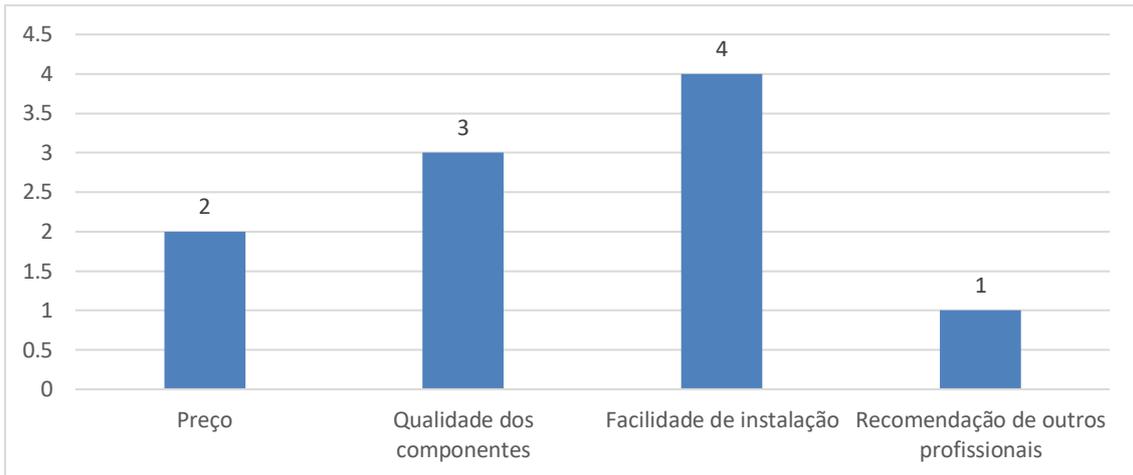
Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

Os dados revelam que a maioria dos participantes (80%) identificou a redução do tempo de instalação como a principal vantagem dos kits. Em menor proporção, 10% dos respondentes destacaram a maior uniformidade e padronização oferecidas pelos kits, enquanto outros 10% mencionaram a facilidade de montagem e conexão como vantagem. Não houve registros de respostas indicando a menor probabilidade de erros como uma vantagem relevante dos kits em comparação com os métodos tradicionais.

Tais resultados destacam que a eficiência e rapidez na instalação são percebidas como os principais benefícios dos kits elétricos industrializados pelos profissionais da construção civil. Essa constatação está alinhada com as descobertas de Paixão et al. (2021), que destacaram o tempo reduzido de instalação como um dos atrativos significativos desses sistemas. A ênfase na redução do tempo de instalação reflete economia de recursos e mão de obra, bem como uma maior agilidade na conclusão dos projetos, permitindo que as construtoras atendam às demandas do mercado de forma mais eficiente. Essa vantagem é essencial em um contexto onde a otimização do tempo e dos recursos é fundamental para a competitividade e rentabilidade das empresas no setor da construção civil.

Já no Gráfico 5 é apresentada a concepção do respondente diante do principal critério considerado ao decidirem pela utilização de kits elétricos industrializados.

Gráfico 5 - Na sua concepção, qual foi o **principal critério para tomada de decisão** em utilizar kits elétricos industrializados?



Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

De acordo com os dados coletados, a maioria dos participantes (40%) destacou a facilidade na instalação como o principal critério considerado. Em seguida, 30% dos respondentes apontaram a qualidade dos componentes como fator determinante em sua decisão. O preço foi mencionado por 20% dos participantes como critério relevante, enquanto a recomendação de outros profissionais teve a menor representatividade, com 10% das respostas. Esses resultados evidenciam que, para os profissionais da construção civil, a praticidade e eficiência na instalação são aspectos prioritários ao optarem pelo uso de kits elétricos industrializados.

