

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

**PROPOSTA DE MELHORIA DO DESEMPENHO NO GERENCIAMENTO DE
PROCESSOS DE MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS COM SUPORTE DO
TRELLO**

ANNA GABRIELLA OLIVEIRA FERREIRA

GUILHERME BENTO COSTA E SILVA

ORIENTADOR/PROFESSOR/MESTRE/ ENG. ELETRICISTA: ÁLVARO ADELINO DE
OLIVEIRA

GOIÂNIA – GOIÁS

DEZEMBRO/2025

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. TEMA	5
3 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	6
4 OBJETIVO GERAL	6
5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
6 JUSTIFICATIVA.....	7
7 HIPÓTESE/ RESULTADOS ESPERADOS	8
8 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
8.1 PAINÉIS ELÉTRICOS	9
8.2 ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS NA MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS.....	10
8.3 PLANEJAMENTO DA QUALIDADE E FERRAMENTAS DE GESTÃO	10
8.4 REDUÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE MONTAGEM.....	10
8.5 AUTOMAÇÃO E GESTÃO DE PROCESSOS.....	11
8.6 GESTÃO DA PRODUÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS	11
8.7 CICLO PDCA.....	12
8.8 ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E EFEITOS (FMEA).....	12
8.9 TRELLO.....	13
8.10 METODO KANBAN	14
8.11 NBR 5410 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO	14
8.12 NBR IEC 61439–1 CONJUNTOS DE MANOBRA E CONTROLE DE BAIXA TENSÃO – PARTE 1.....	15
8.13 NBR IEC 61439–2 CONJUNTOS DE MANOBRA E CONTROLE DE BAIXA TENSÃO – PARTE 2.....	16
8.14 NBR IEC 61439–3 CONJUNTOS DE MANOBRA E CONTROLE DE BAIXA TENSÃO – PARTE 3.....	16
9 MATERIAL E MÉTODOS/METODOLOGIA	17
9.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA	17
9.2 PROCESSO DE MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS.....	17
9.2.1 PRÉ-MONTAGEM.....	18
9.2.1.1 FURAÇÕES E CORTES	19
9.2.1.2 FIXAÇÃO DE CANALETAS	19
9.2.1.3 FIXAÇÃO DE EQUIPAMENTOS.....	19
9.2.1.4 IDENTIFICAÇÕES	20
9.2.2 MONTAGEM	20
9.2.2.1 FIAÇÃO.....	20
9.2.2.2 BARRAMENTOS	21
9.2.3 PÓS-MONTAGEM	21

9.2.3.1 ACABAMENTO	21
9.2.3.2 INSPEÇÃO PRÉ TESTE	22
9.3 PROCESSO DE PROJETOS	23
9.3.1 DOCUMENTAÇÃO	23
9.3.2 PROJETO	24
9.3.3 REVISÃO DO PROJETO	24
9.3.4 APROVAÇÃO DO PROJETO.....	24
9.3.5 SOLICITAÇÃO DE RECURSO.....	24
9.3.6 MATERIAL	24
9.3.7 MONTAGEM	24
9.3.8 TESTE	25
9.3.9 PRONTO PARA EMBALAR	25
9.3.10 DATA BOOK	25
9.3.11 CONCLUÍDO	25
9.4 INTEGRAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS DE PROJETOS E MONTAGEM	25
9.5 ESTRUTURA DO FLUXO DE TRABALHO NO TRELLO.....	26
9.6 AUTOMAÇÃO NO TRELLO.....	27
9.7 CHECKLISTS NO TRELLO.....	27
9.8 CARTÕES NO TRELLO.....	28
9 CONCLUSÃO	42
9.REFERÊNCIAS	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE MONTAGEM DOS PAINÉIS.....	18
FIGURA 2 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PROJETO DOS PAINÉIS.....	23
FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE MONTAGEM E PROJETO DOS PAINÉIS.....	26
FIGURA 4 - AREA DE DESENVOLVIMENTO DA AUTOMAÇÃO NO TRELLO.....	27
FIGURA 5 - AREA DE DESENVOLVIMENTO DO CHECKLIST NO TRELLO.....	28
FIGURA 6 - CARTÕES NO TRELLO.....	29
FIGURA 7 - AREA DE TRABALHO NO TRELLO – PARTE 1.....	29
FIGURA 8 - AREA DE TRABALHO NO TRELLO – PARTE 2.....	30
FIGURA 9 – CARTÃO NO TRELLO ETAPA DOCUMENTAÇÃO	30
FIGURA 10 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA PROJETO	31
FIGURA 11 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA PROJETO	32
FIGURA 12 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA PROJETO	33
FIGURA 13 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA APROVAÇÃO DE PROJETOS	34
FIGURA 14 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA DE SOLICITAÇÃO DE RECURSOS.....	35
FIGURA 15 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA DE MATERIAL.....	36
FIGURA 16 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA MONTAGEM	37
FIGURA 17 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA TESTE	38
FIGURA 18 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA PRONTO PARA EMBALAR	39
FIGURA 19 - CARTÃO NO TRELLO ETAPA DATA BOOK	40
FIGURA 20 - AUTOMAÇÕES DESENVOLVIDAS – PARTE 1.....	41
FIGURA 21 - AUTOMAÇÕES DESENVOLVIDAS – PARTE 2.....	41
FIGURA 22 - AUTOMAÇÕES DESENVOLVIDAS – PARTE 3.....	42
FIGURA 23 - ÁREA DE TRABALHO.....	42

1. INTRODUÇÃO

A competitividade crescente no setor industrial exige que as organizações busquem continuamente aprimorar seus processos produtivos, garantindo maior eficiência, qualidade e redução de desperdícios. No contexto da montagem de painéis elétricos, essa necessidade torna-se ainda mais evidente, uma vez que esses equipamentos representam o núcleo de comando, controle e proteção das instalações elétricas, sendo essenciais para o funcionamento seguro e organizado de sistemas industriais, prediais e de automação, conforme destacado por Frank (2015). A complexidade das etapas envolvidas demanda metodologias estruturadas que promovam padronização, rastreabilidade e maior desempenho operacional.

A literatura de produção e operações reforça que processos bem gerenciados contribuem significativamente para a estabilidade organizacional e para a criação de vantagem competitiva, como defendem Slack; Johnston; Chambers (2002; 2009). Autores clássicos também apontam que o aumento da eficiência depende diretamente da capacidade de identificar gargalos, eliminar desperdícios e otimizar fluxos de trabalho, princípios centrais discutidos por Ohno (1997) e Shingo (2005). Nesse contexto, ferramentas de melhoria contínua como PDCA, 5S, FMEA e Pareto tornam-se essenciais para reduzir falhas, minimizar custos e aprimorar a qualidade, conforme indicado por Lucinda (2010) e Antunes et al. (2008).

No setor específico de montagem de painéis elétricos, pesquisas como as de Bitencourt; Caten (2006) e estudos publicados na Revista Paramétrica (2018) evidenciam que a falta de organização, padronização e controle sistematizado contribui para retrabalhos, perdas de insumos e ineficiências que impactam diretamente o desempenho do processo produtivo. Esses achados reforçam a importância de mecanismos capazes de estruturar e monitorar as etapas desde o planejamento até a entrega final do produto.

Nesse cenário, plataformas digitais de gestão visual, como o Trello, surgem como alternativas eficazes para controlar fluxos produtivos, melhorar a comunicação e aumentar a colaboração entre equipes. A adoção desse tipo de tecnologia contribui para alinhar práticas de produção enxuta, elevar a maturidade dos processos e fortalecer a capacidade gerencial, conforme discutido por Albertin; Guertzenstein (2018). Além disso, ferramentas digitais favorecem a aprendizagem organizacional e a eficiência nas rotinas de trabalho, como argumentam Freitas; Pereira (2018) ao analisar práticas tecnológicas aplicadas em ambientes produtivos.

Diante disso, este estudo apresenta uma proposta de melhoria do desempenho no gerenciamento dos processos de montagem de painéis elétricos, por meio da avaliação da maturidade desses processos e da implementação de um modelo de gestão suportado pela plataforma Trello. A pesquisa, estruturada como estudo de caso de abordagem mista e natureza exploratória, busca compreender o cenário atual, identificar oportunidades de melhoria e oferecer uma proposta prática capaz de elevar o nível organizacional, reduzir desperdícios e otimizar fluxos produtivos.

2. TEMA

A condução eficiente dos processos organizacionais é indispensável para alcançar um desempenho satisfatório, uma vez que possibilita antecipar falhas, otimizar o uso dos recursos e fomentar uma cultura de melhoria contínua. Conforme apontam Slack, Chambers e Johnston (2009), gerenciar os processos produtivos de maneira eficaz é um fator-chave para elevar a produtividade e responder rapidamente às exigências do mercado. Nesse contexto, a implementação de boas práticas em gestão requer a utilização de instrumentos adequados para análise e controle. Albertin e Guertzenstein (2018) ressaltam que sistemas de gestão e ferramentas da qualidade são imprescindíveis para assegurar o monitoramento e o aperfeiçoamento constante dos processos.

O ambiente empresarial, cada vez mais dinâmico e competitivo, exige que as organizações desenvolvam processos adaptáveis aos seus produtos e serviços, sendo fundamental estabelecer estratégias que promovam a inovação e a eficiência. Esta pesquisa destaca essa realidade, sobretudo no contexto da montagem de painéis elétricos, uma atividade que exige evolução contínua para atender aos padrões técnicos e produtivos do setor. De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), o cenário competitivo obriga as empresas a buscarem constantemente melhorias em seus processos e estratégias operacionais para manter sua relevância no mercado. Lucinda (2010) complementa que a gestão da qualidade tem como foco alcançar a excelência, estimulando a melhoria contínua e a satisfação do cliente como pilares essenciais para a sustentabilidade organizacional.

Nesse panorama, o Trello surge como uma solução eficaz para organizar, monitorar e visualizar fluxos de trabalho, permitindo aos gestores decisões mais informadas e estratégicas.

Freitas e Pereira (2018) evidenciam que tecnologias sociais como o Trello contribuem expressivamente para a coordenação de atividades, o fortalecimento da comunicação entre equipes e o incremento da produtividade em ambientes colaborativos.

Assim, o aperfeiçoamento do gerenciamento dos processos de montagem, aliado ao uso do Trello, pode potencializar a eficiência operacional, facilitando a detecção de oportunidades de melhoria e oferecendo subsídios importantes para a evolução dos processos produtivos na fabricação de painéis elétricos. Corrêa e Corrêa (2007) defendem que uma gestão bem estruturada amplia a capacidade organizacional de se adaptar às mudanças, promovendo a inovação e a excelência nas operações.

3 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

A montagem de painéis elétricos exige um processo altamente organizado, padronizado e com controle eficiente para evitar retrabalho, atrasos e desperdícios de materiais. Entretanto, em razão da complexidade do processo e do elevado volume de produção, diversas organizações do setor enfrentam desafios na administração das etapas que compõem a fabricação de um painel elétrico, o que pode impactar negativamente a produtividade e comprometer a qualidade do produto final. Nesse contexto, é fundamental realizar uma análise criteriosa dos processos de montagem, com o objetivo de implementar melhorias apoiadas por ferramentas de gestão.

Este estudo busca responder à seguinte questão: "Como o gerenciamento de processos pode contribuir para a melhoria do desempenho na montagem de painéis elétricos, utilizando o Trello como ferramenta de apoio?"

4 OBJETIVO GERAL

Analisar o gerenciamento dos processos de montagem de painéis elétricos e propor melhorias com o uso do Trello, visando à otimização do fluxo de trabalho, à redução de não conformidades e ao aumento da eficiência operacional.

5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as principais dificuldades e não conformidades no processo de montagem de painéis elétricos;
- Aplicar metodologias da qualidade, como PDCA (Plan, Do, Check, Act – Planejar, Fazer, Verificar, Agir) e FMEA (Afigure Mode and Effects Analysis – Análise de Modos de Falha e Efeitos), para propor melhorias no processo;
- Analisar os impactos da implementação do Trello na eficiência e qualidade do processo.
- Identificar gargalos e ineficiências nos fluxos de trabalho, incluindo desperdícios, redundâncias e falhas de comunicação.

6 JUSTIFICATIVA

A ausência de um gerenciamento eficaz na montagem de painéis elétricos pode ocasionar retrabalho, desperdícios e atrasos, comprometendo diretamente a produtividade e a qualidade do produto final. Segundo Barnes (1982), a falta de padronização e controle nos processos impacta negativamente no desempenho operacional. Para Corrêa e Corrêa (2007), é essencial buscar melhorias contínuas na produção para garantir eficiência.

Considerando que a montagem de painéis exige elevado nível de organização, controle e padronização (Bitencourt; Caten, 2006), torna-se indispensável a adoção de ferramentas e metodologias que otimizem esse processo. Empresas que buscam se manter competitivas no mercado têm investido em tecnologias e práticas que minimizem perdas e aumentem a produtividade (Slack; Chambers; Johnston, 2002; Ohno, 1997; Shingo, 2005). O Trello, como ferramenta de gestão visual, destaca-se por sua interface intuitiva e pela capacidade de organizar tarefas e aprimorar a comunicação entre equipes. Conforme Freitas e Pereira (2018), o uso de tecnologias sociais no ambiente produtivo contribui para a democratização da informação e para maior eficiência operacional.

Dessa forma, este estudo propõe um modelo de melhoria contínua voltado para empresas do setor de montagem de painéis elétricos. A combinação de metodologias da qualidade, como o PDCA (Plan, Do, Check, Act – Planejar, Fazer, Verificar, Agir) e FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – Análise de Modos de Falha e Efeitos) e a análise de Pareto, com o uso de ferramentas visuais de gerenciamento, como o Trello, pode tornar os processos mais estruturados e eficientes. Segundo Albertin e Guertzenstein (2018), a

incorporação conjunta de tecnologias e práticas voltadas à gestão da qualidade promove de maneira significativa a diminuição de desperdícios e a melhoria na eficiência do tempo produtivo. Nesse sentido, o Trello se apresenta como uma ferramenta prática e visual para o gerenciamento de tarefas, sendo uma opção viável para estruturar o fluxo de trabalho e fortalecer a comunicação entre as equipes, proporcionando maior controle sobre as atividades e minimizando falhas operacionais. Assim, espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para a melhoria das práticas industriais e servir como modelo para outras empresas do setor.

7 HIPÓTESE/ RESULTADOS ESPERADOS

A implementação de metodologias de gerenciamento de processos, como PDCA (Plan, Do, Check, Act – Planejar, Fazer, Verificar, Agir) e FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – Análise de Modos de Falha e Efeitos) e Pareto, aliada ao uso da plataforma de gerenciamento de tarefas Trello, resultará em uma melhoria significativa na eficiência e organização do processo de montagem de painéis elétricos. Espera-se que, ao adotar essas ferramentas, a empresa consiga reduzir retrabalhos, desperdícios de materiais e atrasos, impactando diretamente na qualidade do produto final e na produtividade.

