

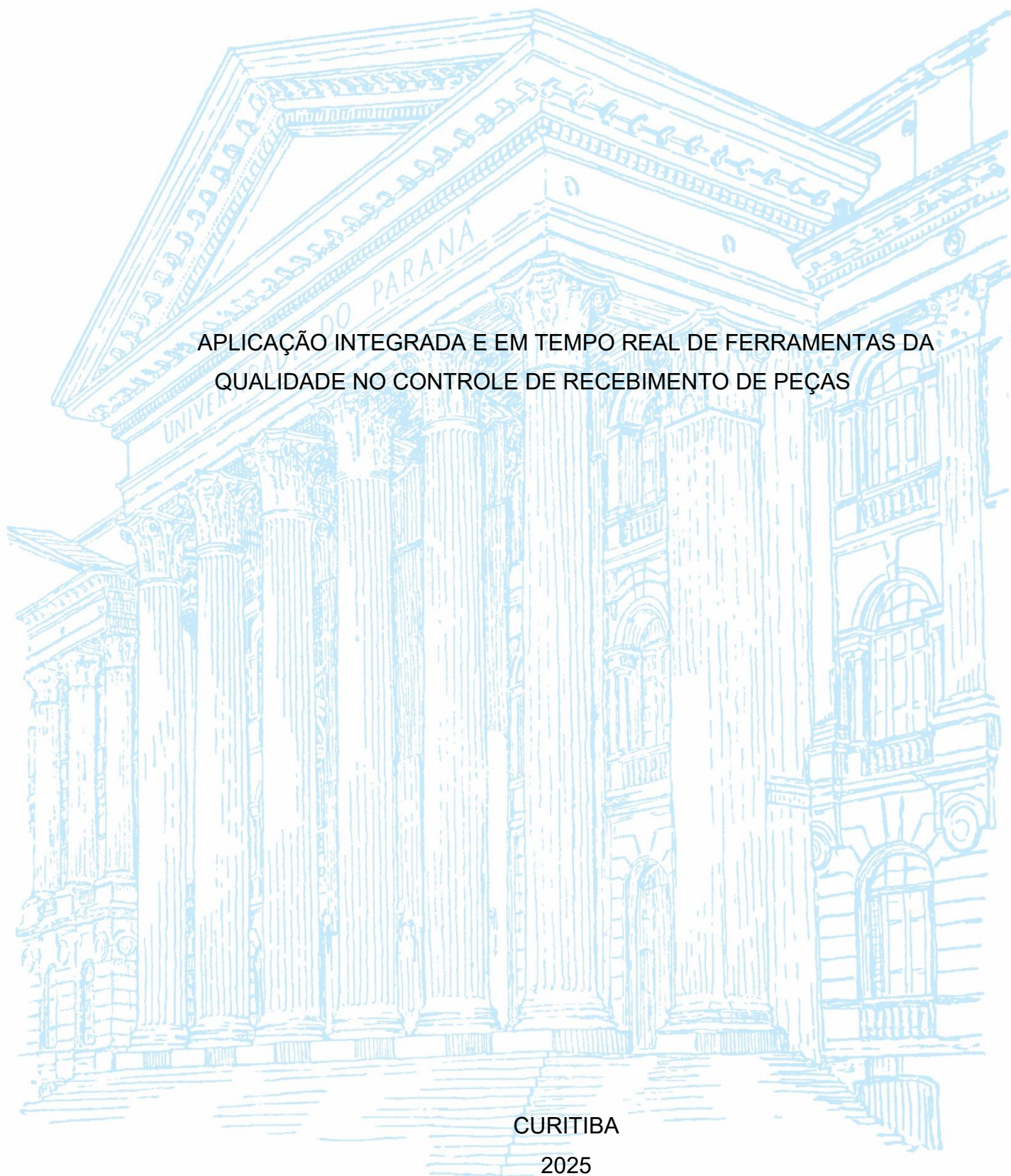
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FELIPE PIZZATO SCHUBERT

APLICAÇÃO INTEGRADA E EM TEMPO REAL DE FERRAMENTAS DA
QUALIDADE NO CONTROLE DE RECEBIMENTO DE PEÇAS

CURITIBA

2025



FELIPE PIZZATO SCHUBERT

APLICAÇÃO INTEGRADA E EM TEMPO REAL DE FERRAMENTAS DA
QUALIDADE NO CONTROLE DE RECEBIMENTO DE PEÇAS

TCC apresentado ao curso de Graduação em Engenharia Mecânica, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

CURITIBA

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 4/2025/UFPR/R/TC/DEMEC
PROCESSO Nº 23075.041715/2025-19
INTERESSADO: FELIPE PIZZATO SCHUBERT

TERMO DE APROVAÇÃO

Título: APLICAÇÃO INTEGRADA E EM TEMPO REAL DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO CONTROLE DE RECEBIMENTO DE PEÇAS

Autor: FELIPE PIZZATO SCHUBERT

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica. Aprovado pela seguinte banca examinadora:

Prof. Pablo Deivid Valle (UFPR/DEMEC) – Orientador

Prof. Alexandre Augusto Pescador Sardá (UFPR/DEMEC)

Prof. Claudimir José Rebeyka (UFPR/DEMEC)

Curitiba, 14 de julho de 2025

Curitiba, 14 de julho de 2025



Documento assinado eletronicamente por **CLAUDIMIR JOSE REBEYKA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 16/07/2025, às 16:47, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **PABLO DEIVID VALLE, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/07/2025, às 09:53, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **ALEXANDRE AUGUSTO PESCADOR SARDA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/07/2025, às 23:01, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **7953870** e o código CRC **C648E7A2**.