No Gráfico 6 é apresentada a consideração do respondente para o valor dos kits elétricos industrializados e sua vantagem em relação aos métodos tradicionais de instalação

Gráfico 6 - Você considera o **valor dos kits elétricos industrializados vantajoso** em relação aos métodos tradicionais de instalação?

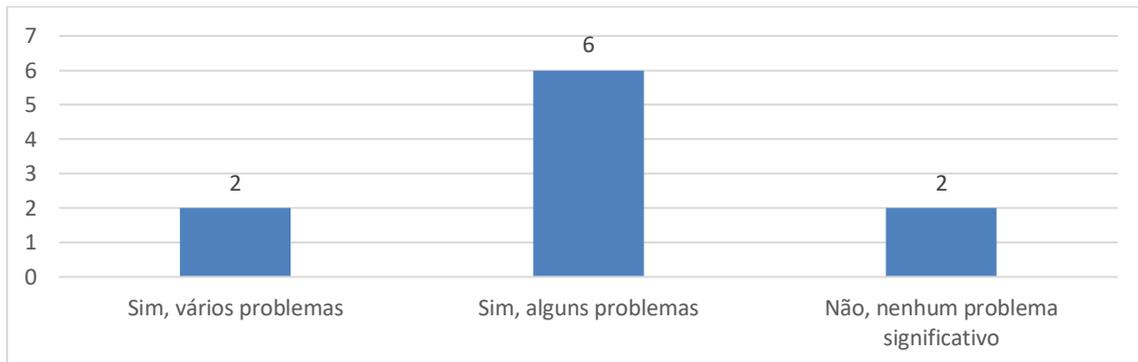


Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

O Gráfico 6 apresenta os resultados da pesquisa sobre a percepção dos profissionais em relação ao valor dos kits elétricos industrializados em comparação com métodos tradicionais de instalação. De acordo com os dados coletados, a maioria dos participantes (50%) considerou o valor dos kits como vantajoso, sendo que a maior parte deles (50%) indicou que essa vantagem foi percebida como "um pouco vantajosa". Além disso, 20% dos respondentes afirmaram que o valor dos kits foi visto como "muito vantajoso".

Por outro lado, 30% dos profissionais relataram não terem percebido diferença significativa no valor dos kits em comparação com os métodos tradicionais. Apenas uma minoria de 10% dos participantes afirmou que os kits foram percebidos como mais caros. Esses resultados evidenciam uma tendência geral entre os profissionais em reconhecer a vantagem econômica dos kits elétricos industrializados, embora algumas percepções variem quanto ao grau dessa vantagem.

Gráfico 7 - Você teve algum **problema significativo** durante a instalação dos kits elétricos industrializados?



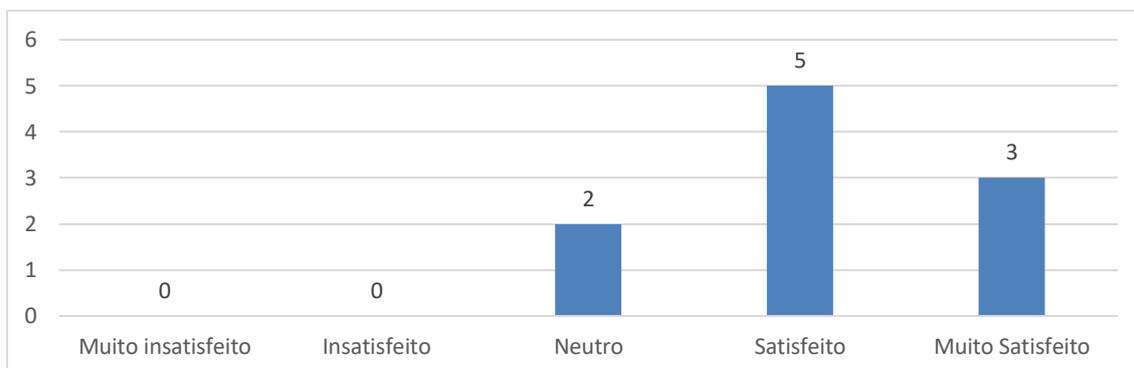
Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

O Gráfico 7 apresenta os resultados da pesquisa sobre a ocorrência de problemas durante a instalação dos kits elétricos industrializados. De acordo com os dados coletados, a maioria dos participantes (60%) relatou ter enfrentado alguns problemas durante a instalação, enquanto uma parcela menor de profissionais (20%) indicou ter enfrentado vários problemas significativos.

