

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PADRE CARLOS LEÔNCIO DA SILVA
TÉCNICO EM QUALIDADE

**IMPLEMENTAÇÃO DA INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT) NO
ENSAIO DE LÍQUIDO PENETRANTE (LP) EM UMA
EMPRESA METALÚRGICA**

Gabriel Henrique Freire¹
Marcelo Novais Baraúna²
Antônio Rafael De Castro Martins³
Prof^a Dr^a Sara Aparecida Machado⁴

Resumo: O Ensaio por Líquido Penetrante (LP) é um método não destrutivo amplamente empregado na inspeção de superfícies para a detecção de descontinuidades em materiais não porosos. Para garantir a eficácia, reprodutibilidade e segurança deste processo crítico, é imprescindível a aplicação integrada de ferramentas de gestão da qualidade. Neste contexto, a Instrução de Trabalho (IT) estabelece-se como documento essencial para padronizar rigorosamente todas as etapas do ensaio, desde a limpeza preliminar até a inspeção final. O presente artigo descreve um estudo de caso focado na implementação de uma IT no processo de LP em uma empresa metalúrgica. Os resultados demonstraram que a padronização proporcionou uma redução significativa no índice de reprovações e retrabalho, elevando a taxa de aprovação de 82,65% para 88,46%, confirmando o controle documental como fator decisivo na eficiência operacional.

Palavras-chave: Instrução de Trabalho. Padronização. Líquido Penetrante. Gestão da Qualidade. Melhoria Contínua.

¹ Técnico em Qualidade– Etec Padre Carlos Leônicio da Silva. gabriel1henrique@hotmail.com

² Técnico em Qualidade – Etec Padre Carlos Leônicio da Silva. antonio.martins7@etec.sp.gov.br

³ Técnico em [Qualidade – Etec Padre Carlos Leônicio da Silva. baraunamarcelo90@gmail.com

⁴ Eng. Industrial Química. Professor da Etec Padre Carlos Leônicio da Silva. sara.machado11@etec.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

A busca pela eficiência operacional, pela qualidade dos produtos e serviços, e pela segurança no ambiente de trabalho tem se tornado um dos principais focos das organizações contemporâneas, especialmente nos setores industrial e corporativo.

Em um mercado cada vez mais competitivo e regulado, a excelência operacional não é mais uma opção, mas uma exigência. Nesse cenário, a adoção de ferramentas de gestão que promovam a padronização de processos, a organização do ambiente e a melhoria contínua é essencial para garantir resultados sustentáveis e diferenciais competitivos (WERKEMA, 2006; TELLES, 2019).

Entre as práticas mais consolidadas nesse contexto, destacam-se a Instrução de Trabalho (IT), a Metodologia 5S e as Sete Ferramentas da Qualidade. A Instrução de Trabalho representa um documento técnico que descreve, de forma clara, objetiva e sequencial, o modo correto de execução de tarefas específicas, permitindo a uniformização de procedimentos, a capacitação de colaboradores e o atendimento a requisitos legais e normativos. Além disso, a IT contribui significativamente para a gestão do conhecimento, uma vez que assegura que o know-how técnico da organização seja documentado, atualizado e disseminado entre os profissionais envolvidos (EBERT 2025)

A importância da IT se evidencia, ainda, quando analisada em conjunto com normas regulamentadoras, como a NR 12, que trata da segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, e exige que operações sejam realizadas com base em instruções documentadas, visando à proteção dos trabalhadores e à conformidade legal. Nesse sentido, as instruções de trabalho assumem um papel estratégico não apenas operacional, mas também jurídico e normativo.

Dentro da área do Ensaio por Líquido Penetrante (LP) destaca-se como um dos métodos mais amplamente utilizados para a detecção de descontinidades superficiais, como trincas, porosidades, fissuras e vazios, especialmente em materiais não porosos. Sua aplicação é comum em setores como metalurgia, aeronáutica, petróleo e gás, naval, entre outros. Por sua natureza visual e técnica, o ensaio requer procedimentos meticulosos e controle rigoroso das etapas, desde a limpeza inicial até a interpretação dos resultados, O que torna essencial o uso de instruções de trabalho bem elaboradas (PEREIRA, 2021; CECAL,2024)

