

PROPOSTA PARA UM MANUAL DE BOAS PRÁTICAS NA ESTRUTURA METÁLICA

João Gabriel Amaral de Andrade¹

Euclésio Giuliani²

Maico Fernando Wilges Carneiro³

Simone Merlini⁴

RESUMO

O presente trabalho busca a proposição de um Manual de Boas Práticas para a gestão da qualidade e do conhecimento no ciclo de vida das estruturas metálicas, como resposta direta aos desafios de qualificação de mão de obra e à alta variabilidade de processos identificados no setor metalmeccânico. Por meio de um estudo de caso de natureza quanti-qualitativa, realizado em uma empresa siderúrgica, foi diagnosticada a prevalência do conhecimento tácito e a ausência de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), resultando em retrabalhos endêmicos e riscos à segurança operacional. A fundamentação teórica correlacionou a Gestão do Conhecimento (Nonaka; Takeuchi, 2008) com a Padronização de Rotina (Falconi, 2013) e as exigências normativas (ABNT NBR 8800:2024 e NR 35). Os resultados empíricos, que revelaram, por exemplo, que 100% dos montadores identificam o erro de furação como o mais crítico, comprovaram a urgência de um instrumento que transformasse o conhecimento em um formato explícito e treinável. O objetivo do estudo foi integralmente alcançado ao se delimitar a estrutura, conteúdo e a base normativa para este Manual. Conclui-se que a proposta é uma solução estratégica para aprimorar a excelência da engenharia e a segurança, sendo sua necessidade comprovada pelo endosso unânime dos colaboradores à sua máxima utilidade para o setor.

Palavras-chave: Padronização. Estruturas Metálicas. Gestão da Qualidade. Procedimentos Operacionais Padrão. Padronização. Conhecimento Tácito.

1 INTRODUÇÃO

Apesar de sua ampla utilização desde a Revolução Industrial, a estrutura metálica representa um método construtivo relativamente recente na história da construção civil. Tais estruturas podem ser constituídas inteiramente de aço ou de sistemas mistos, que combinam elementos metálicos com outros materiais, mais comumente o concreto. Conforme enfatizado por Pfeil (2009), uma estrutura metálica é um conjunto de elementos conectados por parafusos, rebites ou solda, que, unidos, formam um sistema sólido e estável para a sustentação da edificação. A precisão dimensional e as particularidades técnicas dessas estruturas exigem um detalhamento de projeto minucioso.

¹ Graduando (a) em Engenharia Mecânica (UCEFF, 2025). E-mail: gabi.amaral.andrade@gmail.com.

² Mestre em Projetos e Processos de Fabricação – (UPF). E-mail: euclesio@uceff.edu.br.

³ Docente da UCEFF Faculdades.

⁴ Docente da UCEFF Faculdades.

Esse rigor se justifica, pois, como apontam Xerez Neto e Cunha (2020), cada peça possui limitações de seção transversal e comprimento, fatores diretamente atrelados à logística de transporte. Consequentemente, cada projeto é concebido a partir de especificações precisas e das necessidades claras de sua aplicação final.

No contexto dos projetos de infraestrutura, a engenharia mecânica exerce uma influência significativa, e as estruturas metálicas consolidaram-se como uma solução predominante para uma vasta gama de edificações e instalações industriais, especialmente para cobrir grandes vãos sem apoios intermediários. Contudo, para que o potencial máximo dessas estruturas seja alcançado, garantindo sua integridade e durabilidade, é imprescindível que todas as etapas (detalhamento, fabricação e montagem) sejam executadas sob critérios rigorosos. Este trabalho foca no ambiente de uma empresa siderúrgica do setor metalmeccânico que se destaca pela produção de estruturas de médio a grande porte (Carvalho; Barreto; Silva, 2018).

Nesse cenário industrial, o controle de qualidade interno é imprescindível para a operação, exigindo que os *stakeholders* estejam aptos a gerenciar cenários adversos. As normas técnicas, em constante atualização, orientam sistemas que, quando implementados, são cruciais para a melhoria contínua e a geração de diferenciais competitivos. O registro de informações e a documentação de procedimentos são essenciais para padronizar a execução das atividades, promovendo controle, produtividade e a garantia da qualidade (Rodrigues; Almeida, 2021).

Contudo, a falta de um documento consolidado de boas práticas pode gerar inconsistências, retrabalhos e, mais criticamente, comprometer a segurança operacional e a qualidade final da estrutura, ocasionando perdas consideráveis. Essa lacuna impacta diretamente a uniformidade dos procedimentos e a capacitação contínua dos profissionais, que, muitas vezes, não possuem familiaridade com a interpretação de projetos complexos. Diante disso, surge a seguinte questão-problema: **Quais diretrizes e procedimentos podem ser propostos para a elaboração de um manual de boas práticas que assegure a qualidade e a conformidade técnica no processo de detalhamento, fabricação e montagem de estruturas metálicas, minimizando falhas e não conformidades nos produtos finais?**

Buscando responder a essa questão, o presente trabalho tem como objetivo geral propor um manual de boas práticas para a garantia da qualidade nas etapas de detalhamento, fabricação e montagem de estruturas metálicas. Para alcançar tal propósito, foram definidos os seguintes objetivos específicos: analisar o processo em uma empresa siderúrgica para padronizá-lo; otimizar a integração de novos colaboradores; e facilitar a transmissão de conhecimento, visando à minimização de não conformidades e à excelência da qualidade.

A justificativa para esta pesquisa reside nos desafios persistentes do setor, como a expansão rápida e a necessidade de integrar novos colaboradores sem diretrizes claras. A padronização é um pilar das normas de gestão, e a importância de processos claros é corroborada pela literatura. Oviedo, *et al.* (2020), a padronização de processos no ambiente industrial, alcançada com a criação de Procedimentos Operacionais Padrões (POPs), representa um instrumento de grande valor na gestão da qualidade e na promoção da melhoria contínua. Espera-se, portanto, que a proposição deste manual contribua para a elevação do nível técnico dos profissionais e para a redução de não conformidades, garantindo a excelência e a segurança nas operações da empresa analisada.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A engenharia mecânica no setor industrial é essencial e abrangente, principalmente no que tange as estruturas metálicas. Ainda que a construção de estruturas metálicas continue a ser a principal responsável pelo projeto e dimensionamento, a mecânica atua também em diversas fases, desde a concepção até a fabricação e a montagem (Silva, 2021).

Segundo Silva (2021), um engenheiro mecânico possui conhecimento aprofundado sobre materiais, processos de fabricação, mecânica dos sólidos e termodinâmica, o que é necessário para o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficientes na indústria. De acordo com Giacomolli (2018), na construção industrial, essa expertise se manifesta na otimização de processos de fabricação, como corte, dobra, soldagem e usinagem, que são etapas necessárias para a produção de componentes de estruturas metálicas.

2.1 ESTRUTURAS METÁLICAS: CONCEITOS E CARACTERÍSTICAS

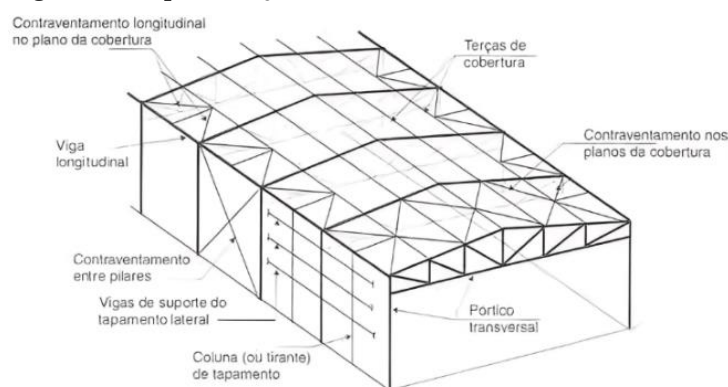
Conceitualmente, a estrutura metálica é um grupo de peças e elementos como pilares, vigas, treliças e lajes que, conectados entre si, formam um esqueleto resistente capaz de suportar cargas e transmitir esforços ao solo (Xerez Neto; Cunha, 2020).