“Não tenho nenhum talento especial. Sou apenas apaixonadamente curioso.”
(Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho apresenta a aplicação integrada e em tempo real de ferramentas da qualidade no processo de controle de recebimento de peças, com foco em uma indústria de veículos pesados para construção civil e agricultura. Partindo de um cenário inicial marcado por ausência de padronização nas inspeções, retrabalhos frequentes e baixa rastreabilidade das causas de não conformidade, foi desenvolvida uma metodologia prática baseada no uso combinado das ferramentas RCCA (*Root Cause and Corrective Action*), PPAP (*Production Part Approval Process*), CEP (Controle Estatístico de Processo) e checklists padronizados de inspeção. A proposta visa fortalecer a confiabilidade no recebimento de materiais, garantir o alinhamento com requisitos técnicos e promover uma melhoria contínua no desempenho do setor de qualidade.

A metodologia implementada busca padronizar as rotinas de inspeção, facilitar a detecção precoce de desvios, aumentar a rastreabilidade dos registros e viabilizar ações corretivas estruturadas. Estimativas baseadas na experiência prática indicam que a integração dessas ferramentas pode reduzir o retrabalho relacionado a falhas não detectadas, bem como diminuir o índice de falhas internas originadas por componentes não conformes. Além disso, a aplicação digital e em tempo real desses instrumentos favorece o alinhamento com os princípios da manufatura inteligente, possibilitando monitoramento contínuo, agilidade nas decisões e rastreabilidade dos dados ao longo da cadeia.

A análise discute os principais ganhos esperados, incluindo a confiabilidade no recebimento, a melhoria da comunicação com fornecedores e a eficiência operacional. Também são apontadas as limitações do processo, como a resistência inicial da equipe e a necessidade de treinamentos, propondo estratégias práticas para sua superação. Por fim, recomenda-se a expansão gradual da metodologia para setores como produção e montagem, onde os princípios já aplicados ao recebimento podem contribuir para a prevenção de falhas, controle estatístico contínuo e padronização de etapas críticas, consolidando a cultura da qualidade em toda a organização.

Palavras-chave: Controle de recebimento; Ferramentas da qualidade; Melhoria contínua; Gestão da qualidade.

ABSTRACT

This paper presents the integrated and real-time application of quality tools in the incoming inspection process of components, with a focus on a heavy machinery industry serving the construction and agricultural sectors. Starting from an initial scenario characterized by lack of inspection standardization, frequent rework, and low traceability of nonconformities, a practical methodology was developed based on the combined use of RCCA (Root Cause and Corrective Action), PPAP (Production Part Approval Process), SPC (Statistical Process Control), and standardized inspection checklists. The proposed approach aims to strengthen reliability in incoming materials, ensure compliance with technical specifications, and promote continuous improvement in quality performance.

The implementation of this methodology seeks to standardize inspection routines, enable early detection of deviations, enhance traceability of records, and structure effective corrective actions. Practical estimates indicate that the integration of these tools can reduce rework due to undetected defects, and decrease internal failures caused by nonconforming components. Additionally, the real-time digital application of these tools reinforces alignment with smart manufacturing principles, enabling ongoing monitoring, faster decision-making, and improved traceability throughout the supply chain.

The analysis highlights the expected benefits, including improved reliability in receiving processes, enhanced supplier communication, and operational efficiency. Limitations such as initial team resistance and the need for training are addressed, along with practical strategies for overcoming them. The paper concludes by recommending the gradual extension of this methodology to production and assembly areas, where the same principles can help prevent failures, ensure statistical monitoring, and strengthen quality control across critical operations.

Keywords: Receiving inspection; Quality tools; Continuous improvement; Quality management.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EXEMPLO DE UM LAYOUT PADRÃO DE CHECKLIST	18
FIGURA 2 – EXEMPLO DE GRÁFICO DE CONTROLE CEP (X-BARRA E R) APLICADO A UMA CARACTERÍSTICA CRÍTICA DA PEÇA.....	20

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – NÍVEIS DE PPAP APLICADOS CONFORME CRITICIDADE DA PEÇA E SITUAÇÃO DE FORNECIMENTO	21
QUADRO 2 – FLUXO DE CONTROLE DE RECEBIMENTO COM FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADAS	21
QUADRO 3 – BENEFÍCIOS ESPERADOS COM A APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO CONTROLE DE RECEBIMENTO	24
QUADRO 4 – INDICADORES SUGERIDOS PARA ACOMPANHAMENTO DA EFICIÊNCIA DE RECEBIMENTO	24