Para que o processo de LP seja executado com eficiência, rastreabilidade e conformidade com normas técnicas como a ABNT NBR NM 313, ISO 3452 e outras diretrizes internacionais, é imprescindível a adoção de práticas de gestão que assegurem a padronização das atividades, a organização do ambiente de trabalho, o controle de variáveis críticas e a melhoria contínua. Nesse contexto, a IT surge como uma ferramenta fundamental para garantir que todos os envolvidos na execução do ensaio sigam os mesmos critérios técnicos e operacionais, minimizando a variabilidade e o risco de erros (CECAL,2024)

Adicionalmente, a integração da IT com outras ferramentas de qualidade, como os princípios do 5S (utilização, ordenação, limpeza, padronização e disciplina), e com metodologias como PDCA (Planejar, Executar, Verificar, Agir) e FMEA (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos), fortalece a cultura de excelência operacional e contribui para o amadurecimento dos sistemas de gestão da qualidade nas organizações (EBERT, 2025)

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar a aplicação da IT como instrumento de padronização no processo de LP, demonstrando como essa prática pode promover maior produtividade, qualidade e confiabilidade nas operações.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Qualidade e Ferramentas da Qualidade

A Qualidade, em sua definição mais técnica e aceita, é estabelecida pela ISO (International Organization for Standardization) como a adequação e conformidade dos requisitos que são determinados tanto pela própria norma quanto pelas expectativas explícitas e implícitas dos clientes. Em uma perspectiva operacional, a qualidade se manifesta no nível de perfeição ou excelência de um processo, serviço ou produto entregue pela organização (CAMPOS, 2014).

Para sustentar e gerenciar essa conformidade, as Ferramentas da Qualidade oferecem o suporte analítico e estatístico para identificar a ocorrência de falhas, controlar variações nos processos e embasar a proposição de melhorias.

O Diagrama de Ishikawa e o Diagrama de Pareto, por exemplo, são úteis para encontrar causas de problemas recorrentes. Já o Fluxograma é essencial para mapear e visualizar o processo em sua totalidade, enquanto as Cartas de Controle permitem o monitoramento contínuo e estatístico do desempenho (WERKEMA, 2006).

Quando utilizadas de forma integrada e sistemática, essas ferramentas transcendem a simples correção de defeitos, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade, o aumento da produtividade, a redução de custos e, finalmente, a consolidação de uma cultura organizacional orientada à excelência. Essa integração sinérgica é especialmente benéfica e indispensável em processos industriais complexos, nos quais a precisão, a segurança e a eficiência operacional são requisitos inegociáveis.

2.2 Instrução de trabalho (IT)

Na gestão da qualidade, a Instrução de Trabalho (IT) é reconhecida como um documento normativo detalhado que fornece o passo a passo exato para a execução de uma tarefa específica (Figura 1). Ela serve como um guia claro e preciso para atividades operacionais e de controle, sendo fundamental para a padronização, o treinamento e a melhoria contínua dos processos.

A principal função da IT é garantir que uma atividade seja executada de maneira uniforme e consistente, independentemente do operador, assegurando a conformidade com normas e regulamentações. Segundo Bighetti e Reis Filho (2021), ao definir o modo correto de execução, a IT atua como uma ferramenta crucial de controle, prevenindo retrabalhos e elevando a consistência do produto final. Essa padronização contribui diretamente para a melhoria da eficiência e produtividade, além de ser um recurso essencial para o treinamento de novos colaboradores. Estudos de caso, como o de Genova e Trindade (2020), demonstram a efetividade da IT na redução de falhas operacionais em diversos setores, da construção civil à indústria metalmeccânica.

Para que seja eficaz, uma IT deve ser construída com elementos rigorosos: a descrição sequencial do Procedimento, a especificação dos Recursos (ferramentas, materiais e EPIs), os requisitos de Qualificação do executante e a definição objetiva dos critérios de qualidade a serem verificados. É vital que a IT seja atualizada sempre que o processo for alterado, garantindo sua validade e relevância para a melhoria contínua. Na Figura 1 há uma representação de um modelo de IT.