As estruturas metálicas se distinguem por um conjunto de características que lhes conferem uma posição de destaque na construção Industrial conforme enfatiza Pfeil e Pfeil (2018). A elevada relação resistência-peso do aço viabiliza a construção de edificações leves e com grandes vãos úteis o que torna interessante para projetos que necessitam de um grande espaço livre, essa vantagem não apenas reduz o custo das fundações, mas também agrega agilidade ao transporte e à montagem das estruturas assim é defendido por Silva e Salomão

(2022), adicionalmente, quando devidamente protegidas contra a corrosão a durabilidade se torna um diferencial, assegurando uma longa vida útil.

Um galpão metálico é contemplado como um sistema estrutural estático, no qual cada componente tem um papel específico para estabilidade e resistência, conforme ilustrado na Figura 1. A estrutura principal é formada por pórticos de pilares e vigas, que sustentam as cargas verticais. Sobre eles, são colocadas as tesouras, estruturas triangulares que recebem a carga da cobertura. Posteriormente, as terças, que são peças secundárias sobre as tesouras, dando suporte às telhas. Para manter a estabilidade contra forças horizontais, como o vento, o sistema é rigidamente reforçado por contraventos e diagonais, que formam triangulações essenciais, mantendo a formação íntegra (Pfeil; Pfeil, 2018).

Figura 1 – Representação de Estrutura Metálica



Fonte: Pfeil e Pfeil (2018, p. 33).

A precisão dimensional, obtida por meio da fabricação em um ambiente industrial controlado, acelera o cronograma da obra e minimiza a necessidade de ajustes em campo quando a mesma acontece com um controle minucioso, tal rapidez, combinada com a flexibilidade para sobressair grandes vãos e a esbeltez de seus perfis, entrega uma ampla liberdade arquitetônica e otimiza o uso do espaço construído. Além disso, o aço é um material integralmente reciclável e reforça o valor dessas estruturas ao contribuir significativamente para a diminuição do impacto ambiental na construção (CBCA, 2019).

2.1.1 O ciclo de vida do projeto de estruturas metálicas

A etapa completa da fabricação de um projeto de estruturas metálicas é um processo complexo que irá envolver várias etapas que são interconectadas, desde a concepção inicial até a entrega final da obra. Cada fase exige conformidade com normas, atenção meticulosa aos

detalhes e uma gestão de qualidade rigorosa para assegurar o sucesso e a eficiência do projeto (Carvalho; Barreto; Silva, 2018). As principais etapas são descritas em:

Projeto Arquitetônico e Estrutural: Inicia-se com a elaboração do projeto arquitetônico, que define o layout e a estética da edificação. Paralelamente, ou logo em seguida, o projeto estrutural é desenvolvido por engenheiros, que dimensionam os elementos da estrutura metálica de acordo com as cargas esperadas e as normas técnicas mais recentes aplicáveis, como a ABNT NBR 8800. Esta fase envolve a seleção dos perfis, a definição das ligações e a elaboração dos cálculos estruturais (Carvalho; Barreto; Silva, 2018).

Detalhamento Técnico (Projeto de Fabricação): Após a aprovação do projeto estrutural, ocorre o detalhamento. Esta é uma fase crítica onde os desenhos de montagem e fabricação são gerados, com todas as informações necessárias para a produção das peças e sua posterior união. Inclui a listagem de materiais, as dimensões exatas de cada componente, os detalhes das conexões (soldas, parafusos), furações e especificações de acabamento (Furtado; Andrade; Silva, 2020).

Fabricação: nesta etapa, as peças metálicas são produzidas em uma fábrica ou oficina. Os processos incluem corte (a laser, plasma ou oxicorte), conformação (dobra), furação, soldagem dos componentes menores (subconjuntos) e tratamento de superfície (jateamento, pintura, galvanização). O controle de qualidade é indispensável para assegurar que as peças atendam às especificações do detalhamento, reduzindo desvios dimensionais e defeitos (Furtado; Andrade; Silva, 2020).

Transporte: as peças fabricadas são transportadas do local de produção para o canteiro de obras. Esta etapa requer um plano de logística, para que seja otimizado o carregamento, descarregamento e sequenciamento das peças, evitando danos e atrasos (CBCA, 2019).

Montagem: durante a montagem no canteiro, os elementos e conjuntos metálicos são posicionados e fixados conforme o croqui de montagem realizado após os projetos de fabricações. Esta fase abrange o uso de equipamentos de elevação, como guindastes, e a execução de ligações aparafusadas ou soldadas. A segurança é um aspecto primordial, exigindo a aplicação rigorosa de normas sendo as principais Normas Regulamentadoras (NR) a 18 e a NR 35. A precisão do detalhamento e da fabricação impacta diretamente a facilidade e a velocidade da montagem (CBCA, 2019).

Inspeção e entrega: após a montagem, a estrutura é inspecionada para verificar a compatibilidade com o projeto, a qualidade das soldas e conexões, e a segurança geral. Uma

vez aprovada, a estrutura está pronta para as próximas fases da construção do edifício (Furtado; Andrade; Silva, 2020).

2.2 A QUALIFICAÇÃO DA MÃO DE OBRA E A TRANSMISSÃO DE CONHECIMENTO

Como aponta Vieira (2016), a busca pela excelência na produção e na entrega de serviços é uma constante na indústria moderna. O gerenciamento da qualidade e a padronização de processos emergem como suportes fundamentais para atingir esses objetivos, especialmente em setores complexos, como o de estruturas metálicas, a padronização dos processos produtivos favorece a melhoria contínua em indústrias metalmeccânicas (Pinto *et al.*, 2020).

2.2.1 Desafios na capacitação de novos colaboradores

A capacitação de novos colaboradores representa um dos maiores desafios para as empresas, particularmente em indústrias que demandam conhecimentos técnicos específicos e experiência prática, como o ramo metalmeccânico (Dessbesell e Pereira, 2022). Além disso, a falta de experiência dos recém-chegados pode levar a uma curva de colaboradores sem a qualificação necessária para atuar, com impactos potenciais na qualidade final dos projetos, fabricações e estruturas além da produtividade não se comparar com alguém que já atua na prática a um certo período (Chiavenato, 2014). Entre os principais desafios, destacam-se:

Déficit de conhecimento técnico: Novos colaboradores frequentemente não tem o vocabulário técnico necessário para a área, o que dificulta a compreensão das instruções e dos procedimentos (Estevam, 2018).

Dificuldade na leitura e entendimento de projetos: a leitura de desenhos técnicos e projetos estruturais exige habilidades específicas que não são inatas e demandam treinamento e prática. A interpretação errônea pode levar a erros graves nas fases de detalhamento, fabricação e montagem (Furtado; Andrade; Silva, 2020).

Inexperiência em práticas seguras: as operações na indústria metalmeccânica, como soldagem, corte e trabalho em altura, envolvem riscos significativos. Novos colaboradores podem não ter o conhecimento ou a experiência necessária para executar as tarefas de forma segura, o que eleva o risco de acidentes de trabalho, de acordo com Ferreira (2019), o cumprimento rigoroso da NR 35 é um fator intrínseco para garantir a segurança dos colaboradores que realizam atividades em altura.

