



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA NA MANUFATURA DE
UMA EMPRESA DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA PARA ELEVAÇÃO
DA EFICIÊNCIA PRODUTIVA**

BRUNA ALBUQUERQUE GONÇALVES DINIZ

JOÃO PESSOA - PB

2026

BRUNA ALBUQUERQUE GONÇALVES DINIZ

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA NA MANUFATURA DE UMA
EMPRESA DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA PARA ELEVAÇÃO DA
EFICIÊNCIA PRODUTIVA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Coordenação de Engenharia de Produção, da
Universidade Federal da Paraíba, como um dos
requisitos à obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Orientadora: Profa Liane Márcia Freitas Silva

JOÃO PESSOA - PB

2026

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

Diniza Diniz, Bruna Albuquerque Gonçalves.

Aplicação da metodologia PDCA na manufatura de uma empresa da indústria automotiva para elevação da eficiência produtiva / Bruna Albuquerque Gonçalves Diniz. - João Pessoa, 2026.
47 f. : il.

Orientação: Liane Márcia Freitas Silva.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Eficiência produtiva. 2. Melhoria contínua. 3. Ciclo PDCA. I. Silva, Liane Márcia Freitas. II. Título.

UFPB/BSCT

CDU 658.5(043.2)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aluna: BRUNA ALBUQUERQUE GONÇALVES DINIZ

Título do trabalho: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA NA MANUFATURA DE
UMA EMPRESA DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA PARA ELEVAÇÃO DA EFICIÊNCIA
PRODUTIVA

Trabalho de conclusão de curso defendido e aprovado em 01 de abril de 2026 pela banca
examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **LIANE MARCIA FREITAS E SILVA**
Data: 01/04/2026 21:43:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora – Profa. LIANE MÁRCIA FREITAS SILVA

Documento assinado digitalmente
 **JONAS ALVES DE PAIVA**
Data: 01/04/2026 21:48:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador interno – Prof. JONAS ALVES DE PAIVA

Documento assinado digitalmente
 **PABLO RAMON MATIAS DE ANDRADE**
Data: 02/04/2026 09:14:46-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Examinador interno – Prof. PABLO RAMON MATIAS DE ANDRADE

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela vida, pela saúde e pela oportunidade de concluir mais esta etapa tão importante da minha trajetória.

Aos meus familiares, pelo apoio incondicional, compreensão e incentivo ao longo de toda a minha formação. Em especial, ao meu pai e à minha mãe, que, por incontáveis vezes, não mediram esforços para me ajudar, sempre demonstrando, em cada atitude, muito amor e cuidado.

Ao meu namorado, por sempre estar ao meu lado e ser meu maior apoiador.

À minha professora e orientadora, Liane Freitas, pela dedicação, orientação e incentivo, contribuindo significativamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do curso, pelos ensinamentos transmitidos ao longo da graduação, que foram essenciais para a minha formação acadêmica e profissional.

À empresa e aos colaboradores envolvidos, pela disponibilidade, apoio e colaboração durante a realização deste estudo, possibilitando a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos.

Aos colegas e amigos dos cursos de Engenharia Química e Engenharia de Produção, pelo companheirismo, troca de experiências e apoio durante essa jornada.

Às amigas construídas durante o período de estágio, por terem tornado essa experiência mais leve e enriquecedora.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero agradecimento.

RESUMO

A eficiência produtiva representa um fator fundamental para a competitividade das organizações industriais, uma vez que está diretamente relacionada ao melhor aproveitamento dos recursos e à redução de desperdícios nos processos produtivos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo demonstrar a redução de perdas produtivas e o aumento da eficiência no processo de formação de baterias automotiva, por meio da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade e melhoria contínua. Para o desenvolvimento do estudo, foi adotada a metodologia do ciclo PDCA, amplamente utilizada na gestão de processos. A pesquisa foi classificada como um estudo de caso, com abordagem qualitativa e quantitativa, realizada em ambiente industrial. Os resultados evidenciam que a aplicação sistemática do ciclo PDCA e das ferramentas da qualidade contribui para a identificação de problemas, melhoria da organização dos processos e aumento da eficiência produtiva. Após implementação das melhorias foi possível reduzir em 25% o tempo médio do processo de resfriamento das baterias, o que ocasionou a redução do tempo de ciclagem dos bancos de formação, obtendo um ganho de produção no montante de 3.500 baterias/mês.

Palavras-chave: eficiência produtiva; melhoria contínua; ciclo PDCA; gestão da qualidade; processos produtivos.

ABSTRACT

Productive efficiency represents a fundamental factor for the competitiveness of industrial organizations, as it is directly related to better resource utilization and the reduction of waste in production processes. In this context, the present study aimed to demonstrate the reduction of production losses and the increase in efficiency in the automotive battery formation process through the application of quality management and continuous improvement tools. For the development of the study, the PDCA cycle methodology, widely used in process management, was adopted. The research was classified as a case study, with both qualitative and quantitative approaches, conducted in an industrial environment. The results show that the systematic application of the PDCA cycle and quality tools contributes to problem identification, improved process organization, and increased productive efficiency. After the implementation of the improvements, it was possible to reduce the average battery cooling process time by 25%, which led to a reduction in the cycle time of the formation banks, resulting in a production gain of 3,500 batteries per month.