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – QUANTIDADE DE ITENS A SEREM INSPECIONADOS.....	19
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CEP	- Controle Estatístico do Processo
FMEA	- <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos)
IQA	- <i>Internal Quality Assurance</i> (Garantia da Qualidade Interna)
MSA	- <i>Measurement System Analysis</i> (Análise de Sistema de Medição)
PPAP	- <i>Production Part Approval Process</i> (Processo de Aprovação de Peça de Produção)
QA	- <i>Quality Assurance</i> (Garantia da Qualidade)
RCCA	- <i>Root Cause and Corrective Action</i> (Causa Raiz e Ação Corretiva)
AIAG	- <i>Automotive Industry Action Group</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1	RCCA (ROOT CAUSE AND CORRECTIVE ACTION)	13
2.2	PPAP (PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS)	14
2.3	CEP (CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO)	14
2.4	CHECKLIST (FERRAMENTA PADRONIZADA DE INSPEÇÃO)	15
2.5	CENÁRIO ATUAL E LACUNAS NA LITERATURA	15
3	MATERIAIS E MÉTODOS	17
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS / BENEFÍCIOS ESPERADOS	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
	REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A qualidade no controle de recebimento de materiais desempenha um papel decisivo na garantia da conformidade dos produtos finais, principalmente em setores industriais que exigem precisão e rastreabilidade. A ausência de padronização e de métodos eficazes pode resultar em falhas repetitivas, aumento de custos operacionais, retrabalhos e atrasos produtivos. Diante desse contexto, o presente artigo tem como objetivo relatar a aplicação integrada de ferramentas da qualidade (RCCA, PPAP, CEP e checklist) em um processo de controle de recebimento de peças, considerando um cenário baseado em situações reais da indústria. A justificativa para o estudo reside na lacuna existente na literatura quanto à abordagem integrada dessas ferramentas em processos de recebimento, bem como na relevância prática de um sistema de qualidade robusto e bem estruturado para prevenir falhas, padronizar processos e sustentar melhorias contínuas. Ao longo do estudo, será possível observar em que medida a combinação dessas ferramentas contribui para o fortalecimento da confiabilidade, para a redução de falhas reincidentes e para a melhoria dos resultados operacionais no contexto da inspeção de recebimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A garantia da qualidade (QA) desempenha um papel essencial no ambiente industrial, especialmente em setores que exigem precisão e confiabilidade nos processos produtivos. Shah (s.d., cap. 3.5) define QA como a concepção e implementação de um sistema que assegure que produtos ou serviços sejam produzidos sob condições controladas, promovendo resultados consistentes. No controle de recebimento de peças, práticas robustas de qualidade são fundamentais para garantir que os componentes atendam às especificações técnicas, reduzam falhas em linha de produção e contribuam para o desempenho do produto final. Nesse contexto, a aplicação de ferramentas da qualidade se consolida como estratégia indispensável para elevar a eficiência e a previsibilidade nas operações industriais. Esta seção aborda quatro ferramentas amplamente utilizadas nesse cenário: RCCA (Root Cause and Corrective Action), PPAP (Production Part Approval Process), CEP (Controle Estatístico de Processo) e checklist padronizado de inspeção, com foco na integração entre elas e na sua aplicação prática no processo de controle de recebimento.

2.1 RCCA (ROOT CAUSE AND CORRECTIVE ACTION)

O RCCA é uma metodologia estruturada voltada à investigação de falhas e à implementação de ações corretivas duradouras. Essa abordagem propõe uma análise aprofundada das causas fundamentais de um problema, superando soluções paliativas e promovendo a prevenção da recorrência (LOCKHEED MARTIN, 2024; TOMIĆ & BRKIĆ, 2011). A metodologia compreende duas etapas principais: a Análise da Causa Raiz (RCA) e a definição das ações corretivas e preventivas. A RCA, parte central do processo, recorre frequentemente a ferramentas como os 5 Porquês e o diagrama de Ishikawa, que auxiliam na identificação sistemática dos fatores que levaram ao desvio. Ao mapear causas diretas, contribuintes e sistêmicas, é possível traçar planos de ação mais eficazes. No controle de recebimento de peças, o RCCA se destaca ao ser aplicado em casos recorrentes de não conformidade. Quando, por exemplo, um lote apresenta dimensões fora de especificação, essa metodologia permite avaliar se a causa está no processo do fornecedor, em erros de interpretação técnica ou na falha dos critérios de inspeção. Além disso, o envolvimento do

fornecedor no processo de investigação reforça a colaboração na cadeia de suprimentos e a promoção de melhorias contínuas (CROFT, 2024).