Lacuna entre teoria e prática: embora possam ter formação teórica, muitos recém-chegados não tem a experiência prática desejada para aplicar esse conhecimento em situações reais de produção (Dessbesell; Pereira, 2022).

Variabilidade nos métodos de trabalho: a ausência de um manual ou procedimento padronizado pode levar cada novo colaborador a aprender de forma assistemática, baseando-se em observações ou em orientações verbais que podem variar entre os profissionais mais experientes Falconi (2013).

A formalização do conhecimento prático de profissionais experientes, através de um manual, torna-se uma estratégia eficaz para superar esses desafios e é essencial para a inovação e a competitividade empresarial, essa abordagem permite a transferência sistemática do saber-fazer, tornando a integração dos novos colaboradores mais rápida e garantindo a consistência na execução de tarefas (Terra, 2018). O treinamento e desenvolvimento de pessoal são reconhecidos como ferramentas importantes para melhorar a performance e garantir a qualidade dos processos na indústria (Dessbesell; Pereira, 2022).

2.2.2 A importância da gestão do conhecimento

A gestão do conhecimento é um processo estratégico que envolve a criação, aquisição, organização, armazenamento, disseminação e utilização do conhecimento dentro de uma organização. Em ambientes industriais que são dinâmicos e tem uma tecnologia avançada, como a fabricação de estruturas metálicas, a gestão do conhecimento surge como um fator determinante para a competitividade e a inovação (Terra, 2018). O conhecimento pode ser separado em duas seções principais:

Conhecimento explícito: é o conhecimento que pode ser codificado de forma fácil e rápida, sendo articulado e transmitido por meio de documentos, manuais, bancos de dados e procedimentos (Terra, 2018). O manual de boas práticas proposto neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) é um exemplo de formalização do conhecimento explícito.

Conhecimento tácito: refere-se ao conhecimento pessoal, intuitivo, baseado na experiência e que é complexo de transmitir e formalizar. Está enraizado nas experiências e habilidades dos indivíduos, como a "sensibilidade" de um soldador experiente ou o olhar crítico de um inspetor de qualidade (Nonaka; Takeuchi, 2008).

A gestão correta dos conhecimentos detém vários benefícios, podemos destacar estes:

Capacitação e desenvolvimento: facilita a aprendizagem organizacional, permitindo que novos colaboradores adquiram o conhecimento necessário de forma estruturada e eficiente (Mazur; Gomes, 2020).

Preservação do conhecimento: irá evitar o desperdício do conhecimento adquiridos por funcionários experientes quando se aposentam ou deixam a empresa, transformando o conhecimento tácito em explícito o que o torna acessível a todos (Nonaka; Takeuchi, 2008).

Melhoria contínua e inovação: ao compartilhar e reaproveitar o conhecimento adquirido, as empresas podem observar como melhorar as práticas, otimizando processos e promovendo a inovação (Terra, 2018).

Tomada de decisão otimizada: o acesso rápido e fácil a informações e conhecimentos relevantes permitem que os gestores e equipes optem por decisões inteligentes e estratégicas (Terra, 2018).

Redução de erros e retrabalhos: a formalização e a disseminação de boas práticas diminuem a ocorrência de falhas operacionais e a ação de fazer novamente o trabalho, elevando a eficiência e a qualidade (Falconi, 2013).

A implementação de um manual que contenhas ensinamentos para as boas práticas funciona como uma ferramenta concreta de gestão do conhecimento, traduzindo as experiências e as melhores práticas dos profissionais para um formato acessível e treinável, isso é crucial para enfrentar o desafio empresarial de organizar e disseminar o conhecimento, contribuindo diretamente para a padronização e o avanço contínuo nos processos de detalhamento, fabricação e montagem de estruturas metálicas (Nonaka e Takeuchi, 2008)

2.3 GESTÃO DA QUALIDADE E PADRONIZAÇÃO DE PROCESSOS

A gestão de processos constitui um instrumento essencial para agregar a eficiência e eficácia organizacional, através de análise, otimização e acompanhamento contínuo das atividades de negócio. Nesse contexto, é importante assumir um papel estratégico tanto na promoção da excelência operacional quanto na capacidade de adaptação das organizações frente às transformações do mercado (Vom Brocke; Rosemann, 2015).

No Brasil, a gestão de processos apresenta avanços significativos ao longo dos últimos anos, acompanhando o movimento de globalização e as crescentes exigências por produtividade e qualidade que são exigidas. As empresas brasileiras, inicialmente, recorreram a práticas como o Total Quality Management (TQM) e, em seguida, passaram a incorporar metodologias mais sofisticadas, a exemplo do Six Sigma e do Lean (Campos, 1992).

O fluxograma é uma ferramenta basilar para a Gestão de Processos de Negócios (*Business Process Management – BPM*), pois permite a representação gráfica e sequencial de qualquer atividade ou rotina produtiva. Sua função primordial é traduzir o funcionamento de um processo complexo, desde o ponto de partida até o resultado final, identificando a sequência lógica das tarefas, os responsáveis e, crucialmente, os pontos de decisão e os gargalos de comunicação. Ao mapear o processo na situação *As-Is* (como está), o fluxograma serve como um instrumento diagnóstico essencial para identificar redundâncias e desperdícios, fornecendo a base para a otimização e a subsequente padronização do processo no estado *To-Be* (como deve ser) (Vom Brocke; Rosemann, 2015). Dessa forma, a clareza visual proporcionada pelo fluxograma é indispensável para a criação de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), garantindo que a execução do trabalho seja uniforme e compreensível por todos os *stakeholders*.

2.3.1 Princípios da gestão da qualidade na indústria

A gestão de qualidade é uma forma de conduta sistemática que tem o objetivo de garantir que os produtos finais de uma empresa atendam ou superem as expectativas dos clientes (Vieira, 2016). Vários pensadores e metodologias contribuíram para a sua evolução, estabelecendo princípios que são amplamente adotados na indústria, segundo Juran e Gryna (1993), o controle de qualidade total envolve práticas integradas que visam a melhoria contínua dos processos e o resultado final de produtos.

A liderança é crucial na definição da direção e na unidade de propósito da organização. Os líderes deveriam formar um ambiente no qual as pessoas poderiam se envolver plenamente na obtenção dos objetivos de qualidade. Juran (1990), por exemplo, enfatiza a importância da liderança na qualidade. Dentre outros princípios destacam-se alguns como:

Envolvimento das pessoas: o engajamento de todos os funcionários em todos os níveis é essencial. Pessoas que são capacitadas, competentes e engajadas são mais propensas a contribuir para a eficácia da organização (Vieira, 2016).

Abordagem de processo: a gestão da qualidade visa à obtenção dos resultados almejados de maneira mais eficiente quando atividades e recursos interdependentes são conduzidos sob a forma de processos (Vieira, 2016). Nesse sentido, torna-se crucial entender a sequência de ações e interações envolvidas, como ocorre no ciclo de detalhamento, fabricação e montagem de estruturas metálicas (Raad Jr., 1999).

Melhoria contínua: a melhoria contínua deve constituir um objetivo permanente das organizações. Nesse sentido, Falconi (2009) ressalta a relevância do “gerenciamento da rotina do trabalho diário” como ferramenta essencial para sua efetivação, o que implica a busca constante por alternativas que promovam o aprimoramento dos processos, produtos e serviços.