Além disso, ao avaliar o gerenciamento dos processos na organização, espera-se identificar pontos críticos que, uma vez corrigidos, contribuirão para a otimização do tempo de produção e o aumento da competitividade da empresa no mercado. O uso do Trello como ferramenta de apoio pode, portanto, resultar em uma melhoria na comunicação entre as equipes e maior controle das atividades, tornando o processo mais ágil e estruturado.

Os resultados esperados incluem a redução de falhas operacionais, maior cumprimento de prazos e, por conseguinte, um aumento na satisfação dos clientes. A análise das melhorias implementadas pode servir de base para a criação de um modelo replicável para outras empresas do setor de montagem de painéis elétricos, ampliando o impacto positivo da pesquisa.

8 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A montagem de painéis elétricos é uma atividade complexa que exige uma alta organização, padronização e controle para garantir a qualidade e eficiência do processo. Essa

tarefa envolve uma série de operações que devem ser realizadas de maneira eficiente para minimizar erros, desperdícios e retrabalhos. Nesse contexto, as metodologias de gestão de processos e as ferramentas de automação têm se tornado essenciais para garantir que os processos sejam realizados de maneira estruturada e com o máximo de eficiência.

8.1 PAINÉIS ELÉTRICOS

Os painéis elétricos são estruturas destinadas à acomodação, organização e proteção de dispositivos responsáveis pelo comando, distribuição, controle e proteção de circuitos elétricos. Esses conjuntos são elementos fundamentais para o funcionamento seguro, organizado e eficiente de instalações industriais, prediais e residenciais. A literatura técnica destaca que esses conjuntos representam o “núcleo de comando, proteção e distribuição” dos sistemas elétricos (FRANK, 2015), sendo responsáveis por integrar dispositivos que controlam máquinas, processos e circuitos de energia.

Conforme a ABNT NBR IEC 61439-1 (2011), os sistemas de painéis de baixa tensão constituem conjuntos que reúnem dispositivos de manobra, proteção, comando e medição, projetados para assegurar desempenho elétrico, mecânico e térmico adequado. A norma estabelece requisitos gerais relacionados à segurança, capacidade nominal, isolamento, aquecimento, resistência mecânica e coordenação entre componentes, garantindo confiabilidade operacional e compatibilidade com padrões internacionais. De forma complementar, a ABNT NBR IEC 61439-2 (2011) apresenta os requisitos específicos para painéis de distribuição, detalhando critérios de ensaios, arranjos construtivos, interfaces, graus de proteção e atribuições do fabricante e do montador.

A NBR 5410 (2004) reforça esse conjunto de diretrizes ao estabelecer regras gerais para instalações elétricas de baixa tensão, assegurando que o painel esteja integrado a um sistema seguro, eficiente e protegido contra choques elétricos, sobrecorrentes e falhas de isolamento.

Além do atendimento às normas, diversos autores destacam a importância da padronização e da eficiência no processo de montagem de painéis. Bitencourt e Caten (2006) evidenciam que a produção desses conjuntos depende diretamente da definição de tempos e métodos padronizados, dado que a complexidade de suas etapas exige planejamento rigoroso, organização e controle operacional. Esse alinhamento está diretamente associado aos princípios

da produção enxuta, conforme defendem Antunes et al. (2008), que ressaltam a eliminação de desperdícios, a busca pelo fluxo contínuo e a melhoria da produtividade como pilares essenciais para operações industriais mais eficientes.

8.2 ESTUDO DE TEMPOS E MÉTODOS NA MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS

Bittencourt e Caten (2008) ressaltam a relevância da aplicação da análise de tempos e métodos nas atividades de montagem de painéis elétricos. De acordo com os autores, um dos principais desafios enfrentados pela indústria consiste na organização eficiente do trabalho, a qual deve ser aperfeiçoada para reduzir desperdícios e elevar a produtividade. A utilização do estudo de tempos e métodos é essencial para detectar falhas nos processos e promover o redesenho dos fluxos de trabalho, possibilitando, assim, um expressivo ganho na eficiência das operações de montagem.

8.3 PLANEJAMENTO DA QUALIDADE E FERRAMENTAS DE GESTÃO

A adoção de ferramentas de qualidade na gestão de processos é fundamental para assegurar a excelência na produção. Albertin e Guertzenstein (2018) discutem o planejamento da qualidade, destacando a relevância dos sistemas de gestão como suporte à melhoria contínua dos processos produtivos. A combinação entre planejamento e controle da qualidade, juntamente com o emprego de metodologias como o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act – Planejar, Executar, Verificar e Agir), pode favorecer o monitoramento das operações e a identificação de oportunidades de aperfeiçoamento contínuo, aspecto essencial para as empresas atuantes na montagem de painéis elétricos.

8.4 REDUÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO DE MONTAGEM

Minimizar perdas nos processos produtivos, sobretudo na montagem de painéis elétricos, é um aspecto crucial para assegurar a competitividade no mercado. Conforme evidenciado no estudo de caso conduzido na empresa CEL Montagens e Instalações Elétricas EIRELI (2018), a adoção de estratégias voltadas para a redução de desperdícios exerce impacto direto na melhoria dos resultados financeiros e na elevação da qualidade do produto. A pesquisa

aponta que a aplicação de metodologias como o Lean Manufacturing, aliada a ferramentas como a FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – Análise de Modos de Falha e Efeitos), é eficaz tanto para identificar e eliminar desperdícios quanto para fortalecer o controle da qualidade ao longo do processo produtivo.

8.5 AUTOMAÇÃO E GESTÃO DE PROCESSOS

No contexto atual, a automação desempenha um papel cada vez mais relevante na elevação da produtividade. De acordo com Frank (2015), a automação industrial não apenas reduz o tempo necessário para a produção, mas também favorece a padronização dos processos e diminui a incidência de falhas humanas. Nesse cenário, o uso de ferramentas digitais, como o Trello, pode ser interpretado como uma forma de automatizar a gestão de processos, possibilitando o acompanhamento em tempo real das atividades e promovendo maior clareza e eficiência na comunicação entre as equipes.

8.6 GESTÃO DA PRODUÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS

A gestão eficaz com a utilização de ferramentas que promovam a transparência e o controle do andamento das atividades é essencial. Segundo Slack et al. (2002), a administração da produção envolve não só o planejamento das atividades, mas também o acompanhamento e a análise contínua de seus resultados. O Trello, como ferramenta digital intuitiva, pode ser uma excelente aliada nesse processo, permitindo o monitoramento das etapas da produção e a identificação de possíveis gargalos que afetam a eficiência.

A fundamentação teórica apresentada demonstra que a utilização de metodologias de gestão de qualidade, combinadas com ferramentas tecnológicas de controle e automação, pode ter um impacto significativo na eficiência e na redução de desperdícios na montagem de painéis elétricos. Picchi (2018) discute os sete desperdícios que podem ocorrer em qualquer processo produtivo. No caso da montagem de painéis elétricos, esses desperdícios podem envolver tempo, recursos materiais e mão de obra, impactando diretamente nos custos de produção e na qualidade do produto final. O uso de ferramentas como o Trello pode ajudar a reduzir esses desperdícios ao permitir um controle mais rigoroso e uma comunicação mais eficiente entre os envolvidos.

O uso de ferramentas como o Trello permite uma gestão mais estruturada e transparente, proporcionando maior controle sobre o processo produtivo e resultando em ganhos de produtividade e qualidade.

8.7 CICLO PDCA

O Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act – Planejar, Fazer, Verificar, Agir) é uma metodologia de melhoria contínua amplamente utilizada na gestão da qualidade. Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), o PDCA permite estruturar ações em quatro etapas cíclicas que visam à resolução sistemática de problemas e à otimização de processos.

- Plan (Planejar): Identificação do problema, análise da situação atual e definição de metas e estratégias para solução.
- Do (Fazer): Implementação das ações planejadas em pequena escala, com acompanhamento contínuo.
- Check (Verificar): Avaliação dos resultados obtidos com a execução, por meio de indicadores e comparações com os objetivos definidos.
- Act (Agir): Padronização das boas práticas identificadas ou realização de ajustes, reiniciando o ciclo.

A aplicação do PDCA no contexto da montagem de painéis elétricos, proporciona maior controle e clareza sobre as etapas do processo, facilitando o acompanhamento de tarefas e a tomada de decisões baseadas em dados. Quando aliado a ferramentas visuais como o Trello, esse método favorece a comunicação da equipe e contribui para a maturidade em gerenciamento de processos, reduzindo retrabalhos e aumentando a eficiência operacional.

8.8 ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E EFEITOS (FMEA)

A FMEA (Failure Mode and Effects Analysis – Análise de Modos de Falha e Efeitos) é uma técnica preventiva usada para identificar potenciais falhas em produtos ou processos e avaliar seus efeitos, causas e níveis de criticidade. A metodologia visa priorizar os riscos e

propor ações para mitigá-los antes que as falhas se manifestem. Cada modo de falha é analisado com base em três critérios principais:

- Severidade (S): Grau de impacto da falha caso ela ocorra.
- Ocorrência (O): Probabilidade de a falha acontecer.
- Detecção (D): Capacidade de identificar a falha antes que ela gere consequências.

O produto desses três fatores resulta no Índice de Prioridade de Risco (RPN – Risk Priority Number), utilizado para classificar os riscos mais críticos. Na montagem de painéis elétricos, a FMEA contribui para a padronização dos processos, prevenção de acidentes e aumento da confiabilidade do produto final. Essa análise permite à equipe antever problemas e definir controles eficientes, aumentando o desempenho geral da operação e reforçando a cultura de melhoria contínua.

8.9 TRELLO

O Trello é uma plataforma digital de gerenciamento de projetos baseada e estruturada no método Kanban, que permite a organização de tarefas por meio de quadros, listas e cartões. Sua interface intuitiva proporciona uma visão clara do andamento dos processos, facilitando o planejamento, a execução e o monitoramento das atividades em equipe. Sua interface intuitiva proporciona visão clara das atividades, facilitando o planejamento, a priorização e o acompanhamento do andamento das tarefas em tempo real. Na montagem de painéis elétricos, o uso do Trello como ferramenta de apoio à gestão visual contribui diretamente para o aumento da maturidade em processos. Ele permite Distribuição clara das responsabilidades entre os membros da equipe; Registro de prazos, checklists e arquivos, promovendo rastreabilidade e organização; Visualização em tempo real do status de cada etapa do processo; Integração com outras ferramentas, como calendários, alertas e automações.

Quando aliado a metodologias como o PDCA e a FMEA, o Trello se torna um suporte estratégico na melhoria contínua e na identificação e mitigação de riscos operacionais. Sua utilização fortalece a comunicação entre os envolvidos, promove o engajamento das equipes e contribui para a eficiência dos processos de montagem, garantindo maior controle e qualidade nos resultados.

8.10 METODO KANBAN

O Kanban é um método de gerenciamento visual criado no Japão pela Toyota na década de 1940, originalmente para controle de produção em ambientes industriais. Seu nome significa literalmente "cartão visual" ou "sinalização" em japonês, refletindo sua essência: gerenciar o fluxo de trabalho com base em cartões e colunas que representam etapas do processo. A estrutura típica de um quadro Kanban é composta por colunas como:

A Fazer (To Do), Fazendo (Doing) e concluído (Done).

Os itens do trabalho são representados por cartões que transitam entre essas colunas conforme sua execução. Essa visualização ajuda a:

- Limitar o trabalho em progresso, evitando sobrecarga;
- Identificar gargalos e atrasos;
- Aprimorar o fluxo contínuo de produção;
- Promover a melhoria contínua.

Na montagem de painéis elétricos, a aplicação do Kanban – por meio de ferramentas como o Trello – permite visualizar as etapas de montagem, pendências e prazos, aumentando a previsibilidade do processo e melhorando a produtividade da equipe. Ele também favorece a disciplina operacional e a padronização das tarefas, além de facilitar reuniões de acompanhamento.

8.11 NBR 5410 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE BAIXA TENSÃO

A NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define os requisitos necessários para o planejamento, execução, manutenção e inspeção de instalações elétricas em sistemas de baixa tensão. Essa norma aplica-se a circuitos elétricos com tensões de até 1000 V em corrente alternada (com frequência inferior a 400 Hz) ou 1500 V em corrente contínua, sendo referência obrigatória em instalações residenciais, comerciais e industriais.

De acordo com a ABNT (2004), o principal propósito da norma é “assegurar a segurança de pessoas e patrimônios, garantir o funcionamento adequado das instalações e preservar os bens”. Entre os tópicos abordados estão a proteção contra choques elétricos, correntes de curto-circuito, sobrecargas, sobretensões, dispositivos de seccionamento e medidas preventivas contra incêndios causados por falhas elétricas. Conforme destaca Lamb (2015), a NBR 5410 é indispensável no desenvolvimento de projetos elétricos, pois estabelece critérios técnicos essenciais para atender às exigências legais e garantir segurança. Essa importância se acentua em ambientes industriais e na montagem de painéis elétricos, onde a complexidade das conexões e dispositivos demanda estrita conformidade com padrões rigorosos de proteção e dimensionamento.

Além disso, segundo Albertin e Guertzenstein (2018), a observância às normas técnicas, como a NBR 5410, transcende o aspecto legal, configurando-se como uma prática eficaz de gestão da qualidade, ao contribuir para a padronização dos processos, reduzir a incidência de falhas e retrabalhos e elevar o desempenho das instalações. No contexto deste estudo, que aborda processos de montagem de painéis elétricos, a aplicação da NBR 5410 é indispensável, orientando desde a seleção de componentes, como disjuntores e barramentos, até procedimentos de aterramento e proteção contra contatos diretos e indiretos, garantindo segurança operacional e confiabilidade das instalações.

Portanto, a NBR 5410 não apenas oferece a fundamentação técnica necessária para o projeto, como também respalda sua execução segura e eficiente, assegurando a conformidade com os requisitos legais e normativos aplicáveis.

8.12 NBR IEC 61439–1 CONJUNTOS DE MANOBRA E CONTROLE DE BAIXA TENSÃO – PARTE 1

No contexto da montagem de painéis elétricos, as normas da série ABNT NBR IEC 61439 definem os parâmetros técnicos e de desempenho exigidos para os conjuntos de manobra e controle de baixa tensão. Esta série substituiu a antiga NBR 60439, consolidando-se como referência internacional para esse tipo de aplicação.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015; 2017), a NBR IEC 61439-1 especifica os requisitos gerais que devem ser atendidos por todos os conjuntos de manobra e controle de baixa tensão. Entre os principais aspectos contemplados

estão a capacidade de condução de corrente, a resistência dielétrica, a eficiência na dissipação térmica e a robustez frente a situações de curto-circuito, assegurando a confiabilidade elétrica e a segurança operacional do painel.