Keywords: productive efficiency; continuous improvement; PDCA cycle; quality management; production processes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo PDCA.....	16
Figura 2 - Diagrama de Ishikawa	19
Figura 3 - Ferramenta 5W2H	19
Figura 4 – Orgonograma da UGB 03	22
Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo da empresa	26
Figura 6 - Componentes das baterias chumbo-ácido.....	27
Figura 7 - Bancos de formação	29
Figura 8 - Brainstorming	31
Figura 9 - Diagrama de Ishikawa	32
Figura 10 - Ilustração do sistema de resfriamento	33
Figura 11 - Acionamento manual e automático das válvulas de entrada d'água e bomba de circulação	35
Figura 12 - Acionamento manual e automático do nível da água	35
Figura 13 - Redução no tempo médio de resfriamento das baterias.....	36
Figura 14 - Redução no tempo médio de resfriamento das baterias família 4D	36
Figura 15 - Etapas do processos do resfriamento das baterias (Manual e Automatizado).....	38

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Exemplo de análises realizadas para definição de condições ideais	33
---	----

Sumário

FOLHA DE APROVAÇÃO	3
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Formulação do problema da pesquisa	10
1.2 Justificativa da pesquisa	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo Geral	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Melhoria Contínua	14
2.2 Ciclo PDCA	15
2.3 Ferramentas da Qualidade aplicadas ao PDCA	17
2.3.1 Brainstorming	18
2.3.2 Diagrama de Ishikawa	18
2.3.3 Plano de Ação (5W2H)	19
2.4 Eficiência produtiva	20
3 MÉTODO DE PESQUISA	21
3.1 Classificação da Pesquisa	21
3.2 Caracterização do ambiente de pesquisa	22
3.3 Método de coleta e análise dos dados de pesquisa	23
3.4 Modelo de PDCA adotado para a implementação na empresa estruturado em conformidade com os objetivos específicos do estudo	24
4. RESULTADOS	26
4.1 Descrição do processo produtivo da empresa	26
4.2 Identificação dos problemas no processo de formação de baterias e diagnóstico das suas causas	28
4.3 Descrição da execução das ações de melhoria	34
4.4 Monitoramento e Comparação dos Indicadores de Eficiência Produtiva	35
4.5 Padronização e proposta de replicação das Melhorias Implementadas	38
5. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICE I – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO	45
APÊNDICE II – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM COLABORADORES DO NÍVEL OPERACIONAL	46
APÊNDICE III – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM NÍVEL TÁTICO	47

1. INTRODUÇÃO

1.1 Formulação do problema da pesquisa

O ramo automobilístico representa um dos principais pilares da economia nacional, possuindo grande influência na geração de empregos, avanços tecnológicos e no desenvolvimento de diversos ramos produtivos. De acordo com dados da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea), em 2024, o Brasil produziu cerca de 2,5 milhões de veículos, cerca de 9,7% a mais que o ano anterior, se consolidando como o oitavo maior produtor de veículos do mundo.

Ao mesmo tempo que esse crescimento vem acontecendo no setor automotivo, observa-se também uma ampliação significativa em sua cadeia de suprimentos, na qual a fabricação de baterias ocupa uma posição estratégica, atuando como um fornecedora de primeiro nível para as montadoras. De acordo com o relatório da IMARC Group (2024), o mercado global de baterias foi avaliado em 23 bilhões de dólares no ano de 2024 e a projeção é que alcance 36,7 bilhões de dólares no ano de 2033, evidenciando o potencial de crescimento e a relevância desse segmento na indústria automotiva.

O avanço do setor automotivo tem intensificado a competitividade entre as empresas, exigindo que as empresas alcancem a excelência na gestão de seus processos. De acordo com Campos (1992), o que realmente garante a sobrevivência das empresas é a garantia de sua competitividade, e esta resulta da garantia da produtividade e da qualidade do produto (valor agregado).

Nesse cenário, há um impulsionamento na busca por tornar os processos mais produtivos, melhorar a qualidade do produto e reduzir custos, garantindo, dessa forma, maior eficiência operacional e sustentabilidade das empresas em mercados cada vez mais exigentes (Slack; Brandon-Jones; Johnston, 2018).

A partir desse conceito, observa-se que a eficiência produtiva se torna um elemento essencial para sustentar a competitividade. A busca pela eficiência tem sua base na Administração Científica, desenvolvida por Frederick Taylor, também conhecida por Taylorismo. Nessa abordagem, Taylor defende que o trabalho deve ser planejado, com base em estudos detalhados de tempos e movimentos, com o intuito de identificar a forma mais racional e produtiva de execução das atividades. Dessa forma, os gestores devem analisar cada atividade, eliminar movimentos desnecessários e definir a forma mais eficiente de realização do trabalho, aproveitando os recursos disponíveis e garantindo maior produtividade (Taylor, 1990).

A busca pela eficiência produtiva também se apoia em métodos de gestão da qualidade e melhoria contínua, entre eles se destaca o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Desenvolvido por Walter A. Shewhart e difundido por William Deming, a ferramenta segue uma abordagem sistemática que possibilita o planejamento, organização, controle e melhoria contínua dos processos (Deming, 1986).

O ciclo PDCA tem como objetivo principal promover a melhoria contínua, sendo composto por quatro etapas: planejar (*Plan*) que consiste em identificar o problema a partir de dados, definir as ações e metas a serem alcançadas; executar (*Do*) que é a etapa relacionada a execução do plano de ação; verificar (*Check*) é o momento de checar os resultados obtidos; e agir (*Act*) é a etapa de padronizar aquilo que foi efetivo e tratar aquilo que não foi, retornando para a etapa planejar (Campos, 2004).

O PDCA contribui para a padronização das operações, fortalece o monitoramento por meio de indicadores e cria um ambiente favorável à tomada de decisões baseadas em dados. Além disso, impulsiona a redução de desperdícios, a elevação de produtividade e o aumento da qualidade, sendo uma metodologia consolidada para alcançar a excelência operacional de processos produtivos (Deming, 1986).

Neste trabalho, o problema que norteia a realização da pesquisa, centra-se justamente na indústria automobilística, em uma fornecedora de primeira linha de uma produtora de baterias de uma grande montadora nacional montadora, na qual, foram identificados diversos problemas relacionados a perdas de processo, como, atrasos na etapa de formação de baterias, movimentações desnecessárias, tempos excessivos de *setup*, falta de padronização das operações e predominância de processos manuais.