2.2 PPAP (PRODUCTION PART APPROVAL PROCESS)

O PPAP é um processo formal desenvolvido para assegurar que os fornecedores compreendam todos os requisitos técnicos do cliente e que seu processo produtivo seja capaz de atender a esses requisitos de forma consistente. A metodologia baseia-se na apresentação de 18 elementos que incluem documentos como FMEA de projeto e de processo, plano de controle, estudo de capacidade, resultados dimensionais, entre outros (PPAP, 2006; ALTIERI & COPPINI, 2002; PEITER, 2009). Esses elementos permitem avaliar se a produção em condições reais gera peças conformes e sustentáveis no longo prazo. Entre os principais componentes do PPAP, o FMEA de processo se destaca por identificar modos de falha potenciais e seus impactos no produto final. O plano de controle, por sua vez, detalha os métodos de monitoramento e verificação em cada etapa da fabricação. Já o estudo de capacidade estatística fornece uma análise quantitativa da variabilidade do processo, garantindo que ele esteja centrado e dentro dos limites especificados. Essa avaliação geralmente exige a amostragem de 300 peças consecutivas, salvo exceções acordadas com o cliente (PPAP, 2006). A integração do PPAP com ferramentas reativas, como o RCCA, é fundamental para reforçar a robustez do sistema. Após a aprovação inicial, qualquer falha pode ser rastreada e tratada com ações corretivas fundamentadas, fortalecendo a confiabilidade do processo como um todo (TOMIĆ & BRKIĆ, 2011).

2.3 CEP (CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO)

O Controle Estatístico de Processo (CEP) é um método quantitativo voltado à monitoração e controle da variabilidade dos processos produtivos. Montgomery (2009) destaca que, por meio do uso de gráficos de controle, o CEP permite distinguir causas comuns (inerentes ao processo) de causas especiais (excepcionais ou anômalas), possibilitando ações corretivas direcionadas. A análise de índices como Cpk (capacidade) e Ppk (desempenho) fornece uma medida objetiva da aderência do processo aos limites de especificação definidos pelo cliente. Conforme apontado por

Peiter (2009), o índice Cpk é utilizado em processos considerados estáveis, enquanto o Ppk é apropriado quando a estabilidade ainda não foi comprovada. A aplicação do CEP também inclui ferramentas de visualização de dados, como histogramas e diagramas de Pareto, que permitem uma análise exploratória das distribuições e das principais causas de falhas (GIORDANI, 2006). Tais ferramentas possibilitam o direcionamento mais preciso de ações corretivas e a priorização dos problemas mais impactantes. Em processos nos quais a aplicação contínua do CEP é inviável, soluções como dispositivos à prova de erro (pokayoke) podem ser implementadas como mecanismos complementares de controle. Sua integração com o RCCA e o PPAP fecha um ciclo completo de prevenção, validação e correção.

2.4 CHECKLIST (FERRAMENTA PADRONIZADA DE INSPEÇÃO)

O checklist, compreendido como uma lista padronizada de verificação, é uma ferramenta essencial para garantir a conformidade de peças recebidas com os critérios técnicos exigidos. Trata-se de um roteiro sistemático que orienta o inspetor a verificar todos os aspectos críticos do produto, como dimensões, aparência, documentação e requisitos específicos do cliente (GIORDANI, 2006). Por sua simplicidade e objetividade, o checklist reduz o risco de omissões e promove a padronização das inspeções. De acordo com Peiter (2009), a integração do checklist com documentos como o plano de controle e os resultados dimensionais previstos no PPAP fortalece a coerência entre as etapas de inspeção e aprovação de peças. Além disso, o checklist funciona como um instrumento de registro, permitindo a coleta sistemática de dados sobre não conformidades identificadas. Esses dados alimentam análises posteriores, como o uso de Pareto ou o início de um RCCA, contribuindo diretamente para o ciclo de melhoria contínua.

2.5 CENÁRIO ATUAL E LACUNAS NA LITERATURA

Apesar dos avanços na literatura sobre ferramentas da qualidade aplicadas ao controle de recebimento, ainda persistem lacunas relevantes que justificam novas investigações. Embora autores como Montgomery (2009) e Peiter (2009) tenham consolidado o uso do Controle Estatístico de Processo (CEP) como ferramenta essencial para o monitoramento da variabilidade, e Giordani (2006) tenha destacado

o checklist como um recurso importante para padronização das inspeções, são raros os estudos que abordam a integração dessas práticas no ambiente de recebimento industrial. O manual do AIAG (2006) estabelece o PPAP como base para comunicação entre fornecedor e cliente, mas sua articulação prática com ferramentas como o RCCA ou o uso estratégico de dados históricos do CEP ainda é pouco explorada. Além disso, observa-se escassez de análises sobre os impactos quantitativos dessa integração na redução de não conformidades, bem como sobre o papel dos treinamentos na eficácia dessa aplicação. Dessa forma, o presente artigo contribui ao abordar essa lacuna, propondo uma abordagem integrada e aplicada ao contexto de uma indústria de veículos pesados para construção civil e agricultura, conectando fundamentos teóricos às práticas operacionais no controle de recebimento de peças.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no âmbito de uma indústria de veículos pesados para construção civil e agricultura, com foco no setor responsável pela inspeção de peças no momento do recebimento, denominado de IQA (*Internal Quality Assurance*). A metodologia adotada neste artigo descreve o fluxo atual de inspeção na área de recebimento, estruturado a partir da aplicação combinada de quatro ferramentas da qualidade: RCCA, PPAP, CEP e checklist, apresentando a configuração atual do processo como uma referência de boas práticas na área da qualidade, evidenciando os pontos de controle e os resultados obtidos.