Essa norma funciona como a base técnica para as demais partes específicas que compõem a série 61439, configurando-se como um elemento normativo fundamental para o desenvolvimento de projetos de painéis elétricos, tanto em ambientes industriais quanto comerciais.

8.13 NBR IEC 61439–2 CONJUNTOS DE MANOBRA E CONTROLE DE BAIXA TENSÃO – PARTE 2

A NBR IEC 61439-2 (2017) trata especificamente dos quadros de distribuição de energia, como painéis principais (QGBT) e centros de controle de motores (CCM). De acordo com Frank Lamb (2015), essa norma é essencial em ambientes industriais, pois assegura que os conjuntos elétricos estejam preparados para suportar as exigências reais de operação, como altas correntes, proteção seletiva e formas de separação interna, contribuindo diretamente para a continuidade operacional e para a proteção de equipamentos e pessoas. A aplicação desta norma também permite a padronização na montagem, o que favorece a redução de falhas, retrabalhos e variações entre projetos similares.

8.14 NBR IEC 61439–3 CONJUNTOS DE MANOBRA E CONTROLE DE BAIXA TENSÃO – PARTE 3

ABNT NBR IEC 61439-3 (2017) é voltada para conjuntos de manobra e controle de uso residencial e predial, sendo indicada para quadros de distribuição instalados em ambientes acessíveis ao público ou a usuários leigos. Conforme apontam Albertin e Guertzenstein (2018), normas específicas como essa são indispensáveis em projetos que envolvem edificações comerciais e institucionais, pois tratam da adaptação das exigências técnicas à realidade de uso comum e cotidiano, garantindo segurança mesmo na ausência de conhecimento técnico por parte dos usuários.

9 MATERIAL E MÉTODOS/METODOLOGIA

9.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

A presente pesquisa adotou uma abordagem mista, pois combina elementos quantitativos e qualitativos para analisar o gerenciamento de processos de montagem de painéis elétricos. De acordo com Creswell (2007), a abordagem mista permitiu uma compreensão mais abrangente do fenômeno estudado, pois integra a objetividade dos dados quantitativos com a profundidade das análises qualitativas.

Este estudo exploratório investiga o uso de ferramentas digitais na gestão de processos produtivos, com foco na aplicação do processo de montagem de painéis elétricos. Segundo Gil (2008), pesquisas exploratórias são essenciais para compreender fenômenos pouco estudados ou oferecer novas perspectivas a problemas conhecidos. O método escolhido é o estudo de caso, pois a pesquisa será realizada em um ambiente específico, permitindo uma análise aprofundada da implementação da Ferramenta. Conforme Yin (2001), essa abordagem é ideal para examinar fenômenos dentro de seu contexto real, possibilitando uma visão detalhada dos fatores que influenciam o objeto de estudo.

Dessa forma, a combinação da abordagem mista, do caráter exploratório e da metodologia de estudo de caso permite uma análise mais robusta e detalhada do impacto da ferramenta Trello na melhoria dos processos de montagem de painéis elétricos.

9.2 PROCESSO DE MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS

A montagem de painéis elétricos é um processo estruturado que garante a construção e funcionamento adequado dos painéis, seguindo padrões técnicos e normas reguladoras. Esse processo é dividido em três etapas principais:

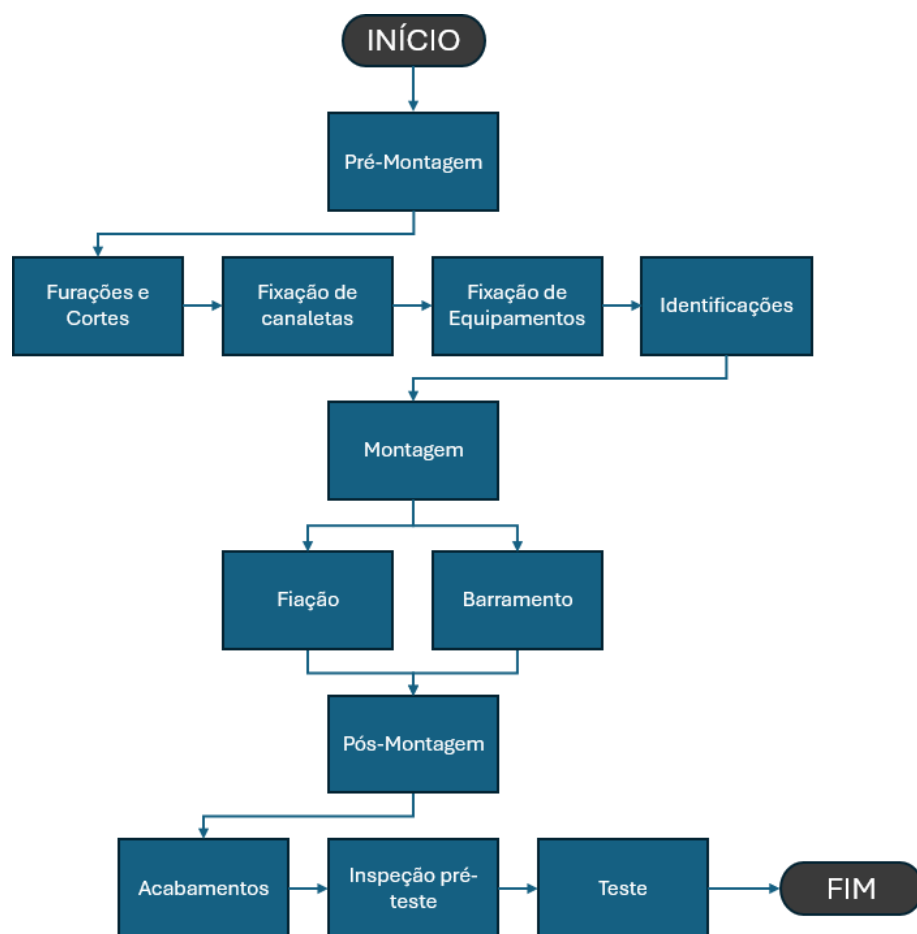


Figura 1 - Fluxograma do processo de montagem dos painéis

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

9.2.1 PRÉ-MONTAGEM

A pré-montagem consiste em preparar a estrutura do painel para receber os componentes elétricos, seguindo as recomendações da NBR IEC 61439 e NBR 5410, que estabelecem padrões para montagem e segurança de painéis elétricos. Consiste na preparação inicial da estrutura do painel, incluindo cortes, furações, fixação de canaletas e equipamentos, bem como a identificação dos componentes. A seguir, descreveremos de forma resumida cada uma dessas etapas.

9.2.1.1 FURAÇÕES E CORTES

Devem ser realizados de forma precisa e sem rebarbas, garantindo que não haja risco de falhas no isolamento dos condutores que estiverem em contato com a estrutura, conforme estabelece a ABNT NBR IEC 61439-1 no que tange à integridade mecânica e à segurança elétrica. Os espaçamentos entre os componentes devem seguir as recomendações do fabricante dos equipamentos, respeitando todos os espaços de ventilação conforme o manual e as normas vigentes (especialmente ABNT NBR IEC 61439-2), para evitar superaquecimento e facilitar a manutenção futura.

9.2.1.2 FIXAÇÃO DE CANALETAS

Processo que consiste na fixação das canaletas na placa de montagem, conforme o layout definido no projeto. O posicionamento deve respeitar os espaçamentos adequados para dissipação térmica dos cabos, conforme preconizado pela ABNT NBR IEC 61439-1, garantindo que o calor gerado pelos componentes seja dissipado eficientemente, evitando o aquecimento excessivo que pode comprometer a segurança e o funcionamento do painel.

9.2.1.3 FIXAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

A fixação deve garantir estabilidade mecânica e ser compatível com as condições térmicas do painel, conforme exige a ABNT NBR IEC 61439-1, prevenindo o superaquecimento dos dispositivos. Ao instalar os equipamentos, deve-se respeitar os espaços mínimos de ventilação e acessibilidade definidos em projeto e previstos na norma. Dispositivos como disjuntores, contadores e relés devem ser fixados em trilhos DIN (Device Installation Mounting - Montagem de Equipamento de Dispositivo), assegurando uma montagem segura e padronizada. Cada componente deve ser posicionado com precisão, garantindo que fiquem alinhados e devidamente fixados, essencial para manter a confiabilidade e a segurança do painel elétrico durante sua operação.

9.2.1.4 IDENTIFICAÇÕES

A ABNT NBR IEC 61439-1 determina que todos os componentes de um painel elétrico devem ser claramente identificados, com etiquetas legíveis, resistentes ao tempo e posicionadas em local visível. A ABNT NBR 5410 complementa ao exigir que os cabos sejam identificados em ambas as extremidades, indicando o circuito correspondente, o que garante a rastreabilidade, facilita manutenções e aumenta a segurança na operação.

As identificações adesivas devem ser aplicadas diretamente na face dos componentes, contendo suas respectivas TAGs conforme indicado no diagrama construtivo. Os cabos, por sua vez, devem trazer a identificação do nome do componente e do polo correspondente em cada extremidade. Esse processo é essencial para assegurar uma operação segura, organizada e conforme as exigências normativas.

9.2.2 MONTAGEM

A montagem é a fase em que os componentes do painel são conectados e interligados, dando forma à sua estrutura elétrica. Essa etapa é composta por dois processos sendo eles a fiação e o processo de fabricação dos barramentos. A seguir, descreveremos de forma resumida cada uma dessas etapas.

9.2.2.1 FIAÇÃO

A fiação deve seguir os critérios estabelecidos na ABNT NBR IEC 61439-1 e na ABNT NBR 5410, incluindo a correta seleção da seção do condutor, classe de isolamento e codificação por cores. É fundamental que os cabos sejam organizados, evitando esforços mecânicos, curvas acentuadas e excesso de tensão, prevenindo falhas prematuras e garantindo a durabilidade do sistema.

Durante a execução, os cabos são posicionados conforme o projeto elétrico, conectando os componentes e realizando as ligações necessárias com precisão. O descritivo técnico do cabo, como seção nominal, isolamento e cor, deve ser rigorosamente respeitado, seguindo o diagrama elétrico elaborado com base nas normas vigentes, assegurando o correto funcionamento do sistema.

9.2.2.2 BARRAMENTOS

Os barramentos desempenham papel essencial na distribuição da corrente elétrica entre os diversos componentes do painel. Suas etapas de fabricação — incluindo corte, dobra e perfurações — exigem alta precisão para garantir que se encaixem adequadamente no layout projetado. A fixação dos barramentos deve ser firme e resistente, de modo a suportar as cargas elétricas e térmicas durante o funcionamento, conforme os requisitos estabelecidos pela ABNT NBR IEC 61439-1.

A norma orienta que os barramentos sejam devidamente dimensionados para a corrente nominal prevista, possuindo isolamento apropriado e proteção contra contatos acidentais, o que assegura tanto resistência elétrica quanto mecânica. Adicionalmente, o acabamento superficial, como pintura, galvanização ou estanhagem, deve garantir baixa resistência de contato e proteção contra a corrosão, prevenindo falhas e preservando a confiabilidade do conjunto.

9.2.3 PÓS-MONTAGEM

O processo de pós-montagem é fundamental para assegurar a qualidade final do painel elétrico, envolvendo limpeza, organização, verificação e acabamento. Essa etapa deve ser executada conforme as boas práticas previstas na ABNT NBR IEC 61439-1, garantindo que o painel esteja pronto para inspeção e ensaios com segurança e confiabilidade.

Durante o pós-montagem, são removidos resíduos de montagem como sujeira, poeira e detritos, além de organizar e identificar corretamente os cabos. O acabamento inclui a aplicação de tampas, etiquetas e a verificação do alinhamento dos componentes, assegurando que o painel não só funcione adequadamente, mas também apresente uma estética limpa e organizada.

9.2.3.1 ACABAMENTO

O acabamento é uma etapa crucial no processo de montagem de painéis elétricos, pois assegura não apenas a funcionalidade do sistema, mas também a estética e a segurança do conjunto. Um bom acabamento confere ao painel uma aparência profissional, organizada e

conforme os padrões técnicos exigidos. A limpeza do interior do painel e dos seus componentes é uma das primeiras ações após a montagem. Durante o processo, pode ocorrer a geração de poeira, resíduos de solda, óleos e graxas provenientes de equipamentos e ferramentas utilizadas. Esses resíduos devem ser removidos cuidadosamente com o uso de panos secos, pincéis, aspiradores ou equipamentos de limpeza adequados, evitando qualquer contaminação dos componentes sensíveis. É fundamental garantir que condutores, terminais e dispositivos eletrônicos estejam livres de sujeira que possa comprometer o desempenho ou causar falhas futuras.

Os cabos e fios devem ser organizados de forma ordenada, agrupados por função e fixados corretamente em suportes, bandejas ou presilhas. Essa organização evita que os cabos fiquem soltos ou emaranhados, prevenindo falhas no sistema e facilitando a manutenção futura. A disposição dos componentes no painel deve seguir um padrão visual que maximize o aproveitamento do espaço interno e permita fácil acesso para manutenção. Segundo a ABNT NBR IEC 61439-1, o painel deve apresentar um arranjo interno limpo e bem-organizado, com todos os resíduos de montagem removidos e os cabos devidamente fixados, assegurando assim a estética, funcionalidade e segurança do sistema.

9.2.3.2 INSPEÇÃO PRÉ TESTE

A inspeção visual final, realizada antes dos testes, é de extrema importância. Antes de iniciar os testes, deve-se garantir que todos os elementos do painel estejam conforme o projeto. Isso inclui verificar se todos os dispositivos estão instalados corretamente, se os fios estão bem presos e se não há risco de interferência entre os componentes. É fundamental confirmar que as conexões foram feitas corretamente e que não há falhas visíveis nas ligações ou no isolamento dos cabos. Cada detalhe precisa ser conferido para minimizar riscos de mau funcionamento ou falhas durante os testes.

A ABNT NBR IEC 61439-1 recomenda a verificação de todos os pontos de conexão, isolamento, posicionamento dos componentes e acessibilidade. Também é exigida proteção contra contatos acidentais, que deve ser feita com o uso de tampas, barreiras ou isolantes adequados, protegendo todos os terminais e partes vivas. Essa proteção é fundamental para garantir a segurança dos operadores e evitar danos ao sistema elétrico. Essas medidas asseguram que o painel esteja conforme o projeto, seguro para os testes e para a operação.