A partir da verificação destas perdas, a gerência industrial decidiu promover projetos que pudessem promover oportunidades de desenvolvimento com base nos custos operacionais pela redução destas perdas. Neste cenário, foi definido que seria implantado um projeto cujo escopo se baseava na metodologia do PDCA, uma vez que, é uma metodologia amplamente utilizada e com etapas bem sistematizadas. De início, foi percebido que o processo de formação de bateria estava sendo um problema no fluxo produtivo da empresa, visto que não conseguia atender de forma contínua à demanda do processo subsequente, ocasionando paradas e redução da eficiência de todo processo.

Neste contexto, foi definido o escopo deste projeto que tinha por finalidade analisar o processo de formação de baterias automotivas a fim de reduzir perdas de processo a partir da metodologia do PDCA. A partir disso, assumiu-se que o problema de pesquisa que direciona este trabalho é: **Como a aplicação da metodologia PDCA pode reduzir as perdas produtivas**

e aumentar a eficiência no processo produtivo de baterias automotivas?

1.2 Justificativa da pesquisa

Consolidado como o oitavo maior produtor mundial de automóveis em 2024, o Brasil conta com as principais fabricantes mundiais, como *Stellantis*, *Volkswagen*, *General Motors*. Nesse cenário, fornecedores de primeira linha da cadeia automotiva enfrentam forte pressão por desempenho operacional, redução de perdas e atendimento rigoroso aos requisitos das montadoras, o que reforça a necessidade de métodos estruturados de gestão e melhoria contínua. O que configura um ambiente industrial orientado por elevados padrões de qualidade, produtividade e confiabilidade nos processos.

Nesse cenário, a fabricante de baterias analisada neste estudo, como fornecedora primária de importantes montadoras de automóveis no país, também está inserida nesse ambiente de elevada exigência por eficiência operacional, qualidade e confiabilidade de seus processos. Diante dessas demandas, torna-se essencial a utilização de metodologias de melhoria contínua que possibilitem identificar oportunidades de aumentar a eficiência das operações. Assim, a realização desta pesquisa se justifica pela necessidade de analisar e aplicar abordagens estruturadas de gestão em ambiente industrial, contribuindo para o aprimoramento da gestão dos processos e para o fortalecimento da competitividade da organização na cadeia automotiva.

Além dessa justificativa, aponta-se ainda que no cenário das ferramentas de gestão, o ciclo PDCA destaca-se como uma abordagem consolidada na literatura e no meio industrial, possuindo alta aplicabilidade em vários segmentos de mercado, e por isso, justifica-se a escolha desta metodologia como elemento central de sistematização para a ação gerencial empreendida.

Exemplos de aplicação apontadas na teoria são os trabalhos de Possalle e Calfei (2020) que evidenciam que a implementação do ciclo PDCA proporciona ganhos mensuráveis no desempenho operacional e redução de custos associados a falhas de processo no setor metal mecânico. De forma semelhante, no ramo alimentício, Francisco e Casagrande (2025) que destacam que o método favorece a padronização das atividades e o controle sistemático das melhorias implementadas, fortalecendo a gestão da qualidade nas organizações.

A presença de resultados positivos em contextos organizacionais distintos reforça a versatilidade do ciclo PDCA como metodologia de gestão. Sua estrutura lógica baseada em planejamento, execução, verificação e ação corretiva permite a adaptação do método a diferentes níveis organizacionais e tipos de processo, desde atividades administrativas até sistemas produtivos complexos.

Segundo Slack *et al* (2018), o PDCA é a base da melhoria incremental em operações de serviços e manufatura. Dessa forma, a ferramenta se consolida como um modelo de melhoria contínua aplicável a realidades organizacionais diversas, independentemente do setor de atuação.

Portanto, a realização desta pesquisa justifica-se pela necessidade de aplicação de metodologias estruturadas que promovam a melhoria do desempenho produtivo em ambientes industriais complexos, nos quais a integração entre qualidade, eficiência operacional e gestão de processos é fundamental para a competitividade organizacional, ao mesmo tempo em que a necessidade de promover eficiência produtiva se faz presente na empresa que é o ambiente desta pesquisa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Demonstrar como a metodologia PDCA pode reduzir as perdas produtivas e aumentar a eficiência em uma empresa da indústria automotiva no processo produtivo de baterias.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Descrever o processo produtivo da empresa;
2. Identificar problemas no processo de formação de baterias e diagnosticar as suas causas;
3. Descrever a execução das ações de melhoria;
4. Monitorar e comparar indicadores de eficiência produtiva;
5. Padronizar e propor a replicação das melhorias implementadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nessa etapa serão apresentados os principais conceitos que fundamentam a realização deste trabalho. Inicialmente, serão abordados os princípios teóricos relacionados à gestão da qualidade e da melhoria contínua, destacando a sua importância para um melhor desempenho de processos produtivos. Na sequência, discute-se o PDCA como metodologia estruturada para análise e solução de problemas. Em seguida, são apresentadas algumas ferramentas da qualidade que auxiliam na aplicação da metodologia. Por fim, são abordados conceitos relacionados à eficiência produtiva, importante indicador de desempenho no ambiente industrial. Dessa forma, busca-se contextualizar o estudo de caso, evidenciando a relação entre o processo produtivo e as ferramentas aplicadas para a otimização dos resultados.

2.1 Melhoria Contínua

O conceito de Qualidade é relativamente amplo e complexo, tendo como algumas definições a adequação ao uso, ou seja, o produto deve cumprir a função pelo qual ele foi projetado (Juran, 1990); conformidade com os requisitos estabelecidos, dessa forma, o principal objetivo é a ausência de defeitos (Crosby, 1999); e, para Deming, qualidade é um sistema abrangente que envolve a melhoria contínua dos processos (Deming, 1990).

A gestão da qualidade moderna é guiada a partir de princípios que orientam a sua aplicação: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processos, melhoria contínua, tomada de decisão baseada em evidências e gestão do relacionamento (ABNT, 2015). Tais princípios consolidam a qualidade como sendo um elemento central da estratégia organizacional e um compromisso de toda a organização. (Deming, 1990).