O processo de recebimento tem início com a chegada das peças, que são encaminhadas à área de inspeção antes de serem liberadas para a produção. O primeiro controle ocorre com a aplicação de checklists de inspeção visual e dimensional, desenvolvidos para cada tipo de peça ou família de componentes. Esses documentos são elaborados com base nos desenhos técnicos e especificações de engenharia dos produtos, assegurando que o processo seja conduzido de forma padronizada. Essa sistematização contribui diretamente para a rastreabilidade, facilita auditorias internas e reduz variações de julgamento entre inspetores. Além de promover essa padronização, a utilização dos checklists pode proporcionar ganhos operacionais expressivos: inspeções que anteriormente levavam cerca de 30 minutos agora podem ser concluídas em pouco menos de 20, gerando uma economia de tempo superior a 30% por lote. Conforme ilustrado na Figura 1, a estrutura genérica dos formulários inclui campos para registro do lote, data e responsável pela inspeção, além de itens obrigatórios de inspeção e limites de aceitação, que sempre devem ser acompanhados de uma descrição e de um auxílio visual claro.

FIGURA 1 – EXEMPLO DE UM LAYOUT PADRÃO DE CHECKLIST

Part Number: 0123452024-04-23 12:45 admin

Traceability: TT20380401

Dimension Check

Measure the component length.

PASS

FAIL

N/A

✓



Surface Check

Inspect the surface finish.

PASS

FAIL

N/A

✓

✗



Hole Check

Verify that the hole is present.

PASS

FAIL

N/A

○

✗



FONTE: O autor (2025).

Em caso de defeitos recorrentes, o checklist de determinada peça pode e deve ser atualizado com o último defeito encontrado, por exemplo: Para um lote de pinos com formato cilíndrico que tenham sido identificados com o seu diâmetro fora da tolerância, deve ser adicionado um item específico para que o analista se atente de forma ainda mais especial ao diâmetro da peça, evidenciando que o item foi adicionado devido a uma falha já antes encontrada.

Como essas informações são armazenadas na nuvem, o histórico de preenchimento de um checklist pode ser posteriormente consultado de forma rápida e prática, garantindo assim, a total rastreabilidade do processo.

A digitalização da rotina de inspeções, com checklists e registros armazenados em nuvem, viabiliza o acompanhamento em tempo real das informações de qualidade. Isso permite que desvios identificados sejam tratados de forma imediata, com maior agilidade nas decisões e integração entre áreas envolvidas.

Para garantir que a amostragem das peças inspecionadas seja estatisticamente representativa e esteja em conformidade com padrões internacionais de qualidade, o processo de recebimento faz uso da norma ISO 2859-1. Esta norma

estabelece critérios para a definição do tamanho da amostra a ser inspecionada com base no tamanho do lote e no nível de inspeção desejado, como pode ser observado de forma representativa na Tabela 1 abaixo, assegurando um controle de qualidade eficiente mesmo diante de grandes volumes de recebimento e reduzindo a subjetividade na seleção de itens a serem verificados.