Por outro lado, 20% dos respondentes afirmaram não terem encontrado nenhum problema durante o processo de instalação. Esses resultados indicam que, embora a maioria dos profissionais tenha enfrentado alguns contratemplos durante a instalação dos kits elétricos industrializados, uma parcela significativa não encontrou dificuldades significativas, o que sugere uma experiência variada em relação à utilização desses sistemas.

No Gráfico 8 é apresentada a opinião geral do respondente para a utilização dos kits elétricos industrializados.

Gráfico 8 - Qual é a sua **opinião geral** sobre a utilização de kits elétricos industrializados?



Fonte: Resultados da pesquisa (2024)

De acordo com os dados coletados, a maioria dos participantes (50%) expressou estar satisfeita com a utilização desses kits, enquanto 30% dos respondentes indicaram estar muito satisfeitos com sua utilização. Por outro lado, uma parcela menor de profissionais (20%) manifestou uma opinião neutra em relação aos kits elétricos industrializados. Não houve registros de respostas indicando insatisfação ou grande insatisfação com a utilização desses sistemas. Esses resultados sugerem uma receptividade geralmente positiva dos profissionais em relação aos kits elétricos industrializados, com a maioria deles expressando satisfação ou alta satisfação com sua utilização.

Dos 10 profissionais responsáveis e envolvidos na instalação elétrica do edifício residencial, metade deles, ou seja, 5 respondentes, compartilharam suas experiências e sugestões por meio das questões abertas apresentadas na Tabela 4. Estas respostas forneceram contribuições sobre os desafios enfrentados durante a instalação dos kits elétricos industrializados, bem como ofereceram sugestões pertinentes para melhorias nos sistemas de distribuição elétrica em edifícios residenciais.

Tabela 4 – Respostas das questões abertas

Profissional	Experiência específica ou desafio enfrentado	Comentário adicional ou sugestão para melhorias nos sistemas de distribuição elétrica

Engenheiro eletricista	“Durante a instalação, encontramos dificuldades na integração dos kits com o projeto elétrico existente, exigindo ajustes adicionais no projeto”	“Seria interessante investir em treinamento específico para os profissionais responsáveis pela instalação dos kits elétricos.”
Oficial Eletricista	“Tivemos problemas com a compatibilidade de alguns componentes dos kits, o que atrasou parte das primeiras instalações.”	“Sugiro que os kits venham com instruções mais detalhadas e claras para facilitar a montagem e conexão dos componentes.”
Encarregado/Fiscal de Elétrica	“Durante a execução, notamos algumas situações à melhorar na identificação dos primeiros kits elétricos, exigindo intervenções junto ao fabricante.”	“Recomendo a realização de auditorias periódicas de qualidade durante todo o processo de industrialização.”
Supervisor de Equipe – Mestre de Obra	“No início, observamos uma variação na qualidade dos kits elétricos recebidos, com algumas falhas em sua montagem, corrigidos posteriormente.”	“Seria benéfico implementar um sistema de controle de qualidade mais rigoroso na fabricação dos kits elétricos industrializados.”
Engenheiro – Gerente de Obra	“Enfrentamos dificuldades na coordenação das equipes durante a instalação dos primeiros kits, impactando no andamento inicial da atividade. Posteriormente, trabalhando junto com a instaladora e fornecedor, foi possível corrigir e garantir a repetição em todo o projeto.”	“Sugiro envolver o fornecedor já no início do projeto implementando o acompanhamento no andar protótipo, otimizando a coordenação das atividades.”