Dentro desse contexto, Deming propôs 14 princípios fundamentais que orientam as organizações na busca por maior qualidade, produtividade e satisfação do cliente. Dentre eles, destaca-se o princípio 5, que estabelece a necessidade da organização de ter um compromisso contínuo com a melhoria, buscando sempre aprimorar seus processos (Deming, 1986).

A origem do conceito de melhoria contínua está associada ao desenvolvimento das práticas modernas de gestão de qualidade. A partir de estudos estatísticos de controle de processos, foi introduzida a ideia de monitorar sistematicamente o desempenho produtivo, pois o controle sistemático dos processos permite identificar causas de variação e sustentar a melhoria contínua da qualidade (Shewhart, 1931). Já W. Edwards Deming foi o responsável por difundir e consolidar o conceito de aperfeiçoamento contínuo por meio de ciclos de planejamento, execução, verificação e padronização. Nesse contexto, a melhoria contínua

assume o papel de orientar a análise das causas que comprometem o desempenho dos processos produtivos.

Dessa forma, observa-se que a busca sistemática pela melhoria dos processos está diretamente relacionada à eficiência produtiva, uma vez que possibilita a utilização mais eficaz dos recursos disponíveis, redução de desperdícios e a elevação da produtividade, contribuindo para um desempenho operacional mais eficiente (Slack; Chambers; Johnston, 2009).

No contexto industrial, a eficiência produtiva depende da estabilidade e da fluidez do processo produtivo. A presença de perdas operacionais, como falta de padronização das atividades, execução de processos manuais, equipamentos sem condições básicas de funcionamento e atrasos no fluxo produtivo, favorece o surgimento de gargalos operacionais que limitam o desempenho global do sistema. Esses problemas comprometem o ritmo de produção, geram acúmulo de trabalho em processo e reduzem o aproveitamento dos recursos disponíveis, impactando simultaneamente na produtividade e na qualidade e evidenciando a necessidade da aplicação da melhoria contínua como estratégia para identificar falhas, reduzir desperdícios e elevar o desempenho dos processos produtivos.

Dessa forma, a melhoria contínua se destaca como um dos principais fundamentos da gestão da qualidade, proporcionando às empresas melhores resultados e a redução de desperdícios nos processos produtivos. Para viabilizar a aplicação sistemática da melhoria contínua nas organizações, diversas metodologias foram desenvolvidas, entre elas o ciclo PDCA, amplamente utilizado na análise e solução de problemas organizacionais.

2.2 Ciclo PDCA

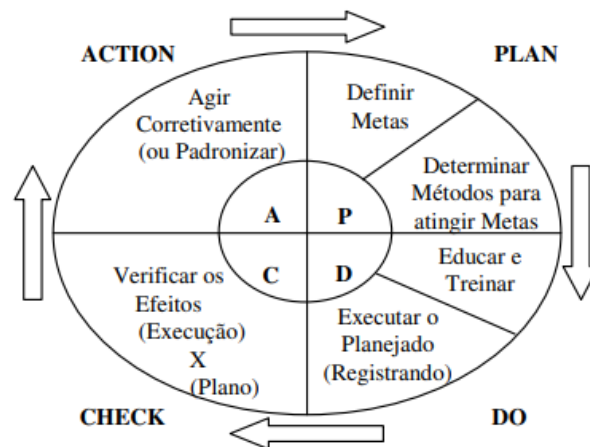
O ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de Deming, foi idealizado por Walter A. Shewhart na década de 1920, o conceito foi amplamente difundido por William Edwards Deming no Japão, no cenário após a Segunda Guerra Mundial. Atualmente, é reconhecido como uma das principais ferramentas de apoio à melhoria contínua e à gestão sistemática dos processos organizacionais (Falconi, 2014).

O PDCA foi idealizado para ser usado como um modelo dinâmico, dessa forma, a finalização de sua última fase implica no começo de um novo ciclo, ou seja, o ciclo deve ser repetido de forma cíclica, promovendo o aprendizado organizacional contínuo (Imai, 1986).

O ciclo é composto por quatro etapas principais, descritas a seguir e podem ser visualizadas na Figura 1:

- 1) *Plan* (Planejamento): consiste na identificação, observação e análise do problema até que seja possível traçar um plano de ação para solucioná-lo;
- 2) *Do* (Execução): refere-se à execução efetiva das medidas planejadas no plano de ação, garantindo o envolvimento dos colaboradores relacionados ao processo.
- 3) *Check* (Verificação): consiste na verificação de tudo que foi realizado e da eficiência dos resultados obtidos a partir das ações tomadas na etapa anterior;
- 4) *Act* (Ação): etapa de padronização das ações que surgiram efeito e de reflexão e melhoria das ações que não surgiram o efeito esperado.

Figura 1 - Ciclo PDCA



Fonte: Campos (1992)

O ciclo PDCA destaca-se por sua versatilidade, uma vez que pode ser aplicado em diferentes níveis organizacionais. No nível estratégico, a ferramenta é utilizada no desdobramento de diretrizes e metas. No nível tático, o método contribui para o planejamento, assegurando o alinhamento dos processos com as estratégias estabelecidas. No nível operacional, o ciclo é amplamente utilizado na gestão de rotina e na resolução sistemática de problemas, promovendo a melhoria contínua do desempenho produtivo (Falconi, 2014).

Em ambientes industriais, geralmente caracterizados por múltiplos processos interdependentes e forte pressão por custos, prazos e qualidade, a versatilidade do PDCA torna-se especialmente relevante. Tal característica explica sua recorrente utilização em diferentes estudos e aplicações práticas, nos quais o método é empregado como base para projetos de aumento de produtividade, elevação de eficiência produtiva e redução de custos servindo como referência para pesquisas desenvolvidas em variados segmentos produtivos.

Estudos recentes apresentados em eventos científicos reforçam a aplicabilidade prática do ciclo PDCA em diferentes contextos industriais.