9.3 PROCESSO DE PROJETOS

A gestão de processos de projetos é uma prática estruturada que assegura a organização, acompanhamento e execução eficiente das atividades necessárias ao desenvolvimento de cada projeto. Esse conjunto de processos segue diretrizes técnicas e metodológicas que garantem padronização, qualidade e rastreabilidade nas entregas. De forma geral, o fluxo é dividido em etapas, sendo elas:

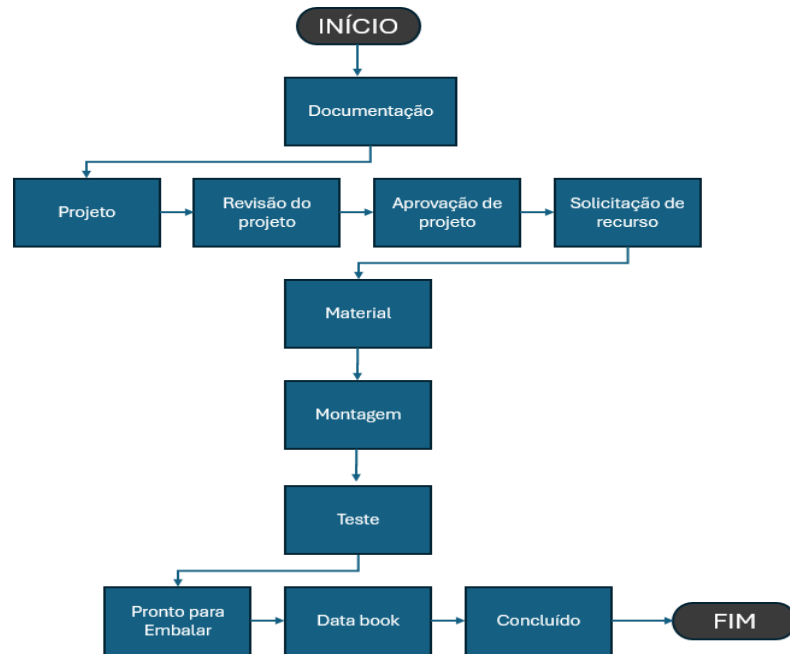


Figura 2 - Fluxograma do processo de projeto dos painéis

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

9.3.1 DOCUMENTAÇÃO

Fase inicial do processo, na qual é recebida toda a documentação técnica necessária para dar início ao desenvolvimento do projeto. Aqui são analisados requisitos, normas aplicáveis e informações fornecidas pelo cliente.

9.3.2 PROJETO

Etapa dedicada ao desenvolvimento e dimensionamento do projeto, considerando parâmetros técnicos, requisitos normativos e as especificações fornecidas. É nessa fase que o painel elétrico começa a ser estruturado tecnicamente.

9.3.3 REVISÃO DO PROJETO

Momento em que são realizadas revisões solicitadas pelo cliente ou necessárias por ajustes internos. O projeto é reavaliado, atualizado e corrigido, garantindo conformidade e clareza técnica.

9.3.4 APROVAÇÃO DO PROJETO

Etapa responsável pela validação formal entre cliente e engenharia. As partes avaliam o projeto revisado e, após aprovação, autorizam sua execução. Essa validação é essencial para o avanço às próximas fases.

9.3.5 SOLICITAÇÃO DE RECURSO

Após a aprovação do projeto, inicia-se o processo de solicitação dos recursos necessários, englobando a aquisição de todos os materiais que serão utilizados na fabricação do painel.

9.3.6 MATERIAL

Fase destinada à conferência e verificação dos materiais recebidos. Confirma-se se os itens adquiridos correspondem ao que foi projetado, se atendem às especificações técnicas e se estão prontos para utilização.

9.3.7 MONTAGEM

Com os materiais disponíveis e o projeto aprovado, inicia-se a montagem do painel. Nessa etapa, o conjunto é construído fisicamente, seguindo detalhadamente o projeto técnico e os padrões de qualidade estabelecidos.

9.3.8 TESTE

Após a montagem, o painel passa por testes funcionais e verificações de segurança. São avaliados o desempenho, a continuidade, a isolamento, o funcionamento dos dispositivos e a conformidade com o projeto.

9.3.9 PRONTO PARA EMBALAR

O painel é finalizado, revisado e preparado para transporte. Todas as verificações são concluídas, e a documentação atualizada acompanha o equipamento para garantir sua rastreabilidade.

9.3.10 DATA BOOK

Fase dedicada à geração da pasta técnica do projeto, contendo manuais, relatórios, revisões, certificados, fotos e demais documentos. Essa pasta é organizada para entrega oficial ao cliente.

9.3.11 CONCLUÍDO

Etapa final do processo. O cliente recebe o painel e o data book, encerrando formalmente a demanda e confirmando a conclusão do projeto.

9.4 INTEGRAÇÃO ENTRE OS PROCESSOS DE PROJETOS E MONTAGEM

A execução eficiente de um painel elétrico depende diretamente da integração entre o processo de Projetos e o processo de Montagem. Embora sejam áreas distintas, ambas caminham de forma interdependente, garantindo que as definições técnicas sejam corretamente traduzidas para a fabricação física do painel.

O fluxo integrado evidencia como as etapas de documentação, desenvolvimento do projeto, revisões, aprovações e aquisição de materiais alimentam diretamente as fases operacionais da montagem, como furações, cortes, fixação de canaletas, instalação de equipamentos, identificação, fiação e barramento. Essa interação assegura que todas as decisões tomadas na fase de engenharia sejam refletidas com precisão no processo produtivo, reduzindo retrabalhos e aumentando a confiabilidade do produto final.

O fluxograma a seguir apresenta visualmente essa conexão, permitindo compreender como cada etapa influencia a seguinte e como o alinhamento entre as áreas contribui para a qualidade final do painel elétrico. Nele, é possível observar o ponto em que o processo de Projetos se encerra e onde a Montagem assume a execução, além das etapas finais de testes, documentação e entrega.

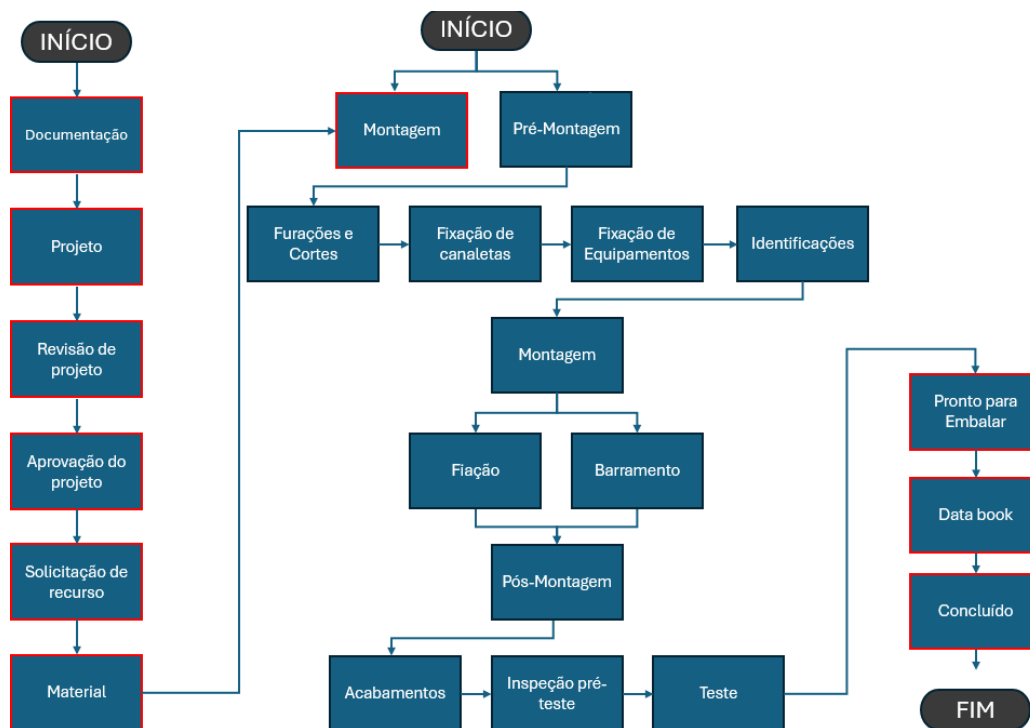


Figura 3 - Fluxograma do processo de montagem e projeto dos painéis

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

9.5 ESTRUTURA DO FLUXO DE TRABALHO NO TRELLO

Com o objetivo de padronizar, organizar e monitorar o desenvolvimento dos projetos e das atividades relacionadas à montagem de painéis elétricos, foi utilizada a plataforma Trello como ferramenta de gestão visual dos processos. O Trello permitiu estruturar um fluxo de trabalho baseado em listas, cartões e etiquetas que representam cada etapa do projeto, desde a abertura da demanda até a conclusão final.

Através dessa plataforma, foi possível criar um ambiente digital que reflete o fluxo real das operações, garantindo rastreabilidade, transparência das atividades e melhor comunicação entre as equipes de engenharia e de produção. Os cartões representam as tarefas e entregas, contendo informações como responsáveis, prazos, anexos, checklists e revisões, enquanto as listas representam o avanço das etapas dentro do processo.

Os prints apresentados a seguir ilustram a estrutura do quadro do Trello utilizado no estudo de caso, destacando como as etapas foram organizadas, como ocorre a movimentação dos cartões ao longo do processo e de que forma a ferramenta contribui para o acompanhamento do progresso e para a melhoria da maturidade em gerenciamento de processos.

9.5.1 AUTOMAÇÃO NO TRELLO

A automação no Trello foi implementada para otimizar o gerenciamento dos processos, reduzindo atividades repetitivas e garantindo maior padronização no fluxo de trabalho. Por meio do recurso Butler, foram criadas regras baseadas em gatilhos, condições e ações, permitindo que o próprio sistema execute tarefas automaticamente. Entre as automações desenvolvidas estão a criação de checklists ao iniciar novas demandas, a atribuição de responsáveis conforme o estágio do processo, o envio de notificações sobre prazos e a movimentação automática de cartões entre listas. Esse conjunto de automações contribui para a fluidez do processo, aumenta a confiabilidade e fortalece a maturidade da gestão de projetos.

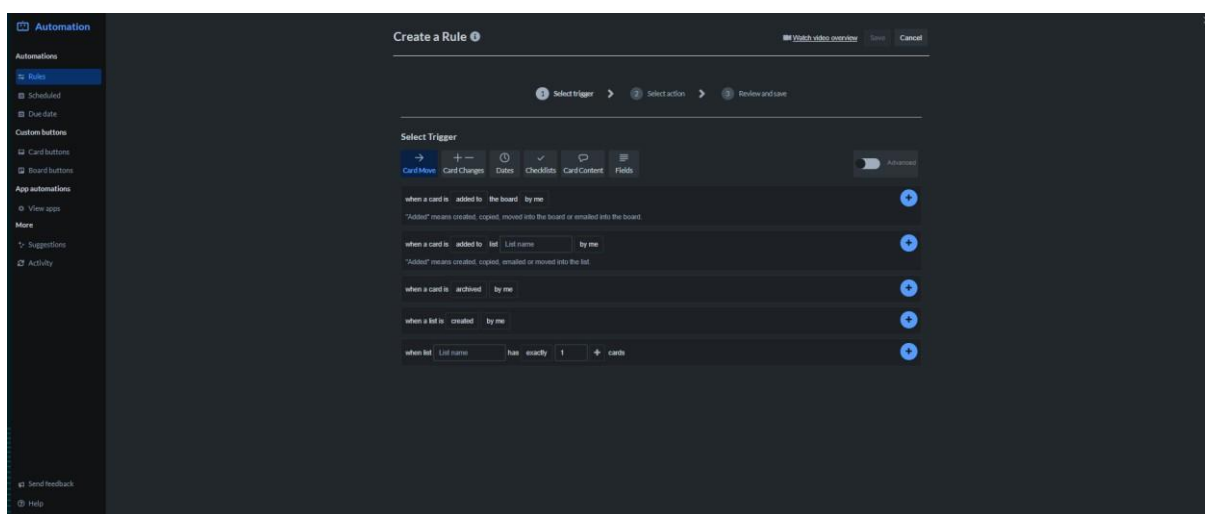


Figura 4 - Área de desenvolvimento da automação no Trello

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

9.5.2 CHECKLISTS NO TRELLO

Os checklists desempenham um papel essencial no controle das atividades e no acompanhamento do cumprimento das etapas de cada projeto. Eles foram padronizados para garantir que todas as tarefas críticas sejam executadas antes que o cartão avance no fluxo. Cada checklist é

automaticamente inserido no cartão por meio das regras de automação, garantindo uniformidade e rastreabilidade. Além disso, os checklists permitem verificar o status de execução de forma rápida, assegurando que nenhuma atividade importante seja omitida — como revisões, aprovações, registros, conferências de materiais e etapas de teste.

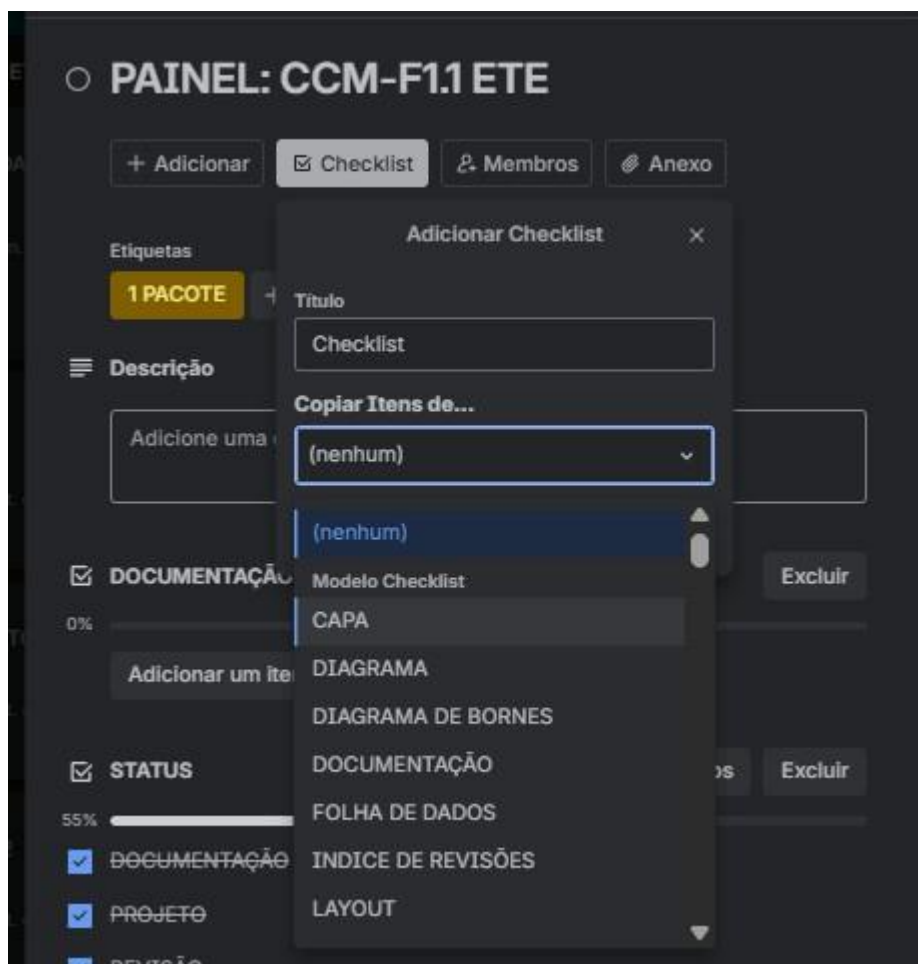


Figura 5 - Área de desenvolvimento do checklist no Trello

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

9.8 CARTÕES NO TRELLO

Os cartões representam as unidades básicas de trabalho dentro do Trello. Cada cartão corresponde a uma demanda, projeto ou etapa específica dentro do processo. Eles carregam todas as informações necessárias para execução, como descrição, responsáveis, prazo, anexos, comentários e checklists. Durante o processo, os cartões são movidos entre as listas à medida que avançam nas etapas, permitindo uma visualização clara do progresso. As automações também atuam diretamente

sobre os cartões, garantindo sua padronização e auxiliando na transição ordenada entre fases do fluxo de trabalho.