Fonte: resultados da pesquisa (2024)

Na Tabela 4 apresentada, as respostas das questões abertas revelam algumas dificuldades encontradas pelos profissionais durante a instalação dos kits elétricos industrializados. O engenheiro eletricista destacou a necessidade de ajustes adicionais de integração dos kits com o projeto elétrico existente, sugerindo investimentos em treinamento específico para os profissionais responsáveis pela instalação. Os eletricistas apontaram problemas de compatibilidade de componentes, sugerindo instruções mais detalhadas nos kits para facilitar a montagem. Além disso, o encarregado/fiscal de elétrica mencionou situações a melhorar na identificação dos kits elétricos, recomendando auditorias periódicas de qualidade durante o processo de industrialização. Já o supervisor de equipe/mestre de obra observou

variação na qualidade dos kits recebidos, sugerindo um sistema de controle mais rigoroso. Por fim, o engenheiro gerente de obra enfatizou a dificuldade na coordenação das equipes durante as primeiras instalações, sugerindo envolver o fornecedor no início do projeto acompanhando a execução do andar como protótipo, sendo mais eficiente para coordenação das atividades.

Esses relatos destacam desafios importantes enfrentados durante a implementação dos kits elétricos industrializados, como problemas de integração, compatibilidade, segurança, qualidade e coordenação. Essas dificuldades podem impactar significativamente o andamento e o sucesso dos projetos de instalação elétrica em edifícios residenciais.

Diante disso, faz-se necessário que as empresas e fabricantes desses kits considerem esses feedbacks e busquem soluções para melhorar a integração, qualidade, segurança e coordenação das instalações elétricas. Investimentos em treinamento, instruções mais claras, auditorias de segurança, controle de qualidade rigoroso e sistemas de gestão de projetos eficientes podem contribuir para superar esses desafios e otimizar a utilização dos kits elétricos industrializados, garantindo uma instalação elétrica eficaz e segura em edifícios residenciais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa analisou a implementação de sistemas prediais industrializados, com foco nos kits elétricos, no contexto de edifícios residenciais multipavimentos. Os resultados obtidos demonstram que a adoção desses sistemas representa um avanço significativo em eficiência, produtividade e qualidade nas instalações elétricas, alinhando-se aos objetivos traçados neste trabalho.

O objetivo geral, de investigar os impactos da implementação de sistemas prediais industrializados, foi amplamente atendido. Por meio da análise de um estudo de caso detalhado e da aplicação de questionários, foi possível mensurar as melhorias no desempenho das instalações elétricas com a utilização de kits industrializados, incluindo a redução do índice de falhas, menor necessidade de retrabalho e economia de tempo no canteiro de obras. Esses resultados refletem o potencial transformador desses sistemas no setor da construção civil.

Quanto aos objetivos específicos, o estudo alcançou os seguintes avanços:

1. Evidenciar a relevância da industrialização na construção civil: A pesquisa destacou como os sistemas industrializados contribuem para a racionalização das etapas de instalação elétrica, promovendo padronização e confiabilidade. Os dados comparativos

demonstraram uma significativa redução na taxa de falhas e no desperdício de material, indicando benefícios diretos para a produtividade e sustentabilidade do setor.

2. Investigar custos e dificuldades de integração: Foi possível identificar que, embora os kits elétricos apresentem custos iniciais mais elevados em comparação aos sistemas convencionais, esses custos podem ser compensados pelos ganhos de produtividade e pela redução de retrabalhos e desperdícios. Além disso, o estudo apontou desafios específicos relacionados à implementação desses sistemas industrializados exigindo maior planejamento e desenvolvimento nos projetos.
3. Examinar percepções e experiências dos profissionais: Os questionários aplicados aos profissionais responsáveis pelas instalações indicaram elevada satisfação com a tecnologia. A maioria dos entrevistados demonstrou disposição para utilizar novamente os kits elétricos em projetos futuros, destacando a facilidade de instalação e os benefícios em termos de qualidade e produtividade. Contudo, foram mencionadas oportunidades de melhorias, como o aprimoramento na qualidade dos componentes e maior clareza nas instruções de montagem.