A norma ISO 9001:2015 sintetiza muitos desses princípios, fornecendo uma estrutura para sistemas de gestão da qualidade que desejam a evolução contínua, resultando na satisfação do cliente. Segundo Duarte (2005), a implementação de um manual de boas práticas alinha-se diretamente com esses princípios, pois irá contribuir para a capacitação de pessoal, redução de não conformidades, padronizando os processos, que são elementos-chave para a melhoria da qualidade na indústria metalmeccânica.

2.3.2 A importância da padronização

A padronização é a prática de estabelecer um conjunto de requisitos, regras ou procedimentos que devem ser seguidos de forma consistente para garantir a uniformidade e a qualidade (Duarte, 2005). Na indústria, e em particular na metalmeccânica, a padronização de processos produtivos é reconhecida como uma ferramenta necessária para a melhoria contínua (Pinto *et al.*, 2020). Essa importância pode ser observada em diversos aspectos:

Consistência e qualidade: a padronização exige que as tarefas devam ser executadas de maneira uniforme, resultando em produtos ou serviços de qualidade consistente (Rodrigues; Almeida, 2021). Isso é fundamental para estruturas metálicas, onde desvios nas especificações podem afetar os atributos e a segurança da estrutura ocasionando em falhas estruturais de grande magnitude.

Redução de variações e erros: ao definir um método padrão para realizar uma tarefa, a variabilidade nos resultados é menor, o que irá reduzir a ocorrência de erros, retrabalhos e não conformidades ocasionadas. Segundo Shingo (2004), o sistema toyota, evidencia a eliminação de desperdícios, através de processos padronizados.

Aumento da produtividade e eficiência: processos padronizados são mais eficientes, pois eliminam etapas desnecessárias e otimizam o fluxo de trabalho. Isso leva ao uso mais eficiente dos recursos e do tempo, aumentando a produtividade. Womack e Jones (2004), o "Pensamento Enxuto" (Lean Thinking) busca identificar e remover desperdícios e melhorar os processos, a padronização surge como uma ferramenta chave para isso, evitando o desperdício de tempo e recursos causados por retrabalho e por peças duplicadas, por exemplo. Dessa forma, a aplicação dos princípios do Lean por meio de um manual de boas práticas não apenas

impulsiona a produtividade operacional, como também garante que a qualidade seja intrínseca ao processo, e não um esforço reativo.

Facilidade na capacitação e treinamento: um processo padronizado é mais fácil de ser ensinado e aprendido, acelerando a capacitação de novos colaboradores e garantindo que todos os funcionários sigam as melhores práticas (Mazur; Gomes, 2020).

Base para a melhoria contínua: a padronização fornece uma linha de base clara para a avaliação de desempenho. Somente quando um processo é padronizado é possível identificar pontos de melhoria e implementar mudanças de forma controlada (Pinto *et al.*, 2020).

Conforme enfatiza Oviedo *et al.* (2020), empresas na indústria metalmeccânica que implementam a padronização de processos, incluindo caldeiraria, lavagem e tratamento de água residuária, demonstram a versatilidade e a importância desta abordagem. A padronização é um componente essencial da gestão da rotina do trabalho, conforme preconizado por Falconi (2013), e uma estratégia fundamental para qualquer empresa que busque excelência operacional e vantagem competitiva.

2.3.3 A informação documentada e os procedimentos operacionais padrão (POPs)

No contexto da gestão da qualidade e da padronização de processos, a informação documentada e os POPs são ferramentas cruciais para a formalização e disseminação do conhecimento e das melhores práticas dentro de uma organização (Rodrigues; Almeida, 2021).

A informação documentada é um termo da norma ISO 9001:2015 que se refere a todas as informações que uma organização é obrigada a manter e controlar, bem como o meio no qual estão contidas. Isso irá incluir no documento, informações como manuais, procedimentos, instruções de trabalho, registros, especificações, desenhos e planos (Vieira, 2016).

Mais do que um simples requisito, essa documentação atua como uma ferramenta fundamental de comunicação, garantindo que as informações importantes sejam passadas de forma objetiva e consistente para todas as partes que estão relacionadas. Além disso, ela serve como uma evidência objetiva de que os processos foram executados conforme o planejado, permitindo a rastreabilidade de atividades, decisões e resultados ao longo do tempo. Ademais, a manutenção desses registros é crucial para assegurar a conformidade da organização com normas e requisitos legais, como os da ISO 9001 (Juran, 1990).

As POPs são um tipo específico e altamente eficaz de informação documentada que descrevem de forma detalhada, passo a passo, a maneira como uma atividade ou processo deve

ser realizado. Eles são descritos para garantir que todas as operações sejam executadas de uma forma consistente, eficiente e segura (Rodrigues; Almeida, 2021).

A importância dos POPs é vasta, dentre elas destaca-se algumas:

Guia para a execução de tarefas: serve como um manual prático para os colaboradores, onde há a descrição da sequência correta de ações, quais os materiais e equipamentos necessários, e as precauções de segurança (Shingo, 2004).

Garantia de qualidade: a padronização da forma como as tarefas são realizadas, faz com que as POPs minimizem a variação, garantem a qualidade consistente dos produtos e serviços, reduzindo a incidência de erros e retrabalhos (Duarte, 2005).

2.4 NORMAS DE PROJETO E EXECUÇÃO (ABNT NBR 8800)

O projeto e a realização de estruturas metálicas em solo brasileiro, são regulamentados por um conjunto de normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A mais proeminente e abrangente delas é a ABNT NBR 8800 (Andrade *et al.*, 2019).

Além da NBR 8800, a ABNT NBR 14762 também é relevante para o projeto de estruturas metálicas, especialmente quando se trata de elementos tubulares preenchidos com concreto, que são utilizados em certas aplicações por suas propriedades combinadas. Uma análise comparativa entre a NBR 8800 e a NBR 14762 pode ser necessária dependendo do tipo específico de estrutura metálica a ser projetada (Andrade *et al.*, 2019).

2.5 NORMAS DE SEGURANÇA NO TRABALHO (NRs)

A segurança no trabalho é um requisito para qualquer atividade industrial, e na construção de estruturas metálicas, onde há operações de alto risco como trabalho em altura e movimentação de cargas, a observância das Normas Regulamentadoras (NRs), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) é obrigatória (Brasil, 2025). Duas NRs são primordiais para o ciclo de vida de um projeto de estruturas metálicas, sendo elas a NR 18 e a NR 35.

A NR 18, contempla as “Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção”, ela define diretrizes de caráter administrativo, de planejamento e de organização, voltadas para a aplicação de medidas de controle e preventivas de segurança, aplicados aos processos, às condições e o local de trabalho no âmbito da construção civil. O objetivo é garantir a execução segura e adequada de todas as etapas da obra, reduzindo riscos e prevenindo acidentes (Brasil, 2025).

Na fase de montagem de estruturas metálicas, a NR 18 tem papel fundamental, pois contempla aspectos diretamente ligados a essa atividade, como o canteiro de obras, a movimentação de pessoas e o transporte de materiais, além da operação de equipamentos como guindastes e elevadores. Também trata de instalações elétricas, andaimes, plataformas de trabalho e medidas de proteção contra quedas em altura. Outro ponto essencial é a obrigatoriedade da elaboração do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho (PCMAT) para obras com mais de 20 trabalhadores, abrangendo todos os riscos inerentes à atividade (Freitas, 2018).

Segundo Ferreira (2019), a NR 35 estabelece requisitos mínimos de planejamento, organização e execução para atividades em altura acima de dois metros, visando prevenir quedas e proteger a saúde dos trabalhadores.