Figura 6 - Cartões no Trello

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

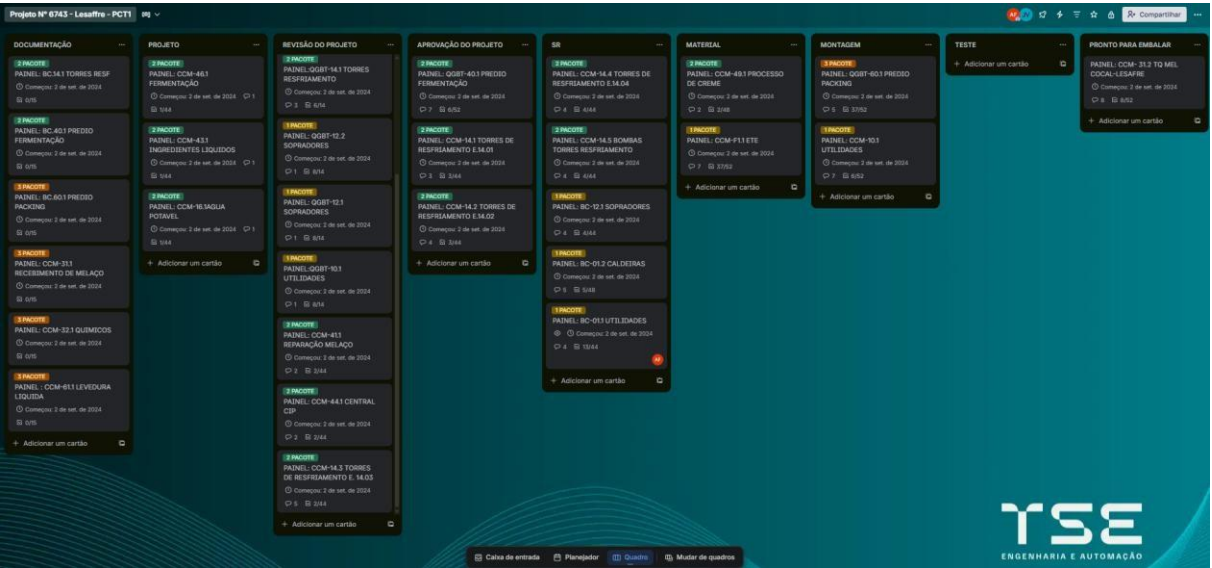


Figura 7 - Área de trabalho no Trello – parte 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