Figura 1- Modelo de Instrução de Trabalho

Instrução de Trabalho (IT)

Campo	Descrição
Título da IT	Instrução de Trabalho – Elaboração e Controle de ITs
Código	IT-XXX (preencher conforme padrão da empresa)
Setor	Qualidade / Processos
Elaborado por	(Nome do responsável)
Aprovado por	(Nome da liderança responsável)
Revisão	00
Data de emissão	(dd/mm/aaaa)
Data de revisão	(dd/mm/aaaa)

- ▶ **1. Objetivo**
- ▶ **2. Escopo**
- ▶ **3. Responsabilidades**
- ▶ **4. Recursos Necessários**
- ▶ **5. Qualificação do Executante**
- ▶ **6. Procedimento**

Etapa	Descrição Detalhada
1	Identificar o processo que necessita de elaboração da IT.
2	Descrever as etapas sequencialmente, com linguagem clara e objetiva.
3	Informar ferramentas, materiais e EPIs obrigatórios.
4	Destacar pontos críticos, riscos e requisitos de segurança.
5	Validar a IT com especialistas e setor da Qualidade.
6	Aprovar, registrar e disponibilizar a IT aos usuários.

- ▶ **7. Critérios de Qualidade**
- ▶ **8. Atualização e Revisão**
- ▶ **9. Registro e Controle de Versões**
- ▶ **10. Anexos**

Fonte: Próprio autor

A relevância da IT transcende a padronização local, pois ela é um requisito fundamental dos Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ). A necessidade de documentar procedimentos e garantir que as atividades sejam realizadas de forma consistente é um pilar da ISO 9001, o padrão global para gestão da qualidade. A

norma enfatiza a necessidade de informação documentada para apoiar a operação de processos e para reter evidências de que os processos foram executados conforme planejado (ABNT NBR ISO 9001, 2015, item 4.4.2).

Desta forma, a IT se torna um instrumento estratégico que cumpre três funções cruciais exigidas pela ISO 9001:

Padronização: Garante a uniformidade na execução, o que é vital para a reprodutibilidade em processos como o Ensaio por Líquido Penetrante.

Conformidade: Assegura que a organização possua evidências documentadas para auditorias, atendendo aos requisitos de rastreabilidade e controle.

Melhoria Contínua: Ao documentar o "melhor caminho" a IT se torna o ponto de partida para identificar ineficiências e implementar o Ciclo PDCA, promovendo a evolução constante do processo.

Portanto, a implementação de uma IT rigorosa em um processo crítico eleva o SGQ, transformando a padronização em um fator de garantia da qualidade e conformidade legal/normativa.

3 METODOLOGIA

Este trabalho adota uma abordagem qualitativa, baseada em um estudo de caso aplicado em uma empresa do setor metalúrgico. O foco do estudo é a implementação de uma Instrução de Trabalho Regulamentada (IT) no processo de Ensaio por Líquido Penetrante (LP).

A metodologia envolveu a análise de documentos fornecidos pela empresa e entrevista com o gestor da área com o intuito de identificar:

- ✓ O procedimento de execução do LP antes da implementação da IT;
- ✓ Identificação de falhas recorrentes, retrabalhos e inconsistências operacionais;
- ✓ Desenvolvimento e validação da IT com base nas normas ABNT NBR NM 313 e ISO 3452;

4. ESTUDO DE CASO: IMPLEMENTAÇÃO DA INSTRUÇÃO DE TRABALHO (IT) NO ENSAIO DE LÍQUIDO PENETRANTE (LP)

4.1 Descrição do processo

Neste estudo de caso, o objeto submetido ao ensaio de LP é a cinta. Esta refere-se a um componente metálico estrutural fabricado em aço, que é soldado entre

as placas de cobre que compõem o sistema de refrigeração de altos-fornos (Figura 2). Essa cinta possui a função de garantir a rigidez mecânica, estabilidade dimensional e eficiência na transferência térmica entre as placas, assegurando o desempenho ideal do conjunto durante a operação em condições de alta temperatura e pressão. As placas de refrigeração produzidas com essa tecnologia são amplamente utilizadas em altos-fornos instalados nas Américas, Europa e Ásia, refletindo o alto padrão técnico e a confiabilidade do processo de fabricação.

Figura 2 - Placa de refrigeração - Cinta Metálica



Fonte: CECAL, 2024

O ensaio por líquido penetrante é um processo utilizado para detectar discontinuidades superficiais em materiais metálicos e não metálicos, garantindo a integridade e a qualidade das peças inspecionadas. Na Figura 3 apresenta-se o fluxograma descrevendo as etapas do ensaio de LP na cinta metálica. O procedimento inicia-se com a pré-limpeza da superfície, etapa essencial para remover sujeira, graxa, tinta, ferrugem ou outros contaminantes que possam impedir a penetração do líquido. Essa limpeza pode ser realizada com o uso de escova de aço, solvente, jato de areia ou ultrassom, sendo fundamental para a eficácia do ensaio.