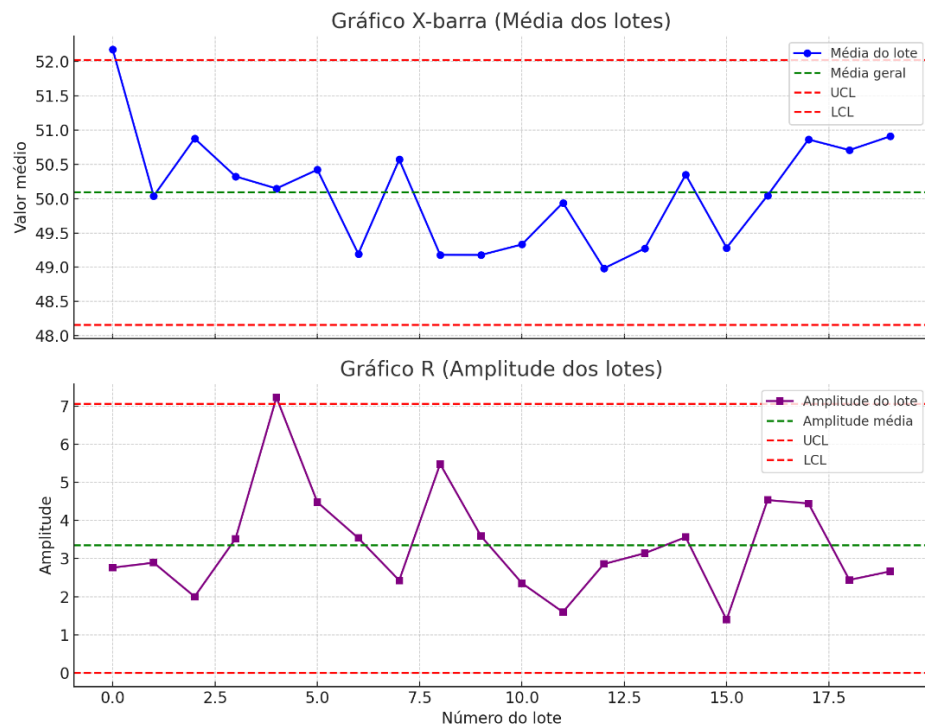
TABELA 1 – QUANTIDADE DE ITENS A SEREM INSPECIONADOS

PN	Nome Item	Lote	Tamanho do lote	Inspecionar
550-2005	Parafuso	1000132187	675	125
984-6289	Rolamento	1000005500	253	50
110-7200	Arruela	1000006306	125	125
250-9200	Válvula	1890006685	90	20
555-3362	Dobradiça	1000006681	25	8
164-1505	Adaptador	1009106684	15	5
559-9716	Torre	1000086682	5	5
458-9362	ECU	1000006613	4	3

FONTE: O autor (2025).

Para componentes com características críticas, como peças estruturais ou de segurança, é aplicada a ferramenta de Controle Estatístico de Processo (CEP). O acompanhamento dessas peças é feito com base em históricos de medições obtidas em inspeções anteriores, organizadas em gráficos de controle por variável. Esses gráficos permitem tomar decisões embasadas tecnicamente quanto à aceitação dos lotes, promovendo ações corretivas antecipadas e evitando retrabalhos. Em experiências similares, a aplicação dessa ferramenta possibilitou detectar desvios antes da ocorrência de falhas em até 70% dos casos, reduzindo significativamente a necessidade de retrabalhos posteriores. Um exemplo representativo desse controle pode ser visualizado na Figura 2, que apresenta um gráfico de controle X-barra e R de uma medida crítica monitorada ao longo de 20 lotes consecutivos. A interpretação visual permite verificar se o processo está sob controle estatístico ou se há tendência de desvio.

FIGURA 2 – EXEMPLO DE GRÁFICO DE CONTROLE CEP (X-BARRA E R) APLICADO A UMA CARACTERÍSTICA CRÍTICA DA PEÇA



FONTE: O autor (2025).

Em casos de novos fornecedores, mudanças de engenharia ou reinício de fornecimento após um período de inatividade, o processo de controle de recebimento exige a validação formal por meio do PPAP (*Production Part Approval Process*), ferramenta que assegura que o processo produtivo do fornecedor esteja qualificado para entregar peças em conformidade de forma consistente. Com isso, fornecedores submetidos ao PPAP demonstraram metade da incidência de falhas nos primeiros três meses, em comparação aos que não passaram pelo processo. Os níveis exigidos variam conforme a criticidade da peça, e envolvem a análise de evidências como estudos dimensionais, certificados de materiais, planos de controle, fluxogramas e amostras de peças. O Quadro 1 apresenta um resumo dos níveis de PPAP utilizados na empresa, com os respectivos documentos exigidos em cada situação.

QUADRO 1 – NÍVEIS DE PPAP APLICADOS CONFORME CRITICIDADE DA PEÇA E SITUAÇÃO DE FORNECIMENTO.

Nível PPAP	Situação Aplicável	Documentação Requerida
Nível 1	Peças de baixo risco ou fornecimento contínuo	Apenas a submissão da peça amostral e declaração do fornecedor
Nível 2	Fornecedores consolidados com alterações leves	Peça amostral + documentos selecionados pela qualidade
Nível 3	Novos fornecedores ou mudanças significativas	Peça amostral + pacote completo de documentos
Nível 4	Sob solicitação da empresa (casos críticos)	Documentos definidos caso a caso pela engenharia/qualidade
Nível 5	Fornecedores estratégicos (auditoria in loco)	Todos os documentos + auditoria no local de produção

FONTE: O autor (2025)

Quando uma não conformidade é identificada durante o recebimento, ela é registrada em sistema próprio e tratada com base na metodologia RCCA (*Root Cause and Corrective Action*). Estimativas indicam que até dois terços das falhas reincidentes poderiam ser evitadas com a aplicação eficaz dessa abordagem. O RCCA permite identificar a causa raiz do problema, definir ações corretivas apropriadas e monitorar sua efetividade. Por envolver diferentes áreas como qualidade, engenharia e o próprio fornecedor, promove uma resolução colaborativa e sistêmica.

Para facilitar a visualização do fluxo de inspeção e evidenciar a aplicação coordenada das ferramentas da qualidade ao longo do processo, o Quadro 2 sintetiza as principais etapas do controle de recebimento, associando cada fase à ferramenta correspondente e ao seu objetivo principal.

QUADRO 2 – FLUXO DE CONTROLE DE RECEBIMENTO COM FERRAMENTAS DA QUALIDADE APLICADAS.

Etapa do Processo	Ferramenta Aplicada	Objetivo Principal
Recebimento físico do material	—	Identificação e segregação do lote para inspeção
Inspeção visual e dimensional	Checklist	Padronizar a verificação e registrar rastreabilidade
Verificação de estabilidade	CEP	Avaliar estabilidade estatística de características
Análise de conformidade técnica	PPAP	Confirmar capacidade do processo do fornecedor
Registro e tratamento de desvios	RCCA	Corrigir falhas e eliminar causas de não conformidade
Liberação ou rejeição do lote	—	Destinar o lote conforme resultado das análises

FONTE: O autor (2025).