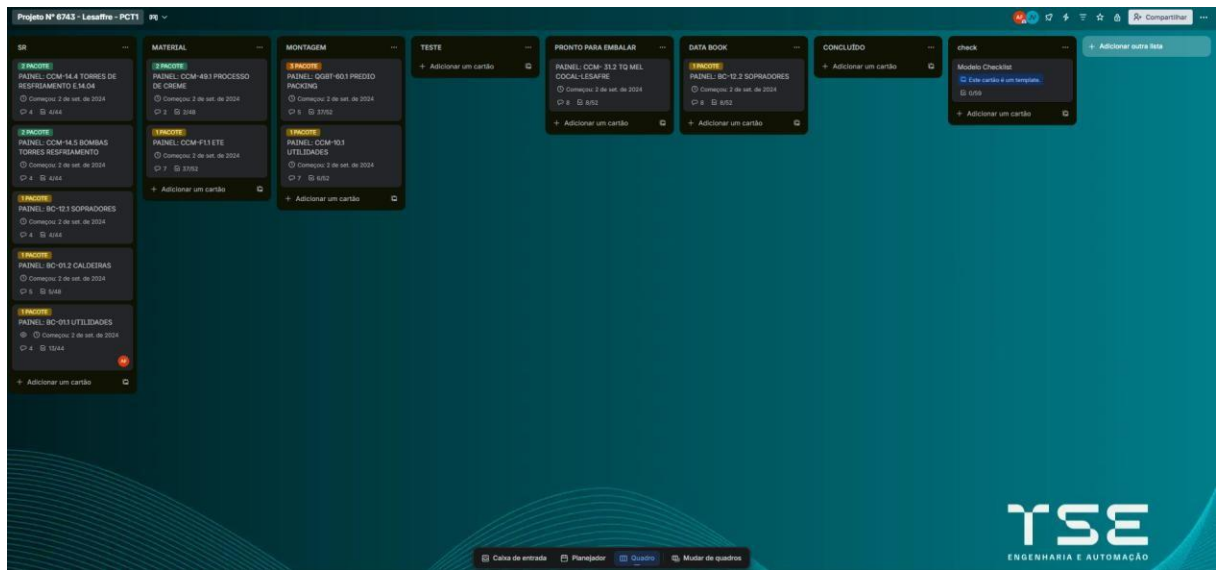


Figura 8 - Área de trabalho no Trello – parte 2

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

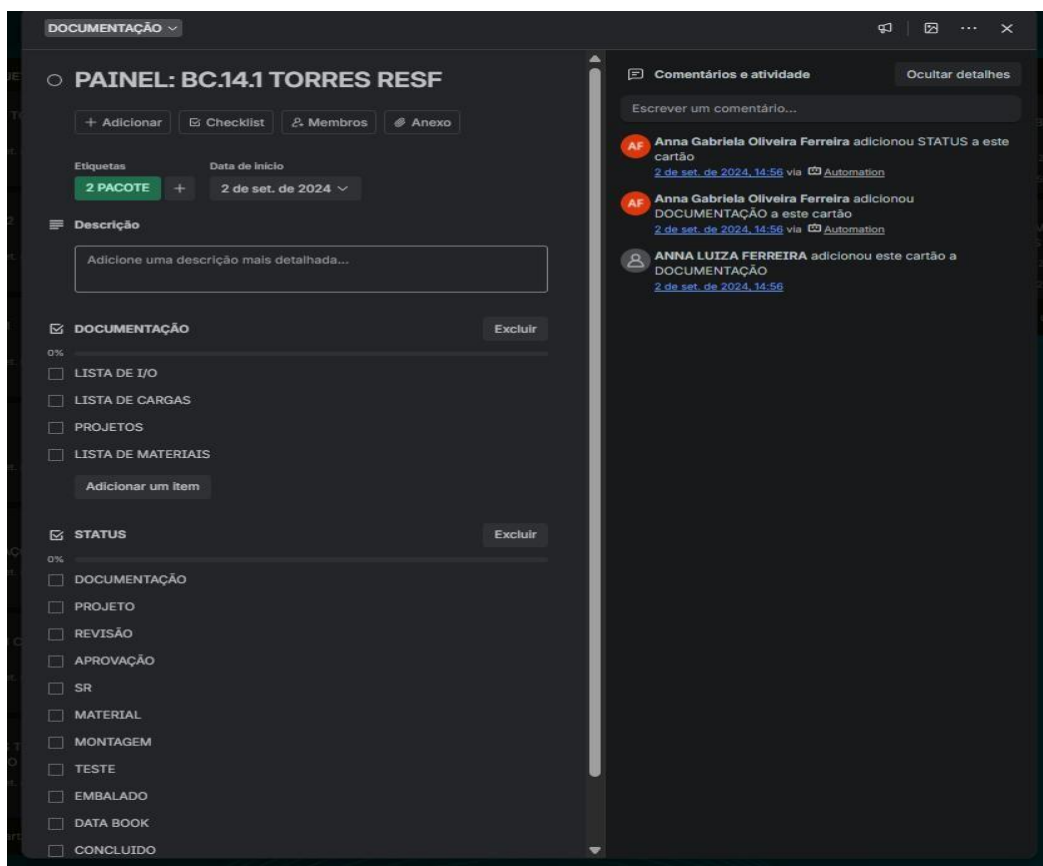


Figura 9 – Cartão no Trello etapa Documentação

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

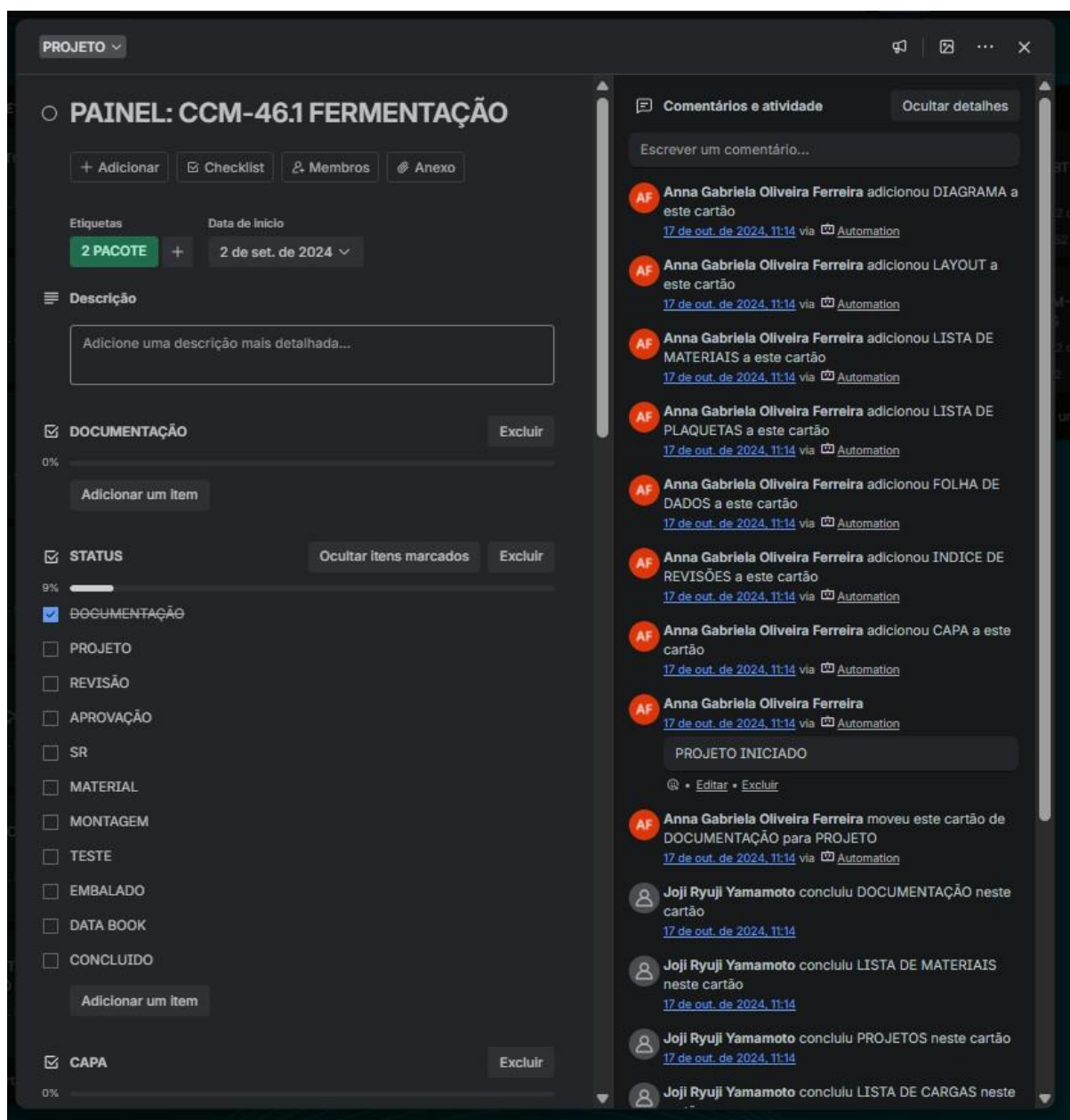


Figura 10 - Cartão no Trello etapa Projeto

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

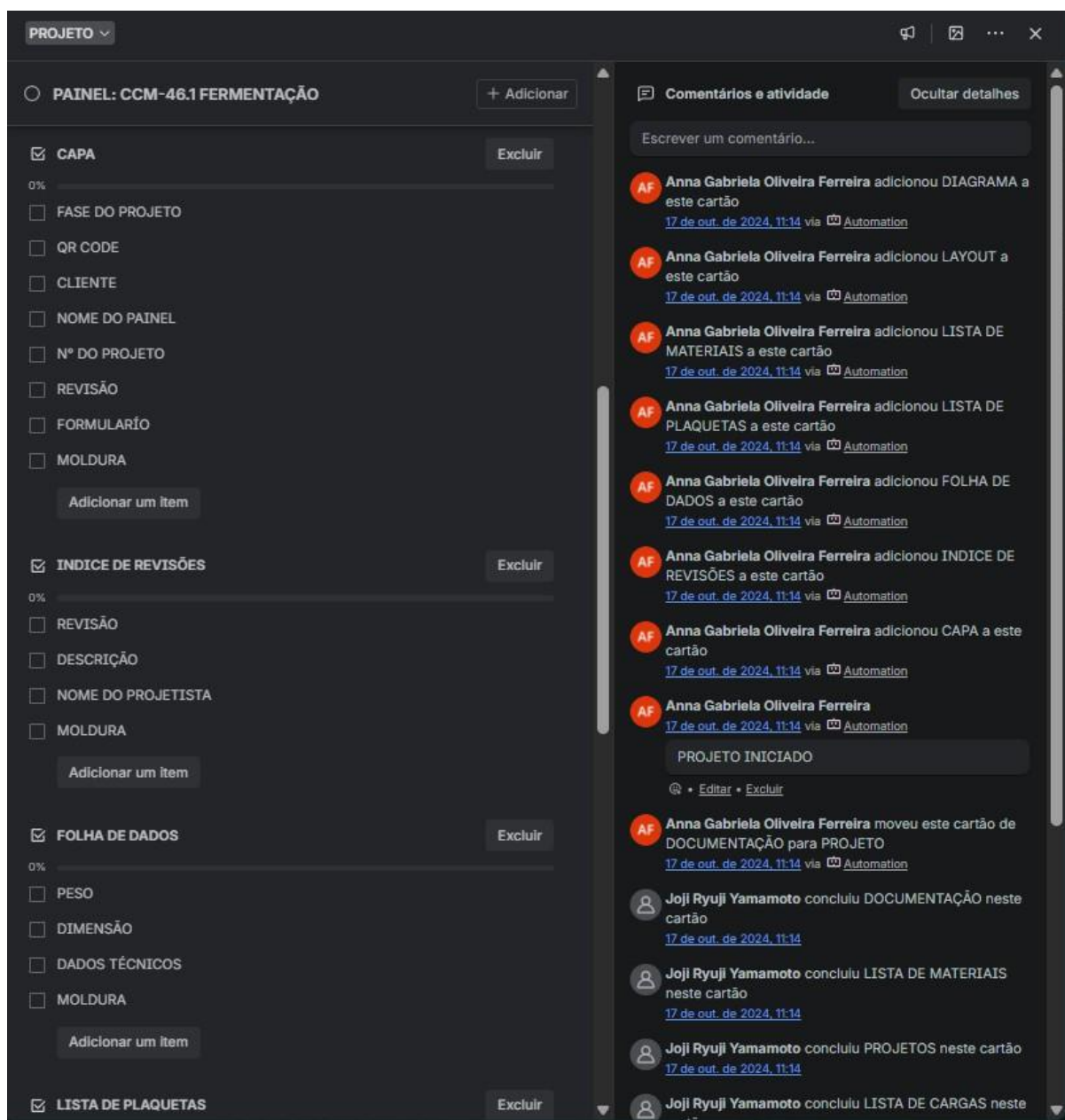


Figura 11 - Cartão no Trello etapa Projeto

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

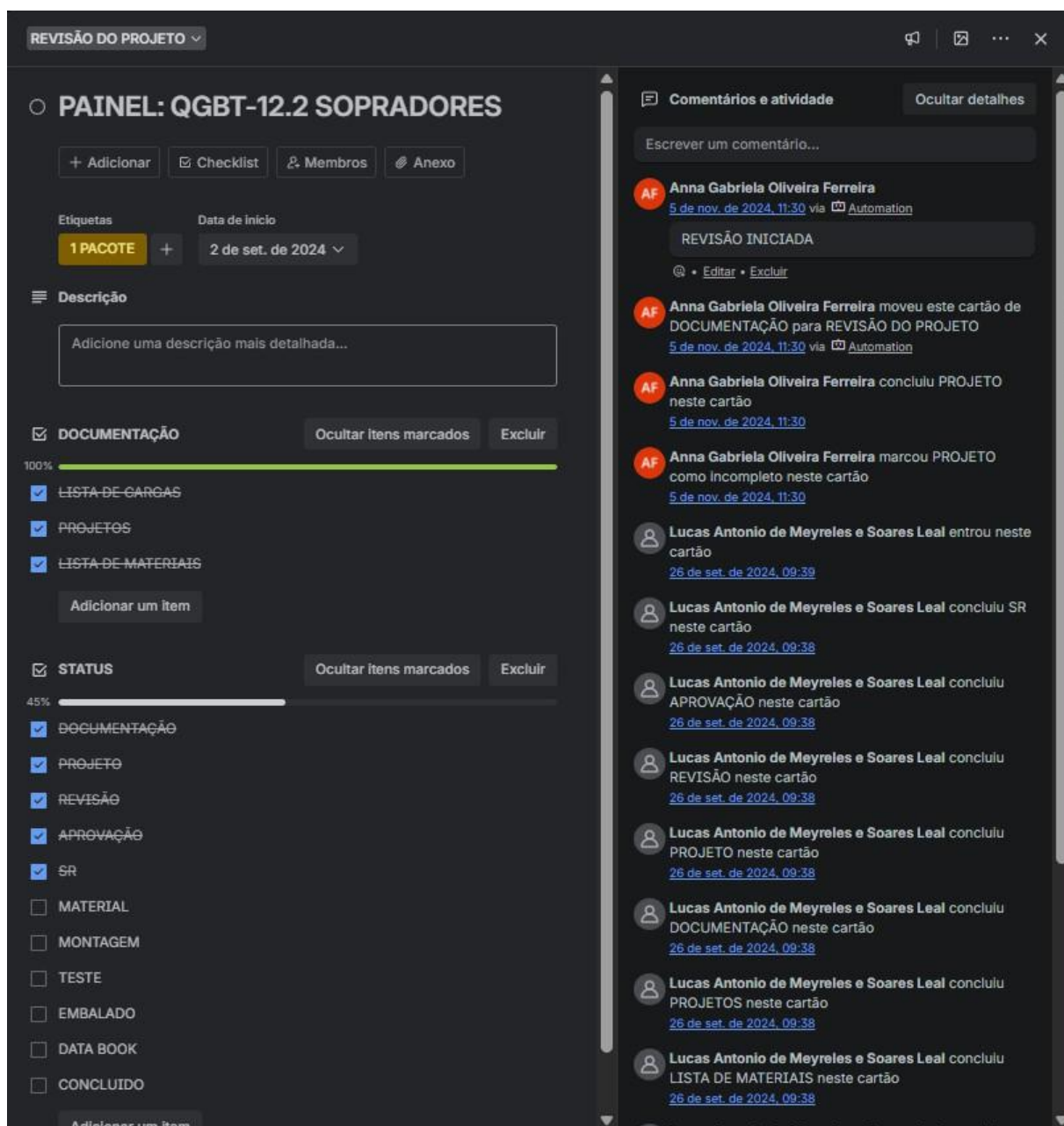


Figura 12 - Cartão no Trello etapa Projeto

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

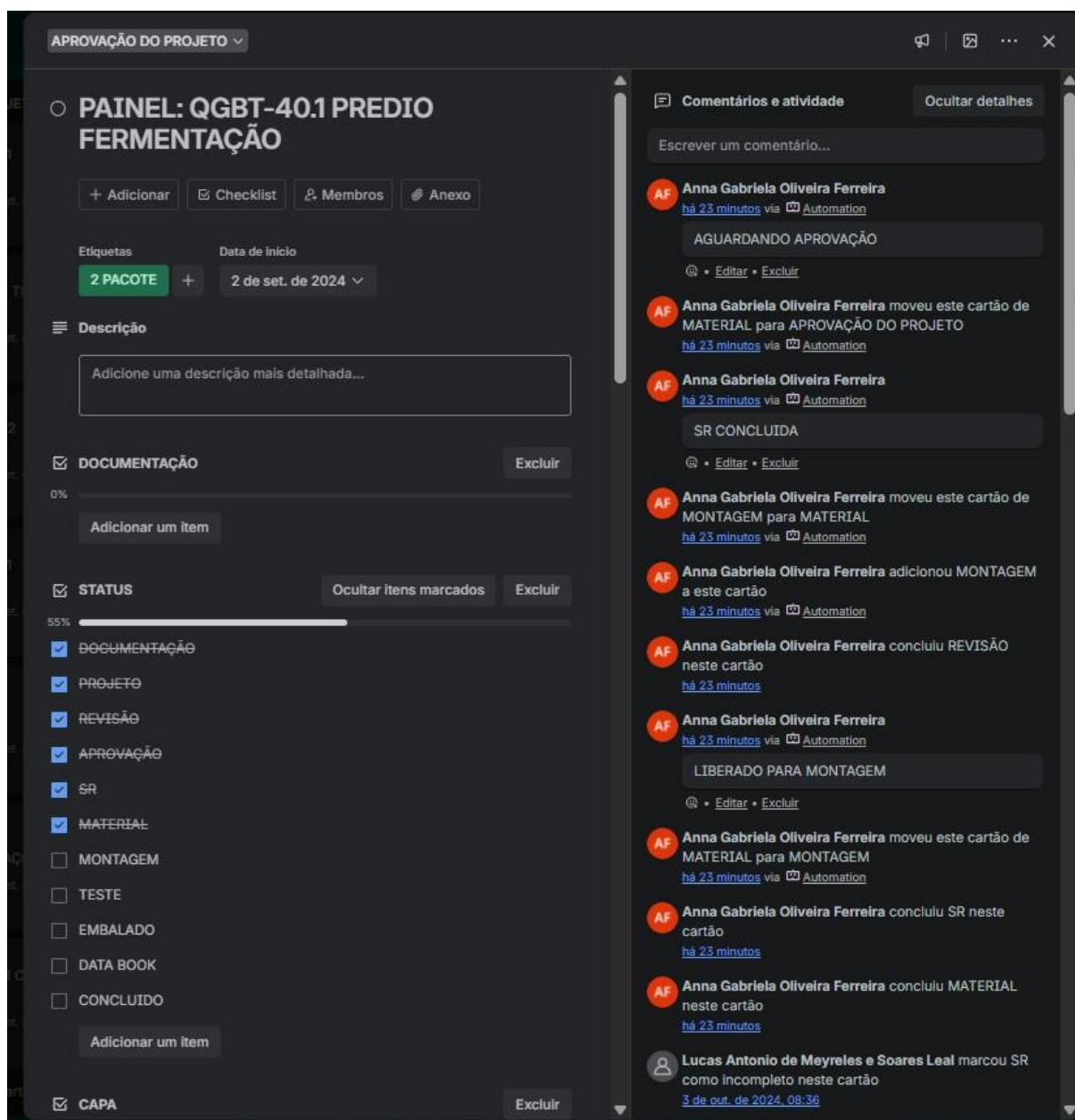


Figura 13 - Cartão no Trello etapa aprovação de projetos

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

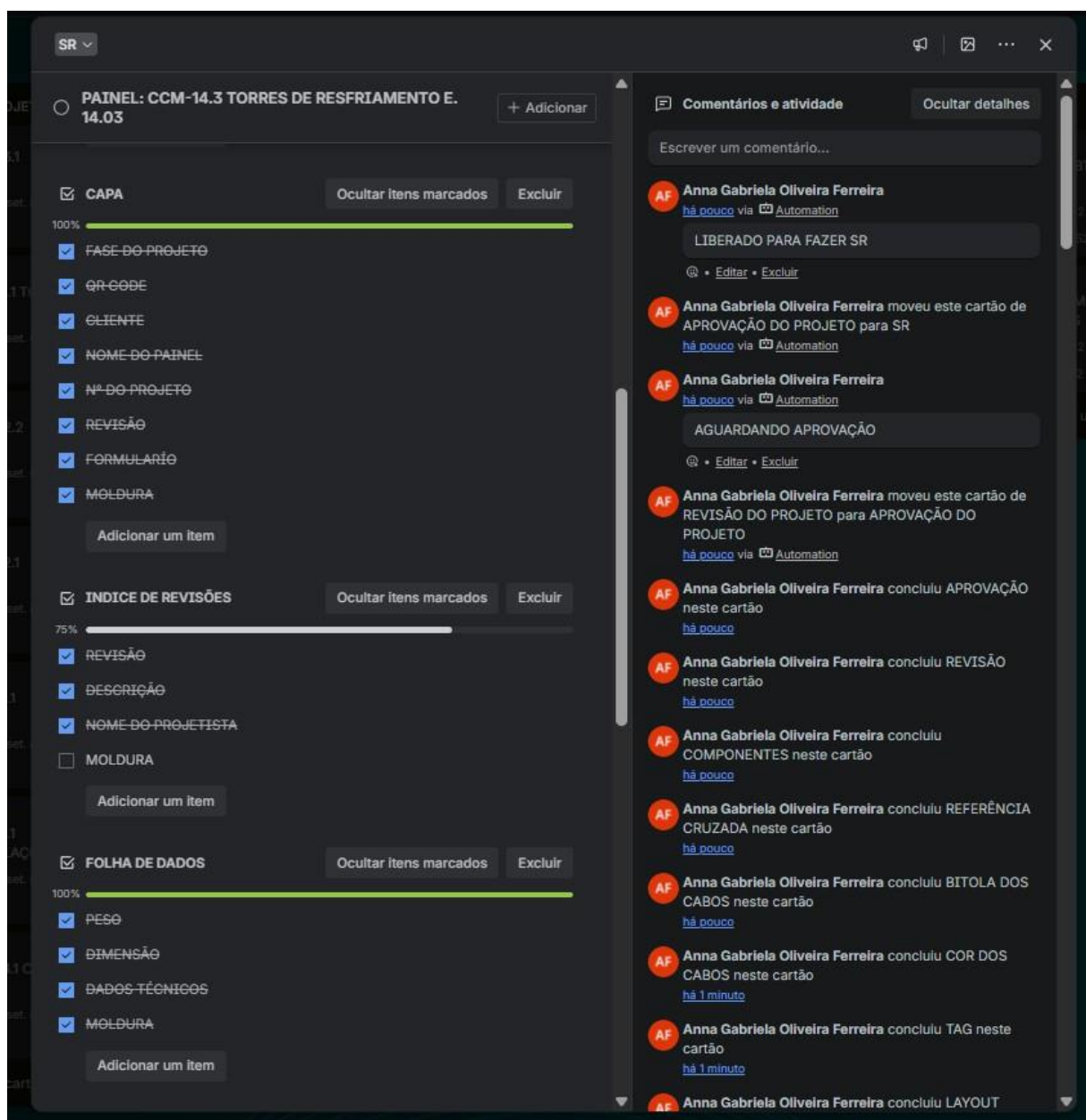


Figura 14 - Cartão no Trello etapa de solicitação de recursos

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

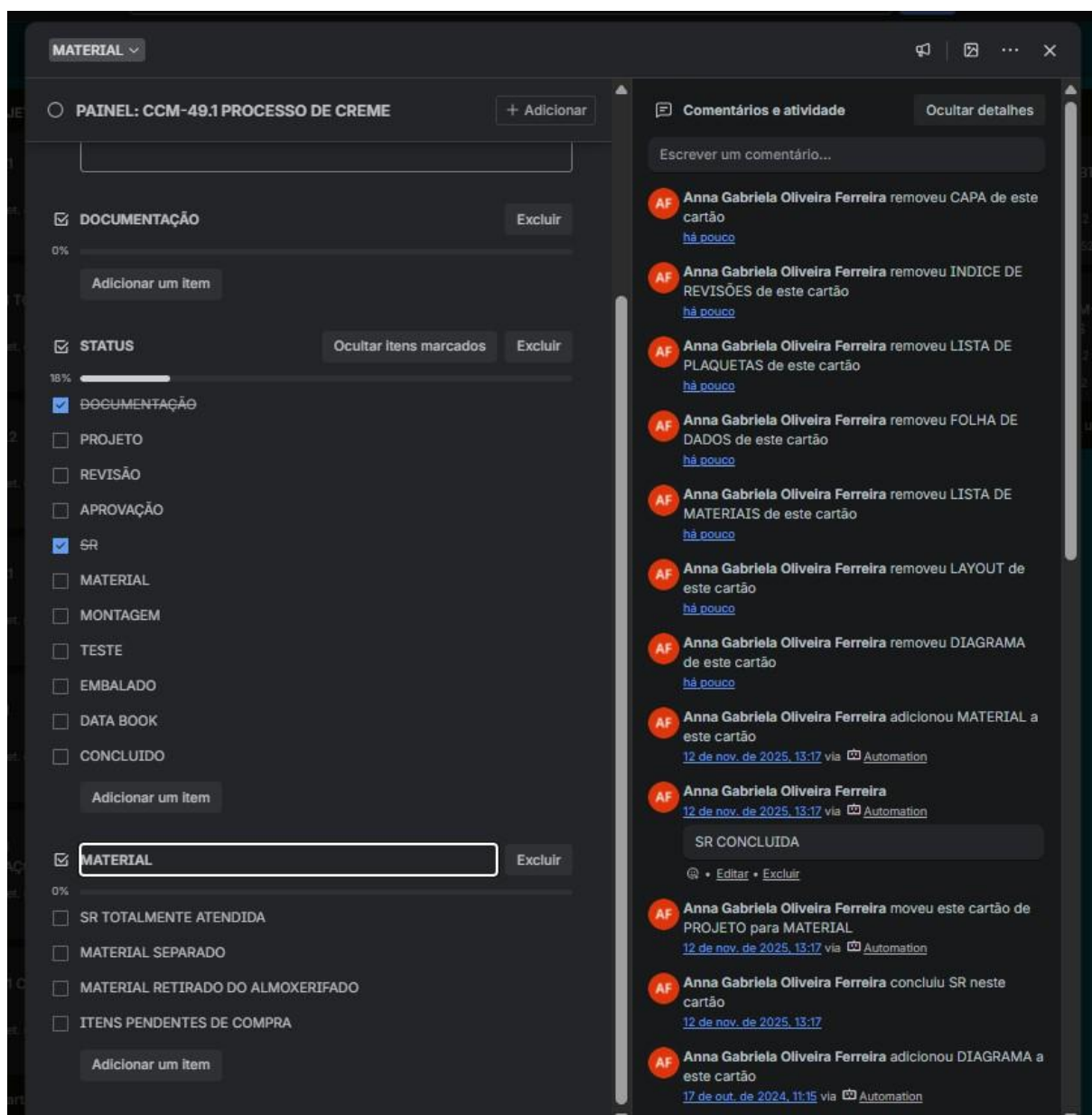


Figura 15 - Cartão no Trello etapa de Material

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

MONTAGEM

PAINEL: QGBT-60.1 PREDIO PACKING

+ Adicionar

Adicionar um item

LISTA DE PLAQUETAS

Mostrar itens verificados (3)

Excluir

100%

Todos os outros itens na checklist estão completos!

Adicionar um item

LISTA DE MATERIAIS

Mostrar itens verificados (5)

Excluir

100%

Todos os outros itens na checklist estão completos!

Adicionar um item

LAYOUT

Mostrar itens verificados (4)

Excluir

100%

Todos os outros itens na checklist estão completos!

Adicionar um item

DIAGRAMA

Mostrar itens verificados (5)

Excluir

100%

Todos os outros itens na checklist estão completos!

Adicionar um item

MONTAGEM

Excluir

0%

IMPRIMIR AS IDENTIFICAÇÃO

IMPRIMIR O PROJETO

GERAR LISTA DE TAG's

GERAR DE/PARA

Adicionar um item

Comentários e atividade

Ocultar detalhes

Escrever um comentário...

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

removeu MATERIAL de este cartão

há pouco

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

adicionou MONTAGEM a este cartão

há 20 minutos via Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

LIBERADO PARA MONTAGEM

há 20 minutos via Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

moveu este cartão de MATERIAL para MONTAGEM

há 20 minutos via Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

adicionou MATERIAL a este cartão

há 20 minutos via Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

SR CONCLUIDA

há 20 minutos via Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

moveu este cartão de SR para MATERIAL

há 20 minutos via Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

concluiu MATERIAL neste cartão

há 20 minutos