Após a limpeza, aplica-se o penetrante, que é um líquido colorido (geralmente vermelho) ou fluorescente, com alta capilaridade. Ele pode ser aplicado por spray, pincel ou imersão, e deve permanecer sobre a superfície por um período de 5 a 30

minutos, dependendo do tipo de penetrante e do material analisado. Durante esse tempo, o líquido penetra nas descontinuidades abertas da superfície, como trincas ou poros, por ação capilar.

Em seguida, realiza-se a remoção do excesso de penetrante da superfície, utilizando um pano limpo e seco juntamente com solvente, no caso de penetrantes visíveis, ou lavagem com água, quando se trata de penetrante lavável. É importante que essa etapa seja feita com cuidado, removendo apenas o excesso superficial sem retirar o líquido que penetrou nas falhas.

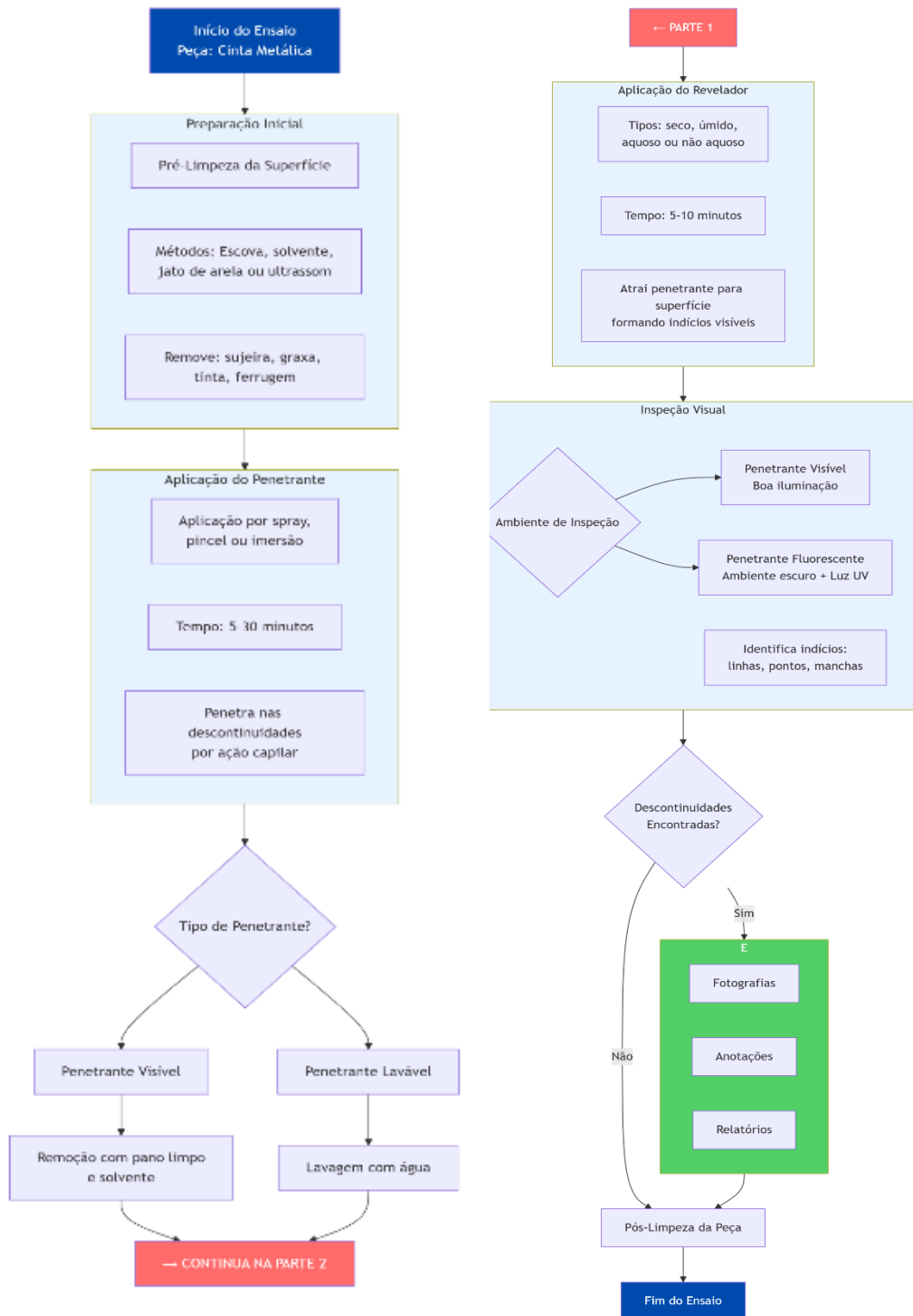
A próxima etapa consiste na aplicação do revelador, cuja função é atrair o penetrante que ficou dentro das descontinuidades para a superfície, formando indícios visíveis que indicam a presença de defeitos. O revelador pode ser seco (em pó), úmido, aquoso ou não aquoso (em spray branco), e o tempo de revelação varia entre 5 e 10 minutos, período necessário para que os indícios se tornem perceptíveis.