A consolidação desse fluxo, por meio da aplicação estruturada das ferramentas, contribui para o fortalecimento do sistema de qualidade como um todo. Essa abordagem permite decisões mais técnicas e bem fundamentadas, melhora a rastreabilidade dos dados, reduz falhas recorrentes e favorece um relacionamento mais transparente e eficaz com os fornecedores. Ao transformar o processo de recebimento em uma rotina padronizada, analítica e orientada à prevenção, cria-se um ambiente propício à melhoria contínua e à confiabilidade dos materiais recebidos.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS / BENEFÍCIOS ESPERADOS

A aplicação integrada das ferramentas da qualidade no processo de recebimento resultou em melhorias perceptíveis, especialmente no que diz respeito à padronização, rastreabilidade e capacidade de resposta a desvios. Mais do que apenas implementar ferramentas isoladas, a sinergia entre os métodos assegura que as inspeções sejam mais assertivas, os lotes liberados com mais confiança e os problemas abordados de forma sistêmica.

Com base em estimativas práticas, espera-se que a taxa de retrabalho causada por falhas não detectadas na inspeção seja reduzida após a aplicação integrada das ferramentas. Outro impacto relevante previsto é a redução no índice de falhas internas relacionadas à qualidade de componentes recebidos, refletindo diretamente na eficiência produtiva e na confiabilidade das entregas.

Ao garantir inspeções mais consistentes e rastreáveis, os checklists contribuíram diretamente para a redução da subjetividade nas análises e ampliaram a confiança nos registros. O CEP, por sua vez, fortaleceu a capacidade da área de qualidade em antecipar falhas e atuar preventivamente junto aos fornecedores. O PPAP passou a funcionar como um filtro técnico essencial para novos fornecimentos ou alterações de processo, enquanto o RCCA estruturou o tratamento de desvios, promovendo melhorias sistêmicas e não apenas corretivas.

Tais resultados reforçam a efetividade do modelo proposto como uma boa prática replicável. Mais do que ganhos pontuais, essa abordagem representa um salto de maturidade no sistema de qualidade, permitindo decisões mais técnicas, integração entre setores e melhor alinhamento com fornecedores.

Para apresentar de forma clara os principais benefícios atingidos com a integração dessas ferramentas, o Quadro 3 a seguir resume graficamente os impactos positivos nas diferentes etapas do processo de inspeção, reforçando os objetivos associados a cada ferramenta e os resultados que devem ser buscados com sua aplicação.

QUADRO 3 – BENEFÍCIOS ESPERADOS COM A APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO CONTROLE DE RECEBIMENTO

Ferramenta aplicada	Benefícios esperados	Indicadores associados
Checklist	Padronização da inspeção, maior rastreabilidade, redução de variações entre inspetores	Redução de erros subjetivos, aumento na padronização
CEP	Monitoramento contínuo de características críticas, antecipação de desvios	Estabilidade dos processos, redução de retrabalho
PPAP	Garantia de conformidade inicial e consistência no fornecimento	Redução de falhas iniciais e devoluções
RCCA	Resolução definitiva de problemas e prevenção de reincidências	Diminuição de falhas nos primeiros lotes e ganho de confiança no fornecimento

FONTE: O autor (2025).

Para fins de acompanhamento contínuo e mensuração da efetividade das práticas implementadas, recomenda-se a definição de indicadores de desempenho específicos. O Quadro 4, apresentado a seguir, propõe exemplos de indicadores-chave que podem ser monitorados periodicamente pela área de qualidade, facilitando a identificação de melhorias e o direcionamento de ações corretivas, sempre alinhadas à estratégia de excelência operacional da empresa.

QUADRO 4 – INDICADORES SUGERIDOS PARA ACOMPANHAMENTO DA EFICIÊNCIA DE RECEBIMENTO

Indicador	Unidade de medida	Objetivo esperado	Frequência de monitoramento
Taxa de não conformidades no recebimento	% de lotes não conformes	Redução gradual ao longo do tempo	Mensal
Tempo médio de inspeção por lote	Minutos	Redução com inspeções mais direcionadas e ágeis	Semanal
Reincidência de falhas por item	Nº de ocorrências	Diminuição com aplicação eficaz do RCCA	Trimestral
Índice de estabilidade dos processos (CEP)	% de características sob controle	Aumento com monitoramento estatístico sistemático	Mensal
Conformidade de documentação PPAP recebida	% de dossiês aceitos sem ressalvas	Aumento indicando maturidade dos fornecedores	Mensal

FONTE: O autor (2025).

Além disso, com base em estimativas práticas, espera-se que a taxa de retrabalho causada por falhas não detectadas na inspeção seja reduzida após a aplicação integrada das ferramentas. Esse impacto decorre, principalmente, da maior rastreabilidade promovida pelos checklists e da detecção antecipada de desvios por meio do CEP. Outro ganho significativo previsto é a redução no índice de falhas internas relacionadas à qualidade de componentes recebidos. Tal resultado está diretamente relacionado à aplicação sistemática do PPAP para novos fornecimentos e ao tratamento efetivo das causas raiz via RCCA. Esses indicadores reforçam a viabilidade da abordagem proposta como uma prática de alto impacto na eficiência do processo de recebimento.