Apesar dos resultados promissores, desafios permanecem, como os altos custos iniciais e a necessidade de treinamento especializado. Essas questões podem ser abordadas por meio de estratégias colaborativas entre fabricantes, construtoras e profissionais da área. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento, voltados para a compatibilidade e facilidade de instalação, bem como a ampliação da capacitação técnica dos profissionais, são essenciais para superar tais barreiras.

Assim, conclui-se que os kits elétricos industrializados possuem um papel central na modernização das instalações elétricas, atendendo às demandas por maior eficiência e qualidade no setor da construção civil. A adoção dessa tecnologia, aliada a esforços de inovação contínua e ao diálogo com os usuários finais, pode impulsionar significativamente a competitividade e sustentabilidade das obras residenciais multipavimentos, alinhando-se às exigências técnicas e às práticas operacionais do mercado.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR. 5410**. Instalações elétricas de baixa tensão. 2004. 209p.

ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR NM 60898**: Dispositivos de proteção para instalações elétricas domésticas e similares - Disjuntores para proteção contra sobrecorrentes para instalações domésticas e similares. Rio de Janeiro, 2004.

ALPHA. **Montagem de barramento blindado**. Alpha Instalações e Montagens Elétricas. 2024. Disponível em: <http://alphainstaladoraeletrica.com.br/servico.php?id=678>. Acessado em: 18. Abr. 2024.

ATHANAZIO, Felipe Paganini; GONÇALES FILHO, Manoel. Gestão do cronograma de uma empresa fabricante e instaladora de chicotes elétricos da construção civil. **Brazilian Journal of Production Engineering**, 2023, vol. 9, no 4, p. 179-193.

BARBI DO BRASIL. **Líder em fabricação PEX no Brasil. 2024**. Disponível em: <https://www.barbidobrasil.com.br/>. Acesso em: 5 dez. 2024.

BARROS, M. M. S. B. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. 422p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

BERTI, David de Castro. **Desenvolvimento de procedimento de produção de kits de instalações elétricas residenciais por meio de BIM**. Repositório Institucional UFSCar. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/15453>. Acessado em 02 maio. 2024

BICHINSKI, Wyllian Ferreira. **Vantagens e benefícios da industrialização dos processos na construção de edificações**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/23237/2/PG_CEEP_2016_1_23.pdf. Acessado em 02 maio. 2024

BRETZ, Flavio Lopes. **Tecnologias otimizadoras para problemas de gestão e logística de materiais de construção civil na região metropolitana de Belo Horizonte**. Universidade Federal de Minas Gerais. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/43978>. Acessado em 10 mar. 2024

CARNEIRO, Juliana Quinderé; CARNEIRO, André Quinderé; CÂNDIDO, Luis Felipe. Indústria 4.0 e construção enxuta: o caso do sistema AGILEAN. **Simpósio brasileiro de tecnologia da informação e comunicação na construção**, 2019, vol. 2, p. 1-6.

CAVALCANTI, Vladyr Yuri Soares de Lima, *et al.* Indústria 4.0: desafios e perspectivas na construção civil. **Revista Campo do Saber**, 2018, vol. 4, no 4.

CONDUPAR. Cabos e Plugues elétricos. **Kit elétrico industrializado**. São Paulo. 2024a Disponível em: <https://www.condupar.com.br/>. Acessado em 27 fev. 2024

CONDUPAR. **Kit Construção Civil**. BHS: kits elétricos para instalações elétricas. Condupar condutores elétricos. 2024b. Disponível em: <https://www.condupar.com.br/kit-construcao-civil-bhs-condupar.html>. Acessado em: 18. Abr. 2024.