A inspeção visual é então realizada em ambiente adequado: com boa iluminação no caso de penetrantes visíveis ou em local escuro utilizando luz ultravioleta quando são usados penetrantes fluorescentes. Nessa fase, o inspetor observa indícios na forma de linhas, pontos ou manchas que possam indicar trincas, porosidades ou outras descontinuidades. Todos os resultados devem ser registrados por meio de fotografias, anotações ou relatórios.

Por fim, realiza-se a pós-limpeza da peça, removendo o revelador e quaisquer resíduos do processo. Essa limpeza final é importante para evitar contaminações e interferências em etapas subsequentes, como pintura ou soldagem.

Durante todo o procedimento, é fundamental utilizar os materiais adequados: penetrante, revelador, solvente removedor, panos limpos, iluminação apropriada ou luz ultravioleta, e seguir rigorosamente as normas técnicas aplicáveis, como a ABNT NBR 15724, ASTM E165 e ISO 3452. Também é imprescindível o uso de equipamentos de proteção individual, como luvas, óculos e máscara, além do controle da temperatura do ambiente e da peça, que deve permanecer entre 10 °C e 50 °C. O sucesso e a confiabilidade do ensaio dependem do cumprimento correto de todas as etapas, sem omissões ou desvios do procedimento estabelecido.

Figura 3- Fluxograma de descrição do Processo



Fonte: Próprio autor, 2025

4.2 Resultados e Discussões

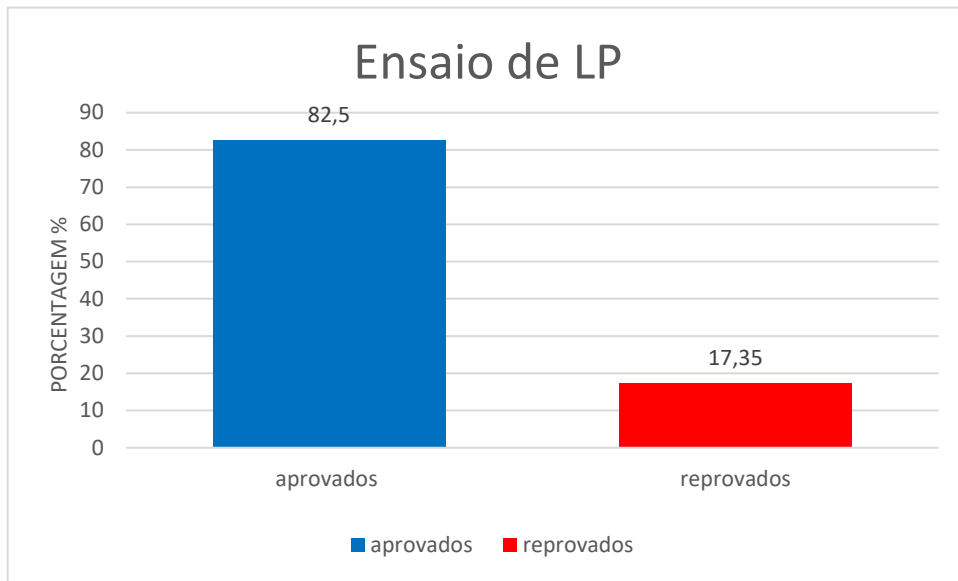
O processo, anteriormente à implementação da Instrução de Trabalho (IT), apresentava um cenário marcado por instabilidade e ineficiência. As principais características incluíam uma alta variabilidade operacional, que comprometia a padronização e a qualidade final, além de inconsistências críticas no controle de variáveis fundamentais, como os tempos de espera entre as etapas do ensaio e a falta de uniformidade na limpeza das peças. Somava-se a isso a deficiência na documentação dos resultados, o que prejudicava a rastreabilidade e o controle de qualidade. A ausência de uma IT detalhada foi identificada como a causa raiz para a geração de retrabalhos recorrentes, reprovações em auditorias e variações indesejadas nos resultados obtidos por diferentes operadores.