Esta NR 35 do MTE do Brasil (2022) abrange a fase de planejar, organizar e a realização dessas atividades, para garantir a saúde e a segurança dos colaboradores. No contexto da montagem de estruturas metálicas, essa norma é imprescindível dado que as estruturas metálicas são em sua maioria de grande porte. Para mitigar os riscos inerentes a essa condição, a norma exige a execução da Análise de Risco (AR) e Permissão de Trabalho (PT), bem como a capacitação dos trabalhadores envolvidos. Adicionalmente essa NR torna obrigatória a utilização de proteção contra quedas, como cintos de segurança, talabartes e trava-quedas, e o uso de outros Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

Outro ponto importante é a exigência de supervisão e da existência de uma equipe de resgate, com plano de emergência definido. Por isso, um manual de boas práticas para montagem deve incluir seções específicas sobre o cumprimento da NR 35, detalhando os procedimentos para o trabalho em altura, a seleção e uso dos EPIs e os requisitos para a capacitação dos montadores (Brasil, 2025).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi configurado como uma pesquisa aplicada de natureza quanti-qualitativa e exploratória, conduzida por meio de um estudo de caso em uma empresa siderúrgica do setor metalmeccânico, empregando dados de questionários para validar o diagnóstico. A estrutura metodológica foi dividida em quatro fases principais, interligadas e sequenciais, visando o diagnóstico, a fundamentação, o desenvolvimento e a comprovação da necessidade da proposta.

A fase inicial consistiu no diagnóstico e mapeamento de processos (Situação "As-Is"). A prioridade foi realizar uma imersão nos fluxos operacionais da empresa, abrangendo desde o escritório de engenharia (detalhamento de projetos) até a expedição fabril e a equipe de montagem em campo.

Para tal, foi empregado o mapeamento de processos, utilizando fluxogramas para a representação visual da sequência de atividades, identificação de *inputs* (entradas), *outputs* (saídas) e pontos de decisão. Concomitantemente, foi conduzida uma análise de requisitos e riscos, por meio de entrevistas semiestruturadas com os principais *stakeholders* incluindo gestor de engenharia, gestor da montagem e supervisor da produção e colaboradores sêniores (desenhistas, soldadores e montadores) e através de observação não participante das rotinas de trabalho. Essa coleta de dados primários permitiu a identificação das não conformidades (NCs) mais recorrentes, gargalos operacionais e lacunas de comunicação.

A segunda fase compreendeu a fundamentação teórica e normativa. Foi desenvolvida uma extensa revisão bibliográfica e documental para estabelecer o estado da arte. Esta revisão incluiu artigos, teses, e uma análise criteriosa das normas técnicas vitais para o setor, com destaque para a ABNT NBR 8800 (Projeto de estruturas de aço), ABNT NBR 14762 (Dimensionamento de estruturas de aço). Além disso, foram estudados os pilares da Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management* - TQM) e os princípios da ISO 9001, especificamente a abordagem de processos e o ciclo PDCA (Planejar-Fazer-Checkar-Agir), bem como conceitos de POPs e seu papel na padronização e melhoria contínua.

Na terceira fase, de desenvolvimento e estruturação da proposta, as informações do diagnóstico (Fase 1) foram cruzadas com os requisitos da fundamentação (Fase 2) para conceber o Manual de Boas Práticas.

Por fim, a quarta fase consistiu na análise de impacto potencial e a confirmação da necessidade. Visto que este TCC se configura-se como uma proposta, a validação não ocorreu por implementação prática, mas por uma análise de viabilidade contendo respostas obtidas por meio de um questionário gerado a diversos membros de uma empresa selecionada. Foi realizada uma análise quantitativa demonstrando como as soluções e procedimentos a serem descritos no manual (Fase 3) respondiam diretamente às causas-raiz das não conformidades identificadas (Fase 1).

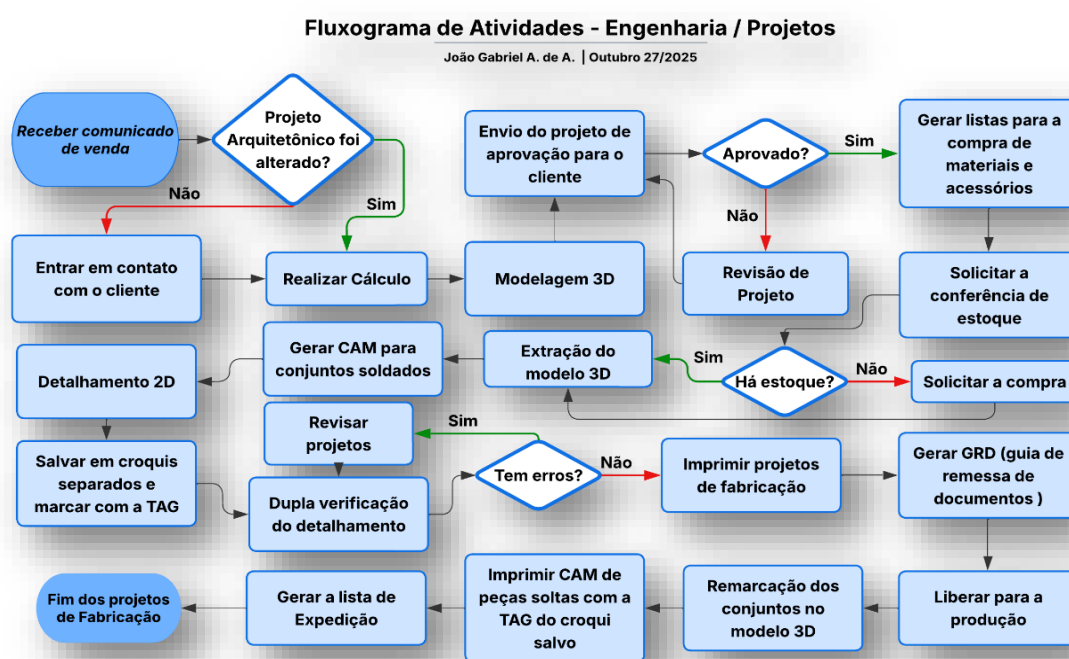
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta pesquisa de campo buscou, primordialmente, propor um Manual de Boas Práticas para a gestão da qualidade no ciclo de vida das estruturas metálicas, em resposta aos desafios de qualificação e variabilidade de processos identificados no setor metalmecânico. Por meio de uma pesquisa exploratória e bibliográfica, a necessidade dessa ferramenta foi amplamente validada pelos achados em campo, que demonstraram a urgência de formalizar o conhecimento prático.

O manual não será apenas um documento, mas sim uma ferramenta para a gestão com estrutura modularizada para seguir o macrofluxo produtivo (Detalhamento, Fabricação, Montagem). Sua linguagem deve ser clara, objetiva e visualmente acessível para garantir que qualquer colaborador iniciante possa compreender e aplicar as informações. Para garantir sua funcionalidade, serão desenvolvidos recursos visuais como tabelas, fluxogramas de decisão e, crucialmente, *Checklists* de verificação (*Quality Checkpoints* - QCs) para aplicação em Pontos Críticos de Controle (PCCs) de cada etapa. O manual também endereça a lacuna de capacitação, incluindo um glossário técnico e um roteiro sugerido para o *onboarding* (integração) de novos colaboradores.

A situação As-Is (como está) atual dos setores foi analisada por meio de entrevistas e observação. A descrição detalhada do processo produtivo foi ilustrada em forma de fluxograma, as atividades da engenharia são apresentadas a seguir na Figura 2.