Exemplo disso é dado por Brito e Mâsih (2025) que analisaram a aplicação do PDCA para aumento da produtividade na célula de acabamento de uma indústria siderúrgica. O estudo evidenciou que a empresa enfrentava dificuldades no atendimento das ordens de produção, alcançando índices inferiores à meta estabelecida de 97%, além de altos índices de interrupções durante o turno de trabalho. A partir da aplicação estruturada das etapas do ciclo, foi possível identificar causas relacionadas principalmente à mão de obra, métodos e falhas operacionais, além de implementar ações como revisão de padrões operacionais, treinamentos e melhoria na gestão de materiais. Obtendo como resultado o indicador de atendimento das ordens de produção com uma evolução de 85% para 97% em poucos meses, além da redução das interrupções operacionais para 5%, demonstrando ganhos concretos de desempenho produtivo.

Outra evidência da aplicabilidade do ciclo PDCA é apresentada por Santos *et al.* (2025), que analisaram a confiabilidade em correias transportadoras de minério de ferro no Pará, e identificaram que o principal problema estava relacionado ao desalinhamento das correias, responsável pelo aumento das manutenções corretivas e pela baixa disponibilidade do sistema. A partir da aplicação estruturada do ciclo PDCA e com apoio de ferramentas como Diagrama de Ishikawa, foi implementada uma solução que resultou na redução significativa das horas de manutenção corretiva e no aumento expressivo do tempo médio entre falhas (MTBF), elevando a confiabilidade do processo. Os autores concluíram que o PDCA se mostrou eficaz na melhoria contínua e no aumento do desempenho operacional.

A aplicação do ciclo PDCA é frequentemente apoiada por ferramentas da qualidade que auxiliam na identificação de causas de problemas, na análise de dados e na elaboração de planos de ação. Essas ferramentas tornam o processo de tomada de decisão mais estruturado e baseado em evidências, contribuindo para a efetividade das melhorias implementadas.

2.3 Ferramentas da Qualidade aplicadas ao PDCA

Segundo Mariani (2005) para o auxílio durante todo o processo de análise e identificação do problema, existe um conjunto de técnicas denominadas ferramentas da qualidade que contribuem para a resolução assertiva dos problemas. Serão apresentadas, portanto, algumas ferramentas aplicadas nessa pesquisa, como *Brainstorming*, que estimula a geração de ideias, Diagrama de *Ishikawa*, que apoia a identificação de causas raízes e o 5W2H, que atua na elaboração de planos de ação objetivos.

A aplicação dessas ferramentas proporciona uma melhor compreensão dos processos e das variáveis envolvidas, permitindo uma análise mais consistente das causas dos problemas identificados. Dessa forma, ao direcionar as ações de melhoria de maneira mais eficaz, o uso

dessas ferramentas contribuem gradualmente para a eficiência produtiva, gerando redução de perdas, o uso mais eficiente dos recursos e o aprimoramento do desempenho produtivo.

2.3.1 Brainstorming

O *Brainstorming* que tem como sua tradução do inglês como tempestade de ideias, tem como objetivo reunir as pessoas envolvidas no processo a ser discutido para gerar um grande número de ideias, informações e opiniões, com o intuito de fomentar a criatividade e a colaboração da equipe (Osborn, 1953). No contexto da melhoria contínua, ele é frequentemente aplicado na etapa de identificação do problema e levantamento de possíveis causas, servindo como suporte para o Diagrama de Ishikawa, como exemplo.

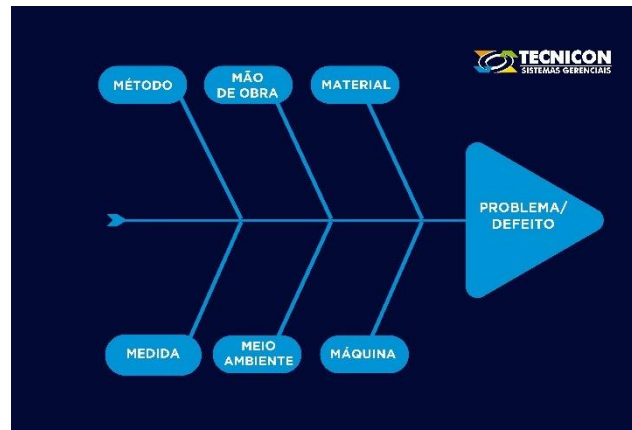
Segundo Marshall Junior e Cierco (2021), essa técnica é especialmente eficaz para promover o engajamento das equipes e ampliar a diversidade de perspectivas, fatores essenciais para a identificação de causas potenciais e alternativas de melhoria.

2.3.2 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, mais conhecido como Diagrama Espinha de Peixe, é uma ferramenta utilizada para identificar, classificar e analisar as potenciais causas de um determinado problema. Desenvolvido na década de 1960 pelo engenheiro Kaoru Ishikawa, seu uso permite à equipe visualizar de forma estruturada a relação entre causa e efeito (Ishikawa, 1993).

Como o próprio nome já sugere, sua representação se assemelha a estrutura de uma espinha de peixe, conforme ilustrado na Figura 2, onde o problema central é colocado à direita representando a “cabeça” do peixe e as potenciais causas são classificadas em categorias ao longo das “espinhas” do peixe. Essa classificação é feita a partir dos 6M’s: método, máquina, medida, material, mão de obra e meio ambiente. Dessa forma, tornando a análise mais robusta e estimulando uma visão mais completa do processo.