Esses indicadores foram definidos com base em observações de processos similares, permitindo direcionar ações corretivas com mais precisão e mensurar os ganhos obtidos de forma contínua.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de um cenário inicial marcado por retrabalhos recorrentes, falta de padronização nas inspeções e baixa rastreabilidade das causas de não conformidade no recebimento de peças, este artigo apresentou a aplicação integrada de ferramentas da qualidade como um modelo prático para transformar a rotina de controle de qualidade em uma indústria. A maior conquista a ser observada é o aumento significativo da confiabilidade no processo de recebimento, assegurado por um fluxo mais robusto de inspeção, identificação sistemática de causas e padronização dos registros. As principais resistências que tendem a ser enfrentadas em iniciativas similares, como a resistência inicial da equipe à mudança e o tempo demandado para capacitação, podem ser superadas por meio de uma abordagem participativa, que envolva operadores e inspetores nas etapas de construção e validação dos novos padrões, além de treinamentos práticos direcionados às ferramentas aplicadas.

Como próximos passos, recomenda-se a expansão dessa metodologia para outras áreas da empresa, como produção e montagem, adaptando os fluxos às particularidades de cada setor. Na produção, a aplicação integrada das ferramentas permitiria o monitoramento em tempo real de variáveis críticas do processo por meio do Controle Estatístico de Processo (CEP), promovendo ações corretivas mais ágeis e redução de variabilidade. Já na montagem, a utilização sistemática de checklists e análises de causa (RCCA) pode assegurar a conformidade de etapas críticas, prevenindo falhas de montagem e retrabalhos em fases finais do processo. Além disso, a extensão do PPAP para a validação de novos subconjuntos e fornecedores tende a fortalecer ainda mais a confiabilidade dos componentes, prevenindo impactos negativos no produto final. A aplicação em tempo real dessas ferramentas, sustentada por soluções digitais simples e acessíveis, reforça o alinhamento do modelo proposto com os princípios da manufatura inteligente e conectada, ampliando a capacidade de resposta das equipes e a rastreabilidade dos dados no processo. Dessa forma, ao replicar o modelo de boas práticas demonstrado neste artigo, cria-se uma base sólida para o fortalecimento da cultura da qualidade em toda a cadeia produtiva, promovendo ganhos contínuos em eficiência, rastreabilidade e padronização.

REFERÊNCIAS

AIAG - AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP. **CQI – 10: Solução Eficaz de Problemas**. Trad. Instituto da Qualidade Automotiva. 1 ed. São Paulo, 2006.

ALTIERI, A. R.; COPPINI N. L. **Proposta de Metodologia para Homologação Rápida de Novos Produtos na Indústria Automobilística**. REVISTA DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA V. 11, Nº 20 – pp. 13-22-2002.

CONTADOR, J. C. **Gestão de operações: A engenharia de produção a serviço da modernização da empresa**. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

COX, A. **Power, value and supply chain management**. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 4, n. 4, p. 167-175, 1999.

CROFT, D. **Guide: Supplier Quality Management – Learn Lean Sigma**. 2024. Disponível em: <https://www.learnleansigma.com/guides/supplier-quality-management/>. Acesso em: 28 nov. 2024.

GIORDANI, F. R. **Proposta de Implantação do Controle Estatístico de Processo em uma Indústria de Máquinas Agrícolas**. Relatório de Estágio Curricular Supervisionado. Graduação em Engenharia Mecânica, Horizontina, 2006.

HAMMES, J. **Implantação dos procedimentos PPAP no ERP para utilização dos clientes da empresa Tecnicon**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

LOCKHEED MARTIN. **Root Cause and Corrective Action (RCCA) Handbook**. 2024. Disponível em: <https://www.lockheedmartin.com/content/dam/lockheed-martin/uk/documents/suppliers/RCCA-Problem-Solving-Guidebook.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2024.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. 6th ed. New York: Wiley, 2009.

PEITER, F. **Terceirização da Avaliação e Aprovação PPAP de Itens comprados incidentais e menores da John Deere Brasil – Departamento da Qualidade, Planejamento, Verificação e Validação – DQPV**. Programa de Pós – Graduação em Engenharia Mecânica, Horizontina, 2009.

POWER, D. **Supply chain management integration and implementation: a literature review**. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 10, n. 4, p. 252-263, 2005.

PPAP. **Processo de Aprovação de Peça de Produção**. 4. ed. 2006.

SHAH, J. ***Supply Chain Management - An Integrated Approach***. s.d. Disponível em:
<https://pressbooks.pub/supplychainmanagement3005/>. Acesso em: 26 nov. 2024.

TOMIĆ, B.; BRKIĆ, S. V. ***Effective Root Cause Analysis and Corrective Action Process***. *Journal of Engineering Management and Competitiveness (JEMC)*, v. 1, n. 1/2, p. 16-20, 2011.