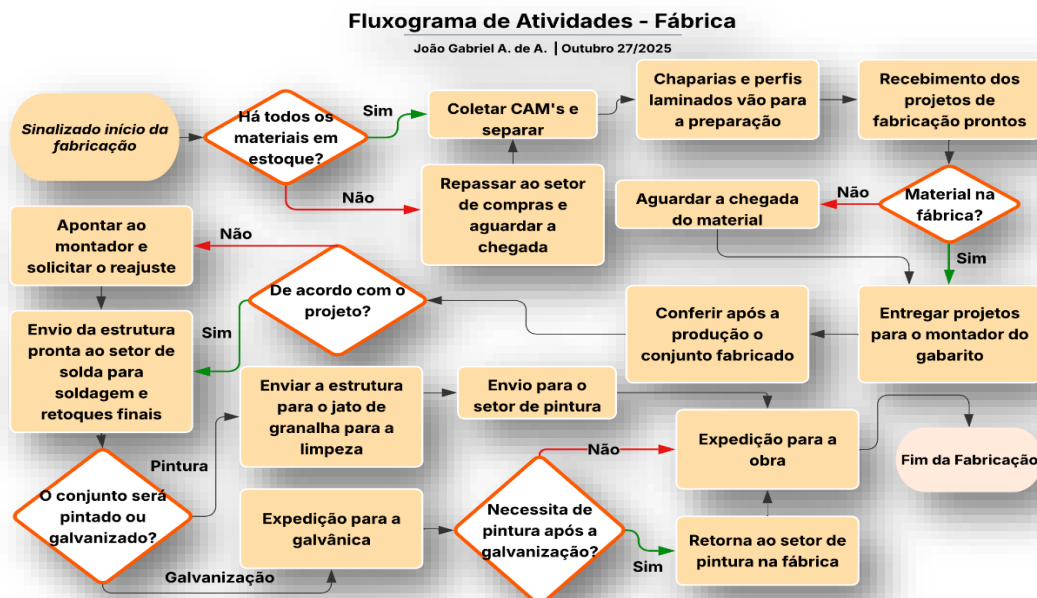
Figura 2 – Fluxograma de processos da engenharia



Fonte: Elaboração do autor (2025).

Em sequência na Figura 3, é ilustrado o fluxograma das atividades internas da fábrica.

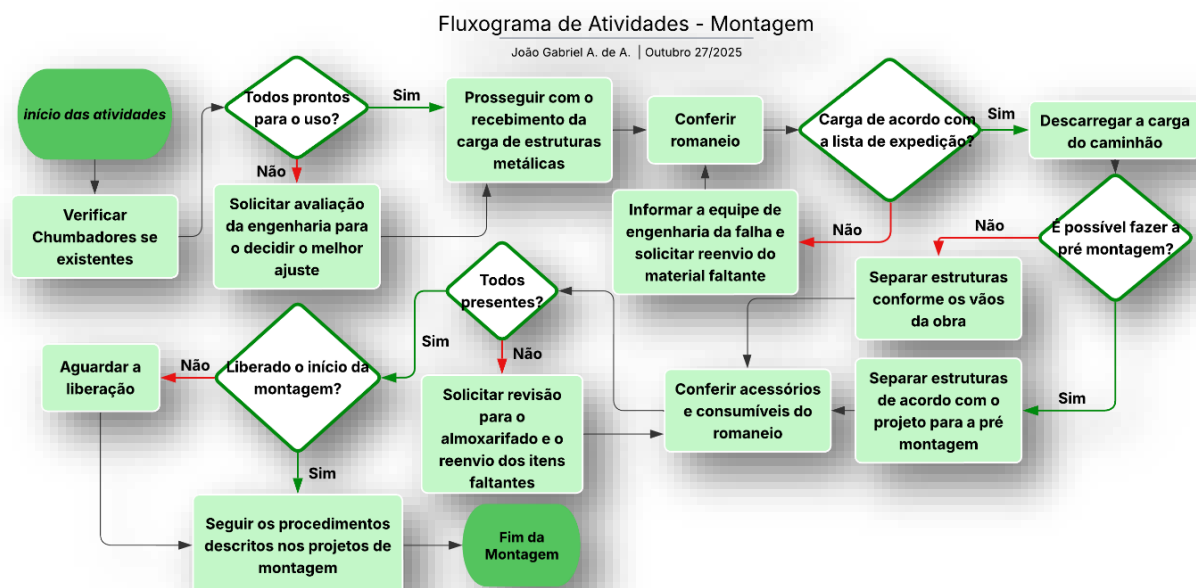
Figura 3 – Fluxograma de processos da fábrica.



Fonte: Elaboração do autor (2025).

Por fim na próxima Figura 4, apresenta-se o fluxograma das atividades realizadas durante o processo de montagem de uma estrutura.

Figura 4 – Fluxograma de processos da montagem



Fonte: Elaboração do autor (2025).

4.1. O DIAGNÓSTICO DA ENGENHARIA E A FRAGILIDADE DO CONHECIMENTO TÁCITO

A análise dos dados provenientes do setor de Engenharia (detalhamento) revela a fragilidade do processo, comprometendo a uniformidade e a qualidade do *input* produtivo.

4.1.1. A inconsistência na padronização e aprendizado informal

A pesquisa demonstrou que a dependência do conhecimento individual é a regra no setor de engenharia. A carência de padrões escritos é evidente, visto que mais que 80% dos colaboradores afirmam que a empresa não possui Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) formalizados conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 – Gráfico do questionário

Atualmente, a empresa possui Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) ou manuais técnicos formais e atualizados que guiam o processo de detalhamento?



Fonte: Elaboração do autor (2025).

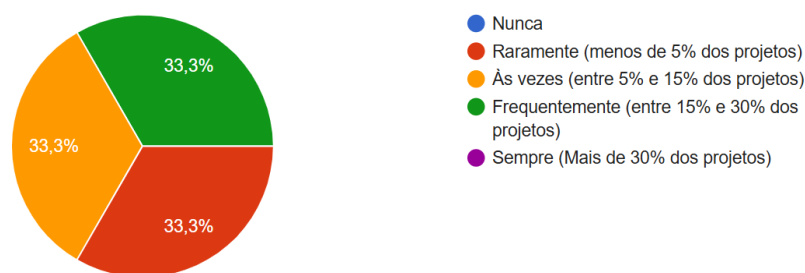
A falta de POPs leva diretamente à variabilidade no detalhamento, o que, conforme Falconi (2013), é a causa fundamental dos erros. Esta situação é agravada pelo fato de 80% dos projetistas terem aprendido as rotinas da empresa por meio de treinamento com um colega mais experiente (aprendizado "lado a lado"). Este dado corrobora a teoria de Nonaka e Takeuchi (2008) sobre a prevalência do conhecimento tácito. A não documentação do padrão torna a empresa vulnerável à perda de conhecimento (*turnover*) e à inconsistência operacional, justificando a urgência da proposta do manual como ferramenta de externalização desse saber essencial.

4.1.2. Impacto da inconsistência no retrabalho

A Figura 6 representa a ausência de padronização que se manifesta diretamente nos custos operacionais da empresa. A falha é endêmica, uma vez que 80% dos projetos de detalhamento retornam da fábrica para revisão ou correção de erros com alguma frequência. Este índice evidencia um claro indicador de desperdício (*Muda*), conforme a filosofia da Produção Enxuta (*Lean Thinking*). Tal ineficiência, que se origina na fase de detalhamento, impõe um custo significativo de tempo e recurso, confirmando a necessidade de remover desperdícios através da padronização, conforme a visão de Womack e Jones (2004).

Figura 6 – Gráfico do questionário.