Figura 2 - Diagrama de Ishikawa

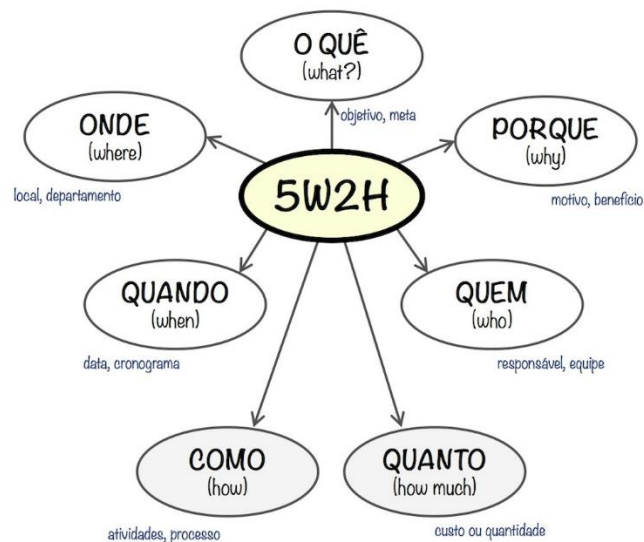


Fonte: TECNICON (2024)

2.3.3 Plano de Ação (5W2H)

O 5W2H é uma ferramenta gerencial utilizada no planejamento e na organização de ações, especialmente em contextos de melhoria contínua e gestão da qualidade. Seu nome deriva das iniciais, em inglês, das sete perguntas que estruturam o plano de ação: What (o que será feito?), Why (por que será feito?), Where (onde será feito?), When (quando será feito?), Who (quem será responsável?), How (como será feito?) e How much (quanto custará?) (Campos, 2004). A Figura 3 mostra uma representação do 5W2H.

Figura 3 - Ferramenta 5W2H



Fonte: TREASY (2015)

Essa ferramenta tem como objetivo principal transformar decisões estratégicas em ações operacionais claras, definindo responsabilidades, prazos e recursos necessários. Segundo Vicente Falconi (2013), o detalhamento das ações é essencial para garantir a efetividade das

melhorias propostas, evitando falhas de execução e retrabalhos.

De acordo com Ishikawa Kaoru (1993), ferramentas simples e estruturadas são fundamentais para consolidar a cultura da qualidade nas organizações, pois facilitam a comunicação e o acompanhamento das ações corretivas e preventivas. O 5W2H se destaca justamente por sua simplicidade e aplicabilidade prática em diferentes níveis organizacionais.

Portanto, o 5W2H é considerado um instrumento estratégico de apoio ao planejamento, pois promove organização, alinhamento e controle das ações, aumentando as chances de sucesso na implementação de melhorias e na resolução de problemas organizacionais.

2.4 Eficiência produtiva

O conceito de Eficiência Produtiva começa a ganhar forma no início do século 20, quando Frederick Winslow Taylor definiu a eficiência como o uso racional dos recursos para maximizar a produção por meio da padronização e da eliminação de desperdícios de tempo e esforço. Taylor introduziu a ideia de que o desempenho produtivo pode ser medido, analisado e melhorado sistematicamente. Com a chegada do Sistema Toyota de Produção, a eficiência produtiva passou a ser associada ao fluxo contínuo, eliminação de desperdícios e tratamento de gargalos (Ohno, 1988).

A eficiência produtiva mede o quanto do potencial produtivo de um sistema é efetivamente convertido em produção útil, indicando perdas associadas a paradas, retrabalhos e uso inadequado de recursos. Dessa forma, a eficiência representa a capacidade do sistema de transformar as entradas em saídas com a menor quantidade de desperdícios possível (Slack; Chambers; Johnston, 2009).

Os indicadores de eficiência permitem quantificar perdas e identificar oportunidades de melhoria no fluxo produtivo. Na gestão de operações industriais, a eficiência produtiva está relacionada à estabilidade dos processos, à eliminação de atividades que não agregam valor ao produto e ao bom fluxo de processos. O desempenho global de um processo é limitado por sua principal restrição, conhecida como gargalo, sendo fundamental identificá-la e gerenciá-la para melhorar o fluxo produtivo e ampliar capacidade operacional (Goldratt; Cox, 2014).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do presente estudo, incluindo a classificação do estudo, a caracterização do ambiente de pesquisa e as etapas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho.

3.1 Classificação da Pesquisa

A classificação da pesquisa pode ser definida a partir de diferentes critérios, como sua natureza, abordagem e métodos adotados para a realização do estudo.

Quanto à natureza, uma pesquisa pode se classificar como pesquisa básica ou aplicada, a primeira tem como objetivo ampliar o conhecimento científico, porém sem aplicação prática imediata, já a segunda, que é onde o presente estudo se enquadra, busca gerar conhecimento para solucionar problemas específicos em contextos reais (Gil, 2008).

A classificação quanto à abordagem, está relacionada à forma que como os dados são analisados, podendo se categorizar em quantitativa, qualitativa e qualiquantitativo. Sendo a quantitativa utilizando dados numéricos, medições, indicadores e análises numéricas, a qualitativa buscando compreender causas sem foco principal em números, e a qualiquantitativo combinando ambos os elementos. A combinação de métodos quantitativos e qualitativos possibilita uma compreensão mais abrangente do fenômeno estudado, integrando dados numéricos com análises interpretativas (Flick, 2009). Nesse caso, a presente pesquisa se enquadra na abordagem qualiquantitativo.

O classificação por método indica como a pesquisa foi realizada na prática, de acordo com Prodanov e Freira (2013), uma pesquisa pode ser classificada como:

- I. Bibliográfica: baseada em livros, artigos científicos e trabalhos acadêmicos.
- II. Documental: utiliza documentos, relatórios ou registros internos.
- III. Experimental: envolve testes controlados para analisar efeitos de determinadas variáveis.
- IV. Estudo de caso: análise aprofundada de um fenômeno em uma organização específica.
- V. Pesquisa-ação: estabelece uma relação com uma ação ou um problema coletivo.

Como esta pesquisa foi realizada tomando uma empresa do setor industrial como caso específico e aprofundado para compreensão do fenômeno de pesquisa analisado, assumi-se que a pesquisa se enquadra como estudo de caso.

3.2 Caracterização do ambiente de pesquisa

A pesquisa foi realizada em uma unidade de uma fábrica de baterias que possui capacidade de produzir aproximadamente 2 milhões de baterias por ano. Nesta, são montadas, formadas e acabadas baterias automotivas, para veículos leves e pesados, náuticas e estacionárias. Estas são destinadas para o mercado de reposição e exportação. Os setores que compõem o ambiente fabril são divididos em dois segmentos, área fabril e áreas de apoio administrativo. A fabril é subdividida nas seguintes unidades gerenciais básicas (UGBs).