Para mitigar esses problemas, a IT implementada para o Ensaio por Líquido Penetrante (LP) abordou e padronizou pontos cruciais do processo, estabelecendo uma descrição sequencial exata que cobre desde a preparação inicial até a pós-limpeza. O documento definiu métodos rigorosos para a pré-limpeza (remoção de contaminantes via escova, solvente, jato ou ultrassom) e padronizou a aplicação do penetrante, estipulando tempos cruciais entre 5 a 30 minutos. Além disso, estabeleceu critérios precisos para a remoção do excesso de penetrante e para a aplicação do revelador (com tempo de ação de 5 a 10 minutos), bem como determinou as condições adequadas de iluminação para a inspeção visual e a necessidade de pós-limpeza para evitar contaminações futuras.

Além dos aspectos técnicos procedimentais, a IT especificou os recursos necessários, como ferramentas e Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), e definiu os requisitos de qualificação dos operadores. A implementação visou controlar variáveis que antes causavam inconsistências e estabeleceu critérios objetivos de qualidade para a interpretação dos resultados. Garantiu-se, também, que todos os dados fossem devidamente registrados em relatórios e fotografias, assegurando a rastreabilidade e o atendimento às normas.

Com base na análise dos gráficos apresentados nas Figuras 4 e 5, o processo de Ensaio por LP da cinta demonstrou uma evolução positiva da qualidade após a adoção da IT. A Figura 4 ilustra o desempenho antes da implementação, registrando 82,65% de aprovações e 17,35% de reprovações, evidenciando a necessidade de padronização e melhoria no procedimento que foi atendida com a nova sistemática

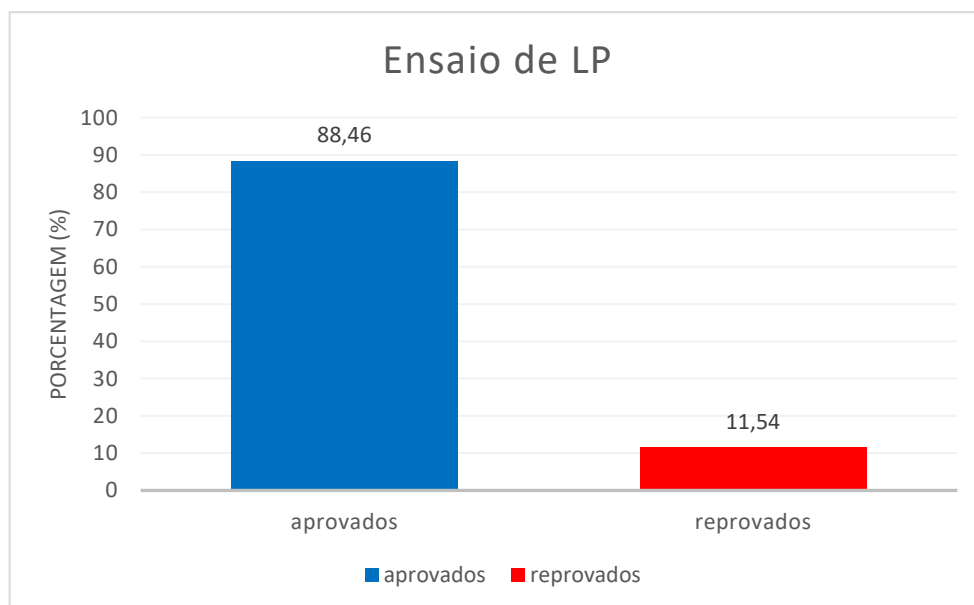
Figura 4 – LP da Cinta antes da implementação da IT



Fonte: Próprio autor

Após a padronização e aplicação da Instrução de Trabalho (Figura 5), houve aumento expressivo na taxa de aprovação para 88,46%, isso representa uma redução de 5,81% nas reprovações, confirmando o impacto positivo da padronização na qualidade do ensaio. Estes resultados comprovam que a aplicação da IT promoveu maior eficiência e confiabilidade no processo, reduzindo retrabalhos e garantindo uniformidade nas inspeções.