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

concluiu SR neste cartão

há 20 minutos

Lucas Antonio de Meyreles e Soares Leal

concluiu MOLDURA neste cartão

3 de out. de 2024, 08:34

Lucas Antonio de Meyreles e Soares Leal

concluiu DADOS TÉCNICOS neste cartão

3 de out. de 2024, 08:34

Lucas Antonio de Meyreles e Soares Leal

concluiu DIMENSÃO neste cartão

Figura 16 - Cartão no Trello etapa Montagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

37

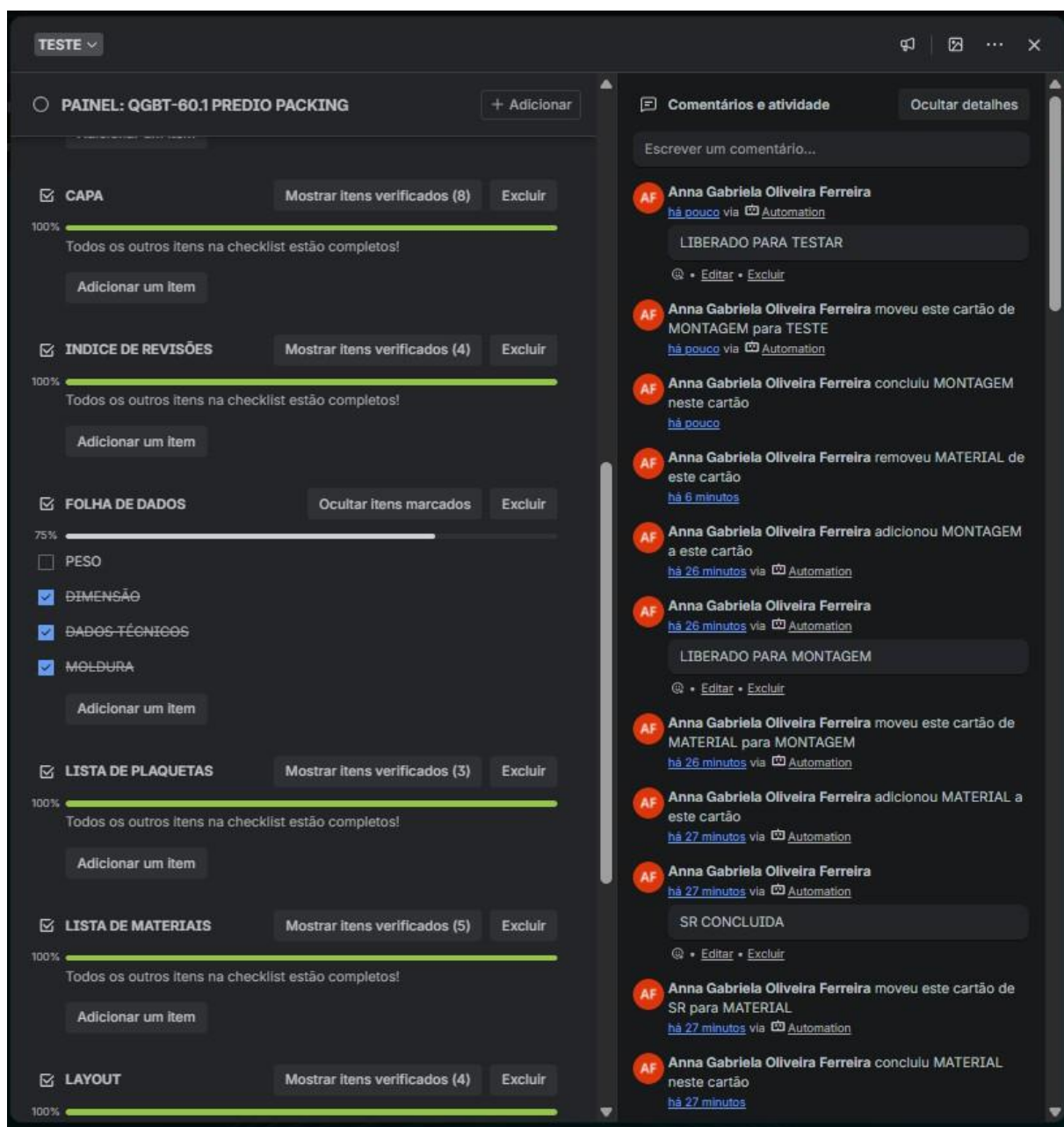


Figura 17 - Cartão no Trello etapa teste

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

PRONTO PARA EMBALAR

PAINEL: CCM-10.1 UTILIDADES

+ Adicionar

Checklist

2. Membros

Anexo

Etiquetas

1 PACOTE

Data de início

2 de set. de 2024

Descrição

Adicione uma descrição mais detalhada...

DOCUMENTAÇÃO

0%

Adicionar um item

STATUS

73%

Ocultar itens marcados

Excluir

DOCUMENTAÇÃO

PROJETO

REVISÃO

APROVAÇÃO

SR

MATERIAL

MONTAGEM

TESTE

EMBALADO

DATA BOOK

CONCLUÍDO

Adicionar um item

CAPA

0%

Excluir

Comentários e atividade

Ocultar detalhes

Escrever um comentário...

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

há pouco

via

Automation

LIBERADO PARA EMBALAR

Editar

Excluir

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

moveu este cartão de

TESTE

para PRONTO PARA EMBALAR

há pouco

via

Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

há pouco

via

Automation

LIBERADO PARA TESTAR

Editar

Excluir

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

moveu este cartão de

MONTAGEM

para TESTE

há pouco

via

Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

concluiu TESTE

neste cartão

há 1 minuto

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

concluiu MONTAGEM

neste cartão

há 1 minuto

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

adicionou MONTAGEM

a este cartão

17 de out. de 2024, 11:10

via

Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

17 de out. de 2024, 11:10

via

Automation

LIBERADO PARA MONTAGEM

Editar

Excluir

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

moveu este cartão de

MATERIAL

para MONTAGEM

17 de out. de 2024, 11:10

via

Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

adicionou MATERIAL

a este cartão

17 de out. de 2024, 11:10

via

Automation

AF

Anna Gabriela Oliveira Ferreira

17 de out. de 2024, 11:10

via

Automation

SR CONCLUÍDA

Figura 18 - Cartão no Trello etapa pronto para embalar

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

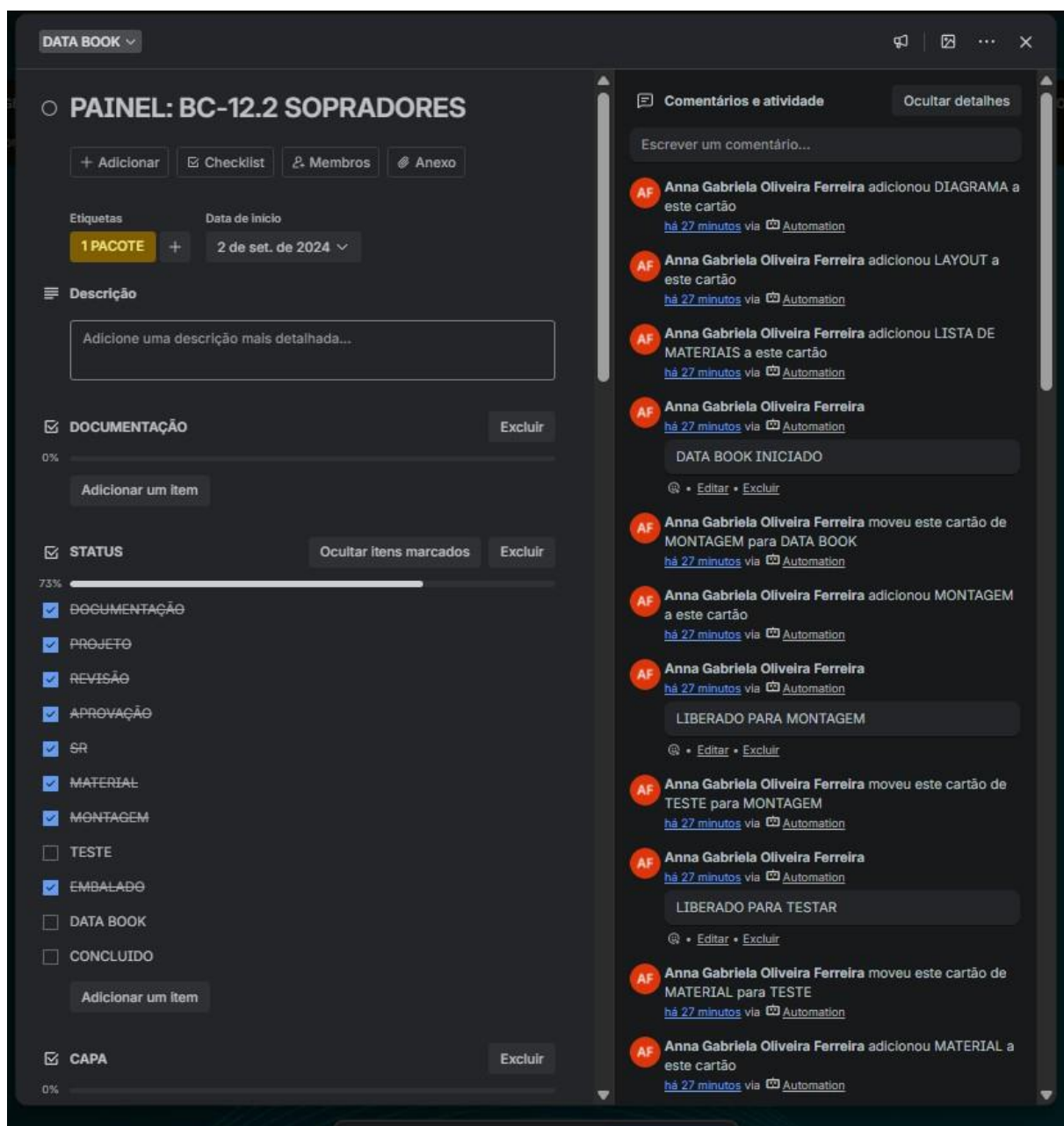


Figura 19 - Cartão no Trello etapa data book

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

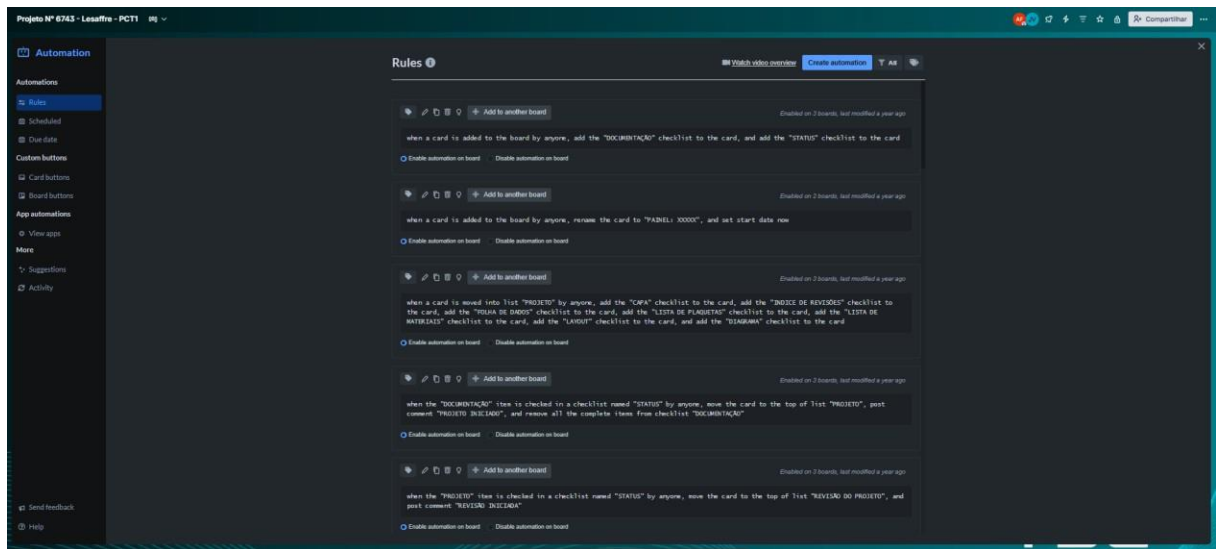


Figura 20 - Automações desenvolvidas – parte 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