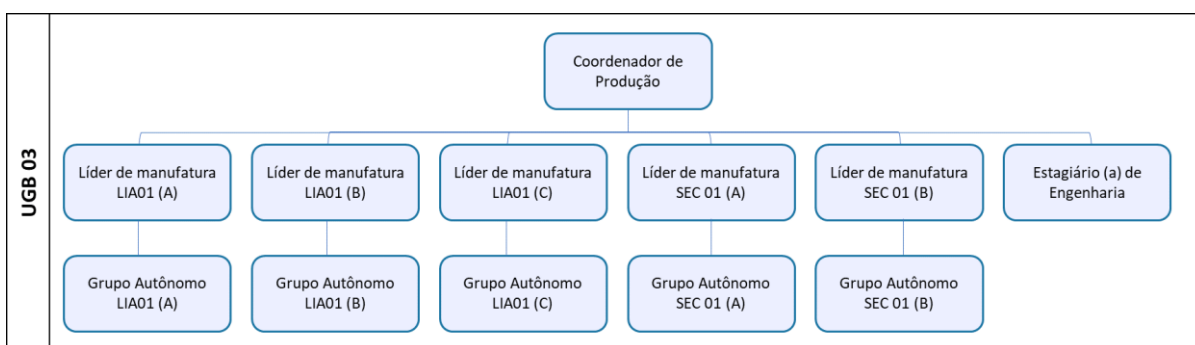
- UGB 01 – Laminação e Montagem;
- UGB 02 – Montagem;
- UGB 03 – Formação e Acabamento;
- UGB 04 – Formação e Acabamento.

Na unidade, há ainda o apoio administrativo, descritos como:

- PCP/ LOGÍSTICA – responsável pela programação e logística;
- SIMA – responsável pela segurança industrial e meio ambiente;
- GPM – responsável pela gestão de pessoas da unidade;
- CQ – responsável pelo controle de qualidade da unidade;
- UGS – responsável por WCM (*World Class Manufacturing*) e apoio as áreas produtivas.

A pesquisa foi realizada na unidade gerencial básica 03, UGB 03, que engloba as áreas produtivas de Formação e Acabamento, que têm como função principal a transformação das matérias-primas em um produto final. Cada setor conta com líderes de manufaturas divididos por turnos e com grupos autônomos como sendo seus liderados. O fluxograma da Figura 4 resume o organograma do setor.

Figura 4 – Orgonograma da UGB 03



Fonte: Autoria própria (2023)

A etapa produtiva de Formação e Acabamento é o setor onde as placas irão sofrer transformações que irão produzir o material ativo do acumulador (chumbo e bióxido de chumbo). Após a formação, a bateria segue para o Acabamento, onde recebe mais solução de ácido sulfúrico, é selada, passa por testes de vazamento e alta descarga e recebe a etiquetagem e a embalagem para ser destinada ao centro de distribuição (CD).

3.3 Método de coleta e análise dos dados de pesquisa

A coleta de dados se deu através do dia a dia no *Gemba* (termo de origem japonesa que significa “local real”, ou seja, o lugar onde as atividades efetivamente acontecem) por meio de observações guiadas por meio de um roteiro de observação (Apêndice I), complementada por entrevistas com colaboradores envolvidos diretamente nos processos analisados. As entrevistas ocorreram tanto no setor de formação de baterias, objeto de estudo deste trabalho, como nos demais setores produtivos da fábrica, para que fosse possível descrever o processo produtivo da empresa.

As entrevistas realizadas com os colaboradores foram de caráter semiestruturado, conduzidas com base em um roteiro previamente elaborado contendo perguntas relacionadas ao funcionamento do processo, às atividades desempenhadas pelos operadores e às principais dificuldades enfrentadas no dia a dia da operação. Participaram das entrevistas colaboradores dos níveis operacional e tático e para cada público entrevistado foi utilizado um roteiro de perguntas prévias como auxílio para a realização das entrevistas. O Apêndice II e III, apresentam os roteiros utilizados para condução dessas entrevistas.

As entrevistas foram realizadas de forma individual, buscando garantir maior profundidade nas respostas e liberdade de expressão dos participantes. Como critério de seleção, consideraram-se colaboradores com, no mínimo, um ano de experiência na função, de modo a assegurar conhecimento consistente sobre o processo. No nível operacional, foram entrevistados aproximadamente oito colaboradores, distribuídos entre diferentes turnos e funções, possibilitando uma visão mais abrangente da operação. Já no nível tático, foram entrevistados um líder de manufatura e um supervisor, contribuindo com uma perspectiva mais estratégica sobre o processo analisado.

As entrevistas foram realizadas no período de Junho de 2023 a Julho de 2023, durante visitas ao setor produtivo. O objetivo principal foi compreender o funcionamento do processo e levantar informações sobre tempos de operações, paradas de máquinas e limitações operacionais.

Além das entrevistas e observações, também foram coletados dados por meio de análise

documental a partir de registros de produção, relatórios operacionais e indicadores de desempenho, utilizados para identificar o comportamento do processo ao longo do tempo e avaliar a eficiência produtiva antes e após a implementação das ações de melhoria.

Essas informações foram fundamentais para o desenvolvimento dos objetivos específicos da pesquisa. Para descrever o processo produtivo, foram utilizadas observações diretas dos processos e consulta a materiais internos da organização. Para identificar problemas e diagnosticar as suas causas no processo de formação de baterias, foram realizadas entrevistas com supervisores e operadores e coletadas informações relacionadas a tempos de ciclo, paradas de máquinas, dificuldades operacionais e limitações técnicas do processo.

A descrição da implementação das ações de melhoria foi baseada nos registros das ações executadas. Para monitorar e comparar os indicadores de eficiência produtiva, foram analisados dados históricos de produção e indicadores de desempenho do setor.

Por fim, para a padronização e proposta de replicação das melhorias implementadas, foram considerados os resultados obtidos após a implementação das ações, bem como a elaboração e atualização de procedimentos operacionais, receitas de processo e treinamentos realizados com os operadores.