Figura 5 – LP da Cinta após a implementação da IT



Fonte: próprio autor

A ausência de uma IT detalhada era a causa raiz para a geração de retrabalhos recorrentes, resultava em reprovações de auditoria e promovia uma indesejada variação nos resultados obtidos por diferentes operadores. Este cenário, portanto, validou a necessidade urgente de padronização para restaurar o controle e a segurança do ensaio de LP.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste estudo evidenciou a importância da padronização e do uso de ferramentas de gestão da qualidade, em especial a Instrução de Trabalho (IT), como instrumento estratégico para a melhoria contínua dos processos industriais. A partir da análise do Ensaio por Líquido Penetrante (LP), observou-se que a aplicação de uma IT bem estruturada não apenas garante a conformidade com normas técnicas e requisitos legais, mas também promove o aumento da eficiência operacional, a redução de falhas e a confiabilidade dos resultados.

Os resultados obtidos demonstraram ganhos expressivos na taxa de aprovação e na diminuição dos retrabalhos, comprovando que a padronização das etapas do processo, desde a pré-limpeza até a inspeção final, contribui diretamente para a qualidade do produto e para a segurança operacional. Além disso, constatou-se que a documentação adequada e o registro sistemático dos procedimentos fortalecem a rastreabilidade e o controle interno, fatores essenciais para auditorias e certificações de qualidade.

Portanto, conclui-se que a adoção da Instrução de Trabalho Regulamentada como parte integrante do sistema de gestão da qualidade é fundamental para alcançar padrões elevados de desempenho, segurança e confiabilidade. Sua aplicação sistemática em processos críticos, como o Ensaio por Líquido Penetrante, representa um avanço significativo na busca pela excelência operacional e pela consolidação de uma cultura de melhoria contínua e inovação nas empresas industriais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BIGHETTI, Robson Barros; REIS FILHO, Ramilio Ramalho. Desenvolvimento de manual de instrução de trabalho (IT) no processo produtivo. Interface Tecnológica, Taquaritinga, v. 18, n. 2, p. 574-586, 2021. DOI: 10.31510/infa.v18i2.1216.

CAMPOS, Vicente Falconi. TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês). 9. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2014.

CECAL. Instrução de trabalho de ensaio por líquido penetrante. Documento interno. 2024.

EBERT, Ana Cristina. Cinco passos para a excelência: implementação e impactos do 5S em uma empresa metalmecânica. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Ibirubá, Ibirubá, 2025.

GENOVA, Pedro Pegoraro; TRINDADE, Christiane Areias. Efetividade da Instrução de Trabalho para Serviço em Alvenaria: Estudo de Caso. Caderno dos Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Civil – ECIV/FAENG/UFMS, Campo Grande, 2020. 10 p.

MAZZOCHI, Geison. Aplicações dos ensaios de líquido penetrante e partícula magnética. In: CONGRESSO DE PESQUISA E EXTENSÃO DA FSG, 3., 2015, Caxias do Sul. Anais [...]. Caxias do Sul: Faculdade da Serra Gaúcha, 2015. p. 30-42.

PEREIRA, Lucas Andrade Guerra. Inspeção visual e avaliação de juntas soldadas da estrutura metálica de um prédio por meio do ensaio não destrutivo de líquido penetrante. 2021. 71 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

SISTEMA ESTADUAL DE BIBLIOTECAS PÚBLICAS DE SÃO PAULO (SISEB). 7 Ferramentas da Qualidade. São Paulo: SISEB, s.d. Disponível em: https://siseb.sp.gov.br/arqs/9%20-%207_ferramentas_qualidade.pdf. Acesso em: 1 dez. 2025.

TELLES, José Venâncio Maciel. Elaboração de instruções de trabalho (IT) para implementação de uma sistemática de execução de paredes e lajes de concreto armado moldadas in loco com formas de alumínio para construção de edificações de múltiplos pavimentos – relatório técnico. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

TREVISAN, José Manoel. Avaliação da eliminação das etapas de goivagem e ensaio de líquido penetrante do passe de raiz em juntas soldadas pelo processo SAW utilizadas na fabricação de estruturas de árvore de natal molhada (ANM). 2015. Monografia (Especialização em Engenharia da Soldagem) – Programa de Educação Continuada em Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

WERKEMA, Cristina. Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Werkema, 2006.