Com que frequência os projetos (croquis) de detalhamento retornam da fábrica (produção) para revisão ou correção de erros?

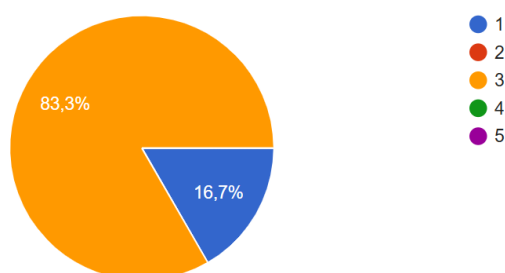


Fonte: Elaboração do autor (2025).

Outro sintoma da falta de formalização é a dificuldade de adaptação no setor. Mais de 80% dos entrevistados da engenharia consideram difícil ou muito difícil a adaptação de novos projetistas aos padrões internos representados pela Figura 7.

Figura 7 – Gráfico do questionário.

Em uma escala de 1 (Muito Difícil) a 5 (Muito Fácil), quão difícil você acha que é para um novo desenhista/projetista se adaptar e entender 100% os padrões de projeto da empresa?



Fonte: Elaboração do autor (2025).

Esse resultado se conecta diretamente à proposta do manual sendo a resposta mais eficaz para reduzir a curva de aprendizado. Ao documentar o padrão, o manual ataca a falha que a própria engenharia reconhece, transformando o conhecimento tácito em um formato acessível.

4.1.3. Causa-raiz na engenharia versus custo na fábrica

A pesquisa demonstrou uma correlação crucial entre os setores, identificando a origem exata da principal não conformidade. Os dados convergem para a mesma causa: a informação faltante ou incompleta no desenho.

Este alinhamento é evidenciado pelo fato de que 50% das reclamações da Fábrica sobre desenhos de difícil compreensão referem-se a essa falha, o que é validado pela Engenharia, onde 60% dos erros de detalhamento que geram não conformidade são atribuídos ao mesmo motivo.

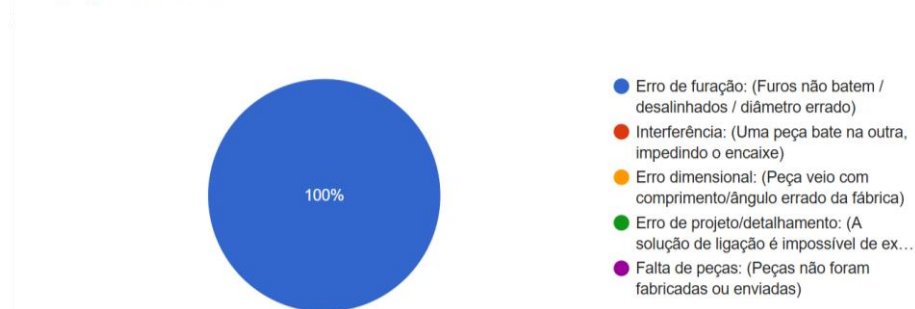
A alta concordância entre as respostas comprova que a falha principal não é de interpretação, mas sim de documentação e checagem na origem do processo (Engenharia). O problema reside no *gap* de informação. Essa correlação robusta justifica o foco do manual na prevenção de erros na fonte, priorizando a criação de *Checklists* de Verificação (QCs) a serem aplicados em Pontos Críticos de Controle (PCCs) da Engenharia.

4.1.4 O maior impacto: erro crítico na montagem

A consequência mais grave das falhas de detalhamento é sentida na ponta final do processo, caracterizada pelo atraso crítico. A pesquisa destacada na Figura 8, demonstra que 100% da equipe de montagem aponta o "Erro de furação" como o problema mais crítico e que mais atrasa o trabalho.

Figura 8 – Gráfico do questionário.

Qual é o problema MAIS CRÍTICO e que MAIS ATRASA o seu trabalho durante a montagem física da estrutura?



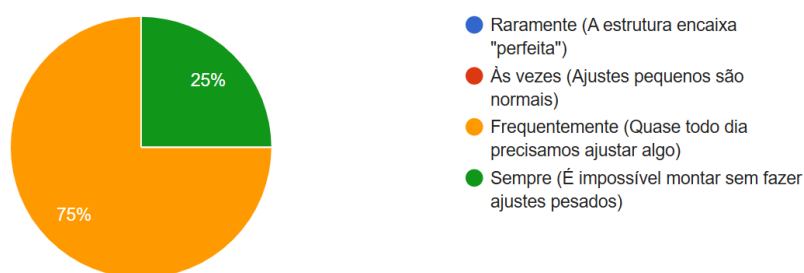
Fonte: Elaboração do autor (2025).

Este dado de 100% permite admitir que a falha de tolerância ou especificação, originada no detalhamento ou na fabricação, acarreta o maior custo em campo. A importância de seguir a ABNT NBR 8800:2024 para especificações e tolerâncias é crucial, e o manual se estabelece como uma ferramenta de conformidade técnica que visa garantir esse rigor.

Os ajustes frequentes corroboram este risco: 75% da equipe de montagem reportam pela pesquisa demonstrada na Figura 9, que é preciso realizar ajustes em campo "frequentemente". Tais ajustes são o extremo oposto da promessa da construção metálica (precisão dimensional) e elevam, de forma significativa, o risco operacional da obra e posteriormente o custo.

Figura 9 – Gráfico do questionário.

Com que frequência vocês precisam fazer "ajustes" em campo (ex: alargar furos com maçarico/lixadeira, cortar peças, refazer soldas) para conseguir montar a estrutura?



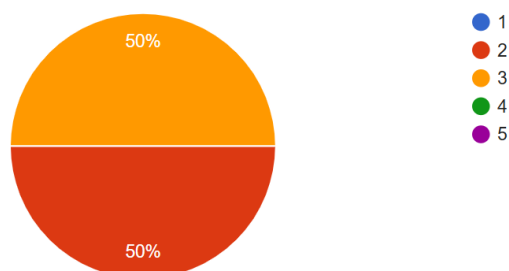
Fonte: Elaboração do autor (2025).

4.1.5 Relação direta com a segurança (NR 35)

O questionário apontado na Figura 10, demonstra que 100% dos montadores consideram que falhas de projeto e fabricação impactam diretamente a segurança no trabalho. Este consenso reforça que a não conformidade gera um risco iminente à vida do trabalhador. Consequentemente, o Manual de Boas Práticas estabelece-se como um mecanismo de conformidade legal com a NR 35 (Trabalho em Altura). Ao eliminar a necessidade de improviso em altura, o manual atua na prevenção de acidentes, transformando-se numa ferramenta crucial de gestão de riscos, além da mera otimização de processos.

Figura 10 – Gráfico do questionário.

Em uma escala de 1 (Nada) a 5 (Totalmente), o quanto você acha que os erros de projeto/fabricação (que exigem ajustes em campo) impactam a segurança da equipe de montagem? (Ex: ter que se pendurar de forma improvisada para alargar um furo, usar maçarico em altura, etc.)



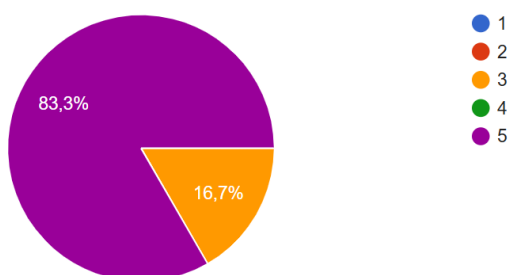
Fonte: Elaboração do autor (2025).