FRANCHI, Clainton. **Instalações Elétricas**. 2016. Disponível em: <Http://www.corradi.junior.nom.br/instalaele.pdf>. Acesso em: 02 maio. 2024

GOMES, José Augusto Paixão; LONGO, Orlando Celso. Mudança de cultura e apoio da tecnologia dão base à transformação digital na construção civil no enfrentamento à crise do Covid_19. **Brazilian Journal of Development**, 2020, vol. 6, no 8, p. 58884-58903.

GOUVEIA, Alan Apolinário, et al. Inovação tecnológica na construção civil-Utilização de drone para gerenciamento de obra. **Tópicos em construção civil: Tecnologia, inovação e metodologias aplicadas**. 2021. p. 54. DOI:10.36229/978-65-5866-046-0.CAP.07

GULARTE, Janaina Brum; PANDOLFO, Adalberto; BERTICELLI, Ritielli. Redução de perdas de materiais na elevação de alvenarias de um edifício multipavimentos por meio da aplicação da produção mais limpa. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 2021, vol. 10, no 3, p. 24-55.

LIMA, W. M. M.; SANTOS, A. P.; OLIVEIRA, R. F. Sugestões para atualização da Norma ABNT NBR 5410. **Revista Brasileira de Engenharia Elétrica**, v. 12, n. 3, p. 45-58, 2017.

MIRANDA, Rian das Dores de; SALVI, Levi. Análise da tecnologia Bim no contexto da indústria da construção civil brasileira. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano, 2019, vol. 4, p. 79-98.

NAGALLI, André. **Aspectos quantitativos da geração de resíduos da construção civil**. Oficina de Textos, 2021. São Paulo. 276p.

OLIVEIRA, Larissa Jhennifer Conceição, et al. Gestão de resíduos: uma análise sobre os impactos da geração de rejeitos na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, 2020, vol. 6, no 5, p. 24447-24462.

OLIVEIRA, Marina S. D. O., FARINA, Humberto., GONÇALVES, O. M., & BARROS NETO, J. D. P. Metodologia de avaliação de construtoras na gestão da engenharia de sistemas prediais. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. 2002 Foz do Iguaçu - Paraná, Brasil. 7 a 10 de maio de 2002.

OROZCO, Débora Wan-Dick Ferreira Jorge. **Produtividade na execução de instalações elétricas**. 2018. Tesis Doctoral. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3153/tde-20092018-095553/pt-br.php>. Acessado em 04 de mar. 2024

PAIXÃO, Hiago Oliveira da; PEREIRA, Igor Nonato Almeida; PINHEIRO, Érika Cristina Nogueira Marques. Análise do processo elétrico industrializado de um edifício em Manaus. **Brazilian Journal of Development**. Curitiba, v.7, n.12, p. 114918-114934 dec. 2021. DOI:10.34117/bjdv7n12-317

ROSA, Luiz Eduardo da. **Comparação entre os sistemas de distribuição de energia elétrica utilizando cabos convencionais e barramento blindado**. Instituto Federal de Santa Catarina. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2634>. Acessado em 25 mar. 2024

SANTOS, Luiza Fernandes. Industrialização das instalações prediais (kits). **Gestão e Gerenciamento**, 2023, vol. 21, no 21.

SCHINAIDER, Elton Junior; MAKIYAMA, Marcelo Kenzi; KONRATH, Rodrigo; VICARI, Paulo. Viabilidade Econômica Na Instalação De Barramento Blindado Na Prumada De Um Edifício De Uso Coletivo Composto Por 20 Pavimentos E 56 Unidades Consumidoras. **Anais da Engenharia Mecânica/ISSN 2594-4649**, 2022, vol. 6, no 1, p. 412-434.