3.4 Modelo de PDCA adotado para a implementação na empresa estruturado em conformidade com os objetivos específicos do estudo

O Quadro 1 apresentado a seguir evidencia a estruturação do modelo do ciclo PDCA adotado no estudo, demonstrando a relação direta entre cada uma de suas fases e os objetivos específicos definidos para a pesquisa.

Quadro 1 – Relação entre as etapas do ciclo PDCA e os objetivos específicos do estudo

PDCA	Fase	Objetivo específico
P	Identificação do problema	Identificar problemas no processo de formação de baterias e diagnosticar as suas causas
	Observação	
	Análise de causas	
	Plano de ação	
D	Execução	Descrever a execução das ações de melhoria
C	Verificação	Monitorar e comparar indicadores de eficiência produtiva
A	Padronização	Padronizar e propor replicação das melhorias implementadas
	Replicação	

Fonte: Autoria própria (2026)

Observa-se que, na etapa Planejar (P), estão concentradas as atividades de identificação do problema, observação do processo, análise de causas e elaboração do plano de ação, as quais se conectam ao objetivo de identificar os problemas no processo de formação de baterias e diagnosticar suas causas.

Na etapa Executar (D), o destaque ocorre na implementação das ações propostas, atendendo ao objetivo de descrever a aplicação das melhorias. Em seguida, na fase Checar (C), realiza-se a verificação dos resultados, por meio do monitoramento e comparação dos indicadores de eficiência produtiva, conforme estabelecido nos objetivos do estudo. Por fim, na etapa Agir (A), são contempladas as atividades de padronização e proposta de replicação, alinhadas ao objetivo de propor a consolidação e disseminação das melhorias implementadas.

Dessa forma, o Quadro 1 demonstra que o desenvolvimento do trabalho seguiu uma lógica estruturada, na qual cada objetivo específico foi tratado dentro de uma etapa correspondente do ciclo PDCA, como previsto no escopo do projeto.

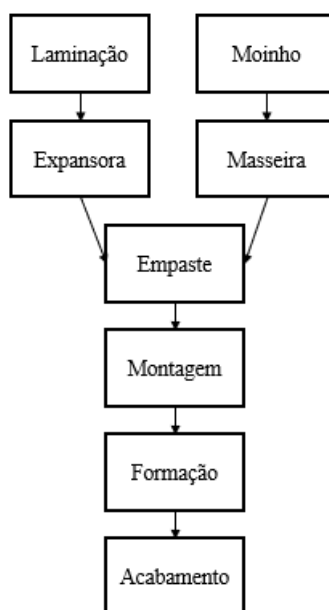
4. RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado o estudo de caso realizado no processo produtivo de formação de baterias automotivas, que foi o processo escolhido para análise por representar um dos principais problemas na produção.

4.1 Descrição do processo produtivo da empresa

Para melhor compreensão das etapas envolvidas no processo produtivo de acumuladores automotivos, apresenta-se na Figura 5 o fluxograma simplificado das principais etapas de produção de uma fábrica de baterias. O fluxograma evidencia o caminho percorrido pelas matérias-primas desde sua entrada no processo até as etapas iniciais de transformação, permitindo visualizar os principais setores envolvidos na fabricação.

Figura 5 - Fluxograma do processo produtivo da empresa



Fonte: Autoria própria (2026)

Ao analisar o fluxograma apresentado na Figura 5, é possível perceber que há dois pontos iniciais para a produção de um acumulador: A Laminação e o Moinho. A etapa produtiva de Laminação é responsável por fundir o chumbo liga que será utilizado na fabricação das grades e transformá-lo em fitas. Essas fitas passam pela expansora, onde ganham o formato de uma grade. As grades têm como função em um acumulador o suporte mecânico e a condução da eletricidade.

Já a etapa do Moinho é responsável por transformar o chumbo metálico mole (Pb) em

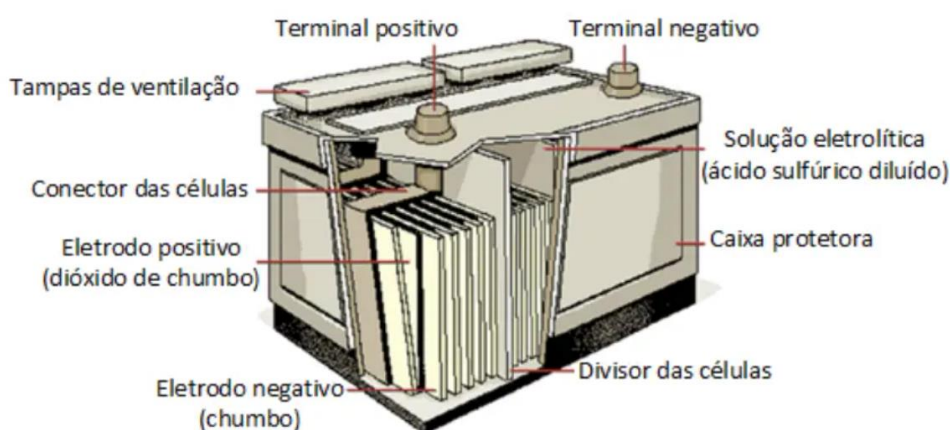
óxido de chumbo (PbO). Este será utilizado na masseira para se produzir a massa. A pureza da massa e suas características físicas são fatores de extrema importância no desempenho do acumulador. Estando diretamente relacionada com a necessidade de manutenção, com o tempo de vida do acumulador devido à corrosão de seus componentes e com a necessidade de recarga durante armazenagem. O chumbo utilizado para tal fim, portanto, deve ser um chumbo de elevado grau de pureza.

Com a grade e massa produzidas, o setor de empastamento será o responsável por fabricar as placas positivas e negativas para as baterias chumbo-ácido. O óxido de chumbo produzido nos moinhos é utilizado como principal matéria-prima para a produção da massa ativa positiva e