4.1.6 Comprovação da necessidade

O apoio da Engenharia à proposta do Manual de Boas Práticas é total, o que reforça a pertinência da solução. A pesquisa demonstrou que 100% dos colaboradores classificou o manual como "Extremamente Útil" (80%) ou "Muito Útil" (20%) conforme representado na Figura 11.

Figura 11 – Gráfico do questionário.

Em uma escala de 1 (Desnecessário) a 5 (Extremamente Útil), o quanto você acredita que um "Guia de Boas Práticas" consolidado (com padrões de detalhamento, checklists de verificação, exemplos de simbologia e fluxos de trabalho) ajudaria seu trabalho diário?



Fonte: Elaboração do autor (2025).

Esta validação consensual comprova que o manual não se configura como uma imposição, mas sim como a solução estratégica necessária e desejada pelos próprios colaboradores para resolver um problema sistêmico. A engenharia, inclusive, sugeriu explicitamente que o Manual contenha "Padrão de detalhamento, *checklist* e dupla verificação",

confirmando que o conteúdo proposto atende diretamente às necessidades diagnósticas do setor e garante maior chance de sucesso em uma futura implementação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo buscou, primordialmente, propor a construção de um Manual de Boas Práticas para a gestão da qualidade e do conhecimento no ciclo de vida das estruturas metálicas. A pesquisa nasceu como uma resposta direta aos desafios de qualificação da mão de obra e à variabilidade de processos identificados no setor metalmeccânico, validando a necessidade de uma ferramenta de padronização por meio de uma pesquisa exploratória e análise organizacional e a aceitação da proposta do manual por todos os setores fixa a sua relevância e viabilidade.

O referencial teórico estabeleceu a indispensável conexão entre a Gestão do Conhecimento (Nonaka; Takeuchi, 2008), a Padronização da Rotina (Falconi, 2013) e as exigências da ABNT NBR 8800:2024 e das NRs. O estudo prático, conduzido por meio de questionários e observação das rotinas, revelou que o déficit de conhecimento técnico entre novos colaboradores e a ausência de POPs são os pontos de maior fragilidade, resultando em retrabalhos e riscos de não conformidades. Dessa forma, os objetivos específicos da pesquisa foram integralmente alcançados ao se delimitar a estrutura, o conteúdo e a base normativa que devem compor este manual, o qual se configura como um POP detalhado e voltado para a transferência do conhecimento tácito.

Ressalta-se que o presente trabalho se limita à proposição do manual, sendo a sua aplicação prática, validação e mensuração de resultados uma etapa posterior. Contudo, a análise sugere que a implementação futura do manual trará benefícios potenciais significativos. Espera-se a redução de falhas operacionais, como a duplicação de peças, o aumento da produtividade pela uniformização das rotinas e o fortalecimento da segurança pela conformidade com a NR 35.

Sugere-se, como trabalho futuro, a implementação controlada deste Manual de Boas Práticas na empresa estudada, seguida pela coleta e análise comparativa dos indicadores de não conformidade e retrabalho antes e após sua adoção. Desta forma, esta pesquisa contribui com uma base teórica sólida e um instrumento prático para o setor, alinhando a excelência da engenharia com a gestão eficaz do conhecimento.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto - Dimensionamento de estruturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

ANDRADE, G. A. et al. Análise comparativa entre as normas ABNT NBR 8800 e NBR 14762 para o projeto de estruturas metálicas. **Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 12, n. 4, p. 1-15, 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília, DF: MTE, 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 35 - Trabalho em Altura**. Brasília, DF: MTE, 2022.

CARVALHO, P. H. C.; BARRETO, F. P.; SILVA, M. R. N. **Construção em aço: guia de projeto e execução**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

CBCA. **Manual de Construção em Aço**. Rio de Janeiro: Centro Brasileiro da Construção em Aço, 2019.

CHIAVENATO, I. **Gestão de Pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

DESSBESELL, V. M.; PEREIRA, R. M. Treinamento e desenvolvimento de pessoal na indústria: um estudo de caso. **Revista de Gestão Industrial**, v. 18, n. 4, p. 119-132, 2022.

DUARTE, R.L. **Procedimento Operacional Padrão –a importância de se padronizar tarefas na BPLC**. Curso de BPLC. Belém, PA. 2005.

ESTEVAM, E. V. Aprendizagem em serviço e o discurso de capacitação no setor industrial. **Revista de Gestão e Tecnologia Industrial**, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2018.

FALCONI, V. **Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia**. 10. ed. São Paulo: INDG, 2013.

FALCONI, V. **O Verdadeiro Poder**. 1. ed. São Paulo: INDG, 2009.

FERREIRA, L. P. **Trabalho em altura: o guia completo para a NR 35**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

FREITAS, C. H. S. **Manual de segurança e saúde na indústria da construção**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

FURTADO, A. S.; ANDRADE, I. S.; SILVA, D. A. Análise das etapas de fabricação e montagem de estruturas metálicas para proposição de melhorias. **Revista Brasileira de Desenvolvimento (BJD)**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 19574-19588, 2020.

GIACOMOLLI, M. A. A. **Processos de fabricação**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2018.

JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade: um guia para a excelência em serviços e manufatura**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1990.

JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. **Controle de Qualidade Total**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1993.

MAZUR, A. T.; GOMES, P. L. Procedimentos operacionais padrão (POPs): uma ferramenta para a gestão da qualidade em pequenas e médias empresas. **Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 14, n. 2, p. 55-70, 2020.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de Conhecimento na Empresa: Como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

OVIEDO, L. R. *et al.* Padronização de processos em indústria metalmeccânica: caldearia, lavagem e tratamento de água residuária. **Disciplinarum Scientia | Naturais E Tecnológicas**, Santa Maria, RS, v. 21, n. 2, p. 91–101, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/disciplinarumNT/article/view/3490>. Acesso em: 12 ago de 2025

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de Aço: Dimensionamento de acordo com a NBR 8800**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michele. **Estruturas de Aço: Dimensionamento segundo a NBR 8800**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

PINTO, T. N. *et al.* Padronização de processos produtivos como ferramenta de melhoria contínua em uma indústria metalmeccânica. **Revista Eletrônica de Engenharia e Tecnologia**, v. 1, n. 2, p. 1-15, 2020.

RAAD JR., A. A. **Diretrizes para fabricação e montagem das estruturas metálicas**. 1999. 218 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.

RODRIGUES, M. T.; ALMEIDA, R. G. A importância dos procedimentos operacionais padrão (POPs) para a gestão da qualidade: um estudo de caso em uma indústria metalmeccânica. **Revista Brasileira de Desenvolvimento (BJD)**, v. 7, n. 4, p. 43232-43247, 2021.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2004.

SILVA, R. R. **Introdução à engenharia mecânica: um guia para a área**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2021.

SILVA, Shara Mirley Alves; SALOMÃO, Pedro Emílio. Estrutura metálica: liberdade conferida pelo aço. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, Teófilo Otoni**, v. 9, set. 2022. ISSN 2178-6925. Aceito em 03 out. 2022. Publicado em 12 out. 2022.

TERRA, J. C. C. **Gestão do conhecimento: o grande desafio empresarial**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2018.

VIEIRA, E. **ISO 9001:2015 – Um Guia de Gestão da Qualidade para o seu Negócio**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

VOM BROCKE, J.; ROSEMAN, M. (Org.). **Manual do BPM: Gestão de Processos de Negócios**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **O Pensamento Enxuto: Lean thinking**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

XEREZ NETO, Jary de; CUNHA, Alex Sander da. **Estruturas metálicas: manual prático para projetos, dimensionamento e laudos técnicos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de textos, 2020.