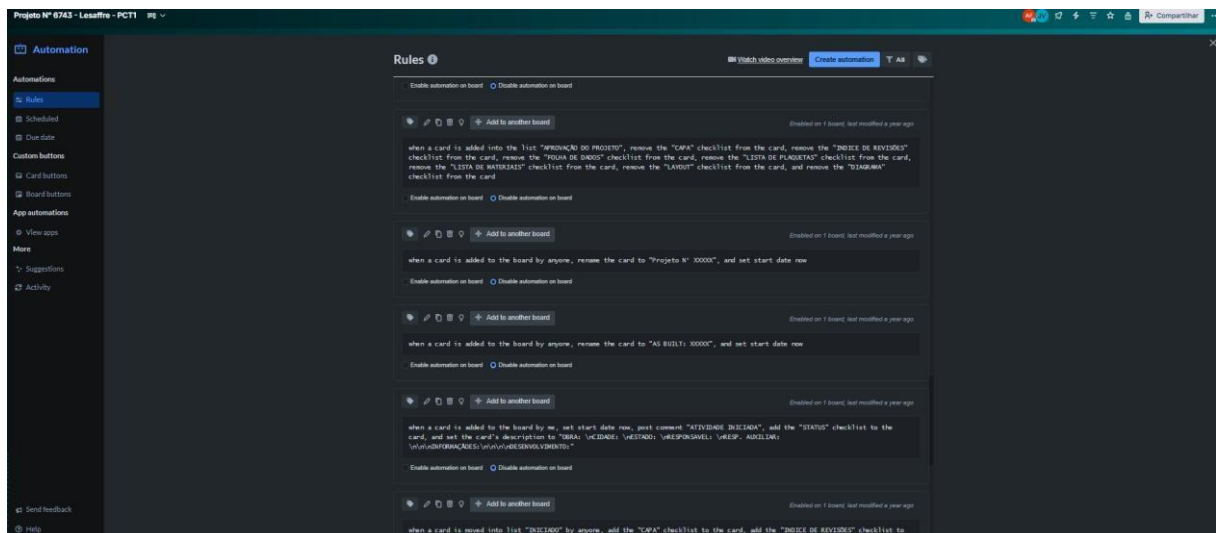


Figura 21 - Automações desenvolvidas – parte 2

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

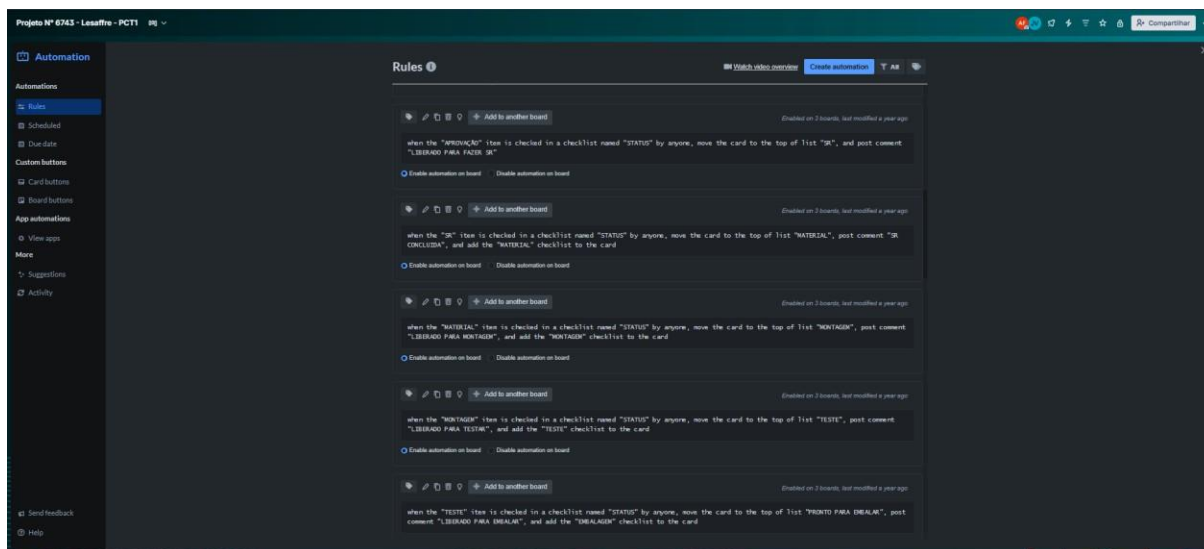


Figura 22 - Automações desenvolvidas – parte 3

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

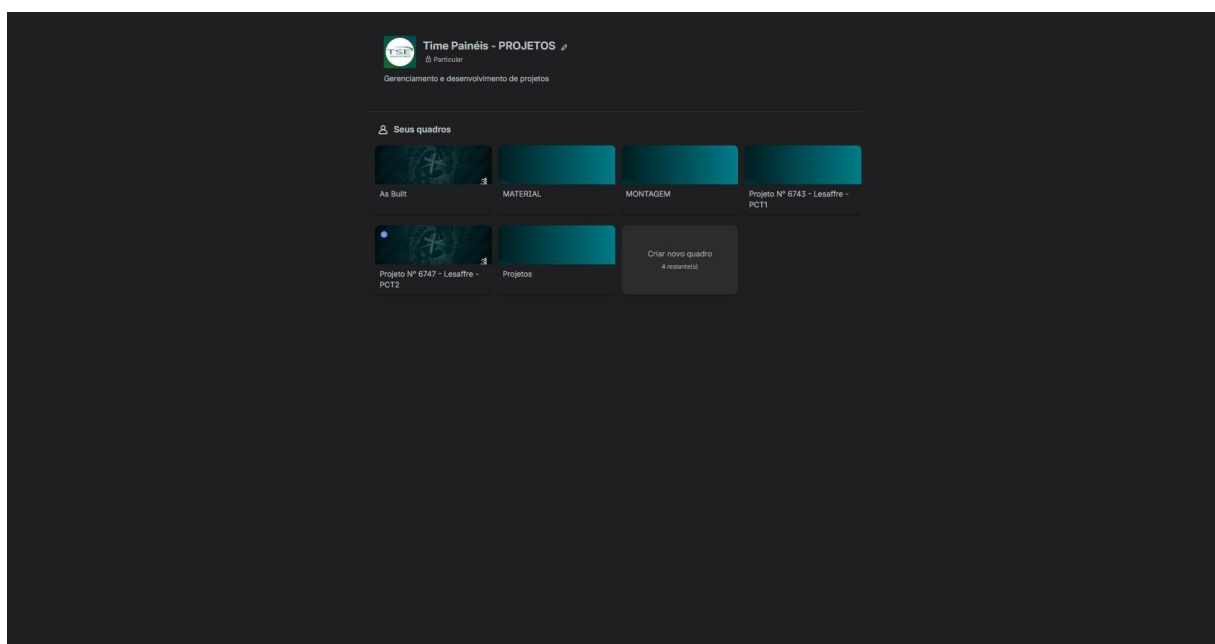


Figura 23 - Área de trabalho

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

9 CONCLUSÃO

A proposta de melhoria do desempenho no gerenciamento dos processos de montagem de painéis elétricos por meio da utilização do Trello demonstrou ser uma solução viável, eficiente e alinhada às necessidades operacionais do setor elétrico. A aplicação da plataforma como ferramenta de apoio à gestão permitiu integrar informações, padronizar fluxos e reduzir perdas decorrentes da

falta de organização e da ausência de visibilidade dos processos, aspectos frequentemente destacados na literatura de qualidade e produção enxuta.

Com base nos fundamentos apresentados por autores como Albertin e Guertzenstein (2018), Paladini (2012) e Lucinda (2010), constatou-se que a qualidade e o desempenho operacional dependem diretamente de processos estruturados, comunicação clara e controle sistemático das atividades. A aplicação de métodos tradicionais de melhoria contínua, como PDCA, 5S e FMEA, combinados ao uso de ferramentas digitais contemporâneas, mostrou-se coerente com a abordagem proposta por Ohno (1997) e Shingo (1996), que reforçam a importância da eliminação de desperdícios e do fluxo produtivo eficiente.

A análise do fluxo atual de montagem, associada ao estudo de caso, evidenciou gargalos relacionados à falta de padronização de tarefas, retrabalhos e ausência de um banco de informações confiável. A implementação do Trello, estruturado com listas, cartões, checklists e automações, contribuiu para sanar tais problemas, favorecendo o acompanhamento em tempo real, a rastreabilidade e a redução de falhas humanas — resultados em conformidade com os achados de Oliveira (2022) e Silva (2022), que destacam a eficácia do Trello no gerenciamento de atividades complexas.

Além disso, a integração entre os setores de projetos e montagem, fortalecida pela visualização compartilhada do fluxo de trabalho, reduziu significativamente a ocorrência de inconsistências técnicas, melhorando a comunicação interna. Esse aspecto vai ao encontro das recomendações de Corrêa e Corrêa (2007) e Antunes et al. (2008), que apontam a colaboração entre áreas como pilar essencial para processos produtivos robustos.

Portanto, os resultados do estudo evidenciam que a adoção do Trello como ferramenta de gestão, aliada às metodologias clássicas da qualidade, representa um avanço significativo na maturidade do processo de montagem de painéis elétricos. A proposta apresentada não apenas otimiza o fluxo operacional, como também prepara a organização para níveis mais elevados de controle, rastreabilidade e eficiência, criando uma base sólida para futuras melhorias contínuas e inovações tecnológicas.

Por fim, sugere-se que estudos futuros explorem a integração do Trello com sistemas ERP/CRM, bem como o desenvolvimento de métricas de desempenho automatizadas, ampliando ainda mais o potencial de digitalização e controle do processo produtivo.

9.REFERÊNCIAS

ALBERTIN, M.; GUERTZENSTEIN, V. Planejamento da Qualidade: Sistemas de Gestão, Técnicas e Ferramentas. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

ANTUNES, J.; ALVAREZ, R.; PELLEGRIN, I.; KLIPPEL, M.; BORTOLOTTO, P. Sistema de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 61439-1: Sistemas de painéis de baixa tensão – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR IEC 61439-2: Sistemas de painéis de baixa tensão – Parte 2: Requisitos particulares para painéis de distribuição. Rio de Janeiro, 2011.

BARNES, Ralph M. Estudo de movimentos e de tempos. 6. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1982.

BITENCOURT, C. E. P.; CATEN, C. T. Estudo de tempos e métodos na montagem de painéis elétricos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. Administração de produção e operações. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DUPPRE, Luana; et al. Utilização do ciclo PDCA para melhoria de qualidade e aumento de produtividade em uma multinacional do polo industrial de Manaus. *Research, Society and Development*, São Paulo, v. 10, n. 11, p. e216101119182, nov. 2021. ISSN 2525-3409. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19182.

FREITAS, Carlos C. G.; PEREIRA, Luciane C. B. Educação na tecnologia social: análise de experiências. *Revista Tecnologia e Sociedade*, Paraná, v. 14, n. 30, p. 105-120, jan./abr. 2018.

FRANK, Lamb. Automação Industrial na Prática. São Paulo: McGraw-Hill, 2015.

GASPAR, Anete; REDMERSKI, Isabelle Batista. Ferramentas digitais para o gerenciamento de projetos na construção civil. Curitiba, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29863/1/ferramentasdigitaisparagerenciament o.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2025.

GOMES, Gabriel Jamur. Relações contratuais de comercialização na regulação jurídica no mercado brasileiro de energia elétrica. Tese (Mestre em Direito das Relações Sociais) – Faculdade de Direito, Setor de Ciências Jurídicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

LUCINDA, M. A. Qualidade: Fundamentos e Práticas. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MARIANI, José. “O Ciclo PDCA e a Melhoria Contínua.” In. CAMPOS, Vicente Falconi. TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês). 3. ed. Rio de Janeiro: Bloch, 1992. p. 65-89.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da produção e operações. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Vitória Maria de Sá. Aplicabilidade do Trello no gerenciamento de obras: o caso de uma construtora de pequeno porte no alto sertão paraibano. Cajazeiras, 2022. Disponível em:
<https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/2470/1/TCC%20Vit%C3%B3ria%20Maria%20de%20S%C3%A1%20Oliveira.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2025.

PALADINI, Edson Pacheco. Gestão da Qualidade: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PICCHI, F. A. Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter. Disponível em:
<https://www.lean.org.br/colunas/529/entenda-os-%E2%80%9C7-desperdicios%E2%80%9D-que-uma-empresa-pode-ter.aspx>. Acesso em: 22 set. 2018.

SILVA, Cintya Jíminni Brito da. Utilização da ferramenta Trello para o desenvolvimento de artigo científico: um estudo de caso. João Pessoa, 2022. Disponível em:
https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/26686/1/CintyaJ%C3%ADminniBritoDaSilva_Dissert.pdf. Acesso em: 7 abr. 2025.

SHINGO, Shigeo. O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. 2. ed. Porto Alegre: Artmed Editora S.A., 1996. Reimpressão Bookman, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.