SILVA JUNIOR, Antonio Marcos da. **Projeto Estrutural de um Edifício Multipavimentos considerando Diferentes Soluções Estruturais**. 2023. Universidade Federal de Integração Latino-Americana. UNILA. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/7406>. Acessado em 10 mar. 2024

SILVA, Marcelo Aquino Corte Real da. **Equilíbrio estrutural e a industrialização da construção: primeira experiência em pré-moldado na UnB**. 2020. Universidade de Brasília. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/39667>. Acessado em 02 maio. 2024

SIMÃO, Alessandra dos Santos, et al. Impactos da indústria 4.0 na construção civil brasileira. **Brazilian Journal of Development**, 2019, vol. 5, no 10, p. 20130-20145.

ZIMMERMANN, Bruno Leonardo Schmitz. **Características e vantagens da aplicação do barramento blindado em comparação ao sistema de cabeamentos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16233>. Acessado em 04 de mar. 2024

ANEXO A – Questionário

Prezados profissionais da empreiteira responsáveis pela instalação elétrica no edifício residencial, é com grande apreço que apresentamos este questionário com o intuito de coletar informações valiosas sobre suas experiências e percepções em relação à utilização de kits elétricos industrializados e alimentadores de prumadas com barramentos blindados.

Gostaríamos de enfatizar que a participação neste estudo é voluntária e que todas as informações fornecidas serão tratadas de forma confidencial e anônima. Garantimos que seus dados pessoais e as respostas fornecidas serão utilizados apenas para fins de análise e pesquisa, e que a identidade dos participantes e da empresa não será revelada. Sua contribuição é fundamental para o sucesso desta pesquisa e para o avanço do conhecimento na área da construção civil.

Agradecemos sua colaboração e confiança neste processo de pesquisa.

1. Quão satisfeito você está com a facilidade de instalação dos kits elétricos industrializados?

a) Muito insatisfeito

- b) Insatisfeito
- c) Neutro
- d) Satisfeito
- e) Muito satisfeito

2. Você considera que o uso de kits elétricos industrializados reduziu o tempo necessário para completar a instalação elétrica em comparação com métodos tradicionais?

- a) Sim, significativamente
- b) Sim, um pouco
- c) Não houve diferença significativa
- d) Não, levou mais tempo

3. Você pretende utilizar novamente kits elétricos industrializados em projetos futuros?

- a) Sim, definitivamente
- b) Talvez
- c) Não tenho certeza
- d) Não, provavelmente não

4. Quais são, na sua opinião, as principais vantagens dos kits elétricos industrializados em comparação com métodos tradicionais de instalação?

- a) Redução do tempo de instalação
- b) Facilidade de montagem e conexão
- c) Maior uniformidade e padronização
- d) Menor probabilidade de erros

5. Qual foi o principal critério considerado por você ao decidir pela utilização de kits elétricos industrializados?

- a) Preço

- b) Qualidade dos componentes
- c) Facilidade de instalação
- d) Recomendação de outros profissionais

6. Você considera o valor dos kits elétricos industrializados vantajoso em relação aos métodos tradicionais de instalação?

- a) Sim, muito vantajoso
- b) Sim, um pouco vantajoso
- c) Não houve diferença significativa de custo
- d) Não, foi mais caro

7. Você teve algum problema significativo durante a instalação dos kits elétricos industrializados?

- a) Sim, vários problemas
- b) Sim, alguns problemas menores
- c) Não, nenhum problema significativo

8. Qual é a sua opinião geral sobre a utilização de kits elétricos industrializados?

- a) Muito insatisfeito
- b) Insatisfeito
- c) Neutro
- d) Satisfeito
- e) Muito satisfeito

Perguntas Abertas:

9. Você gostaria de compartilhar alguma experiência específica ou desafio enfrentado durante a instalação dos kits elétricos industrializados?

10. Algum comentário adicional ou sugestão para melhorias nos sistemas de distribuição elétrica em edifícios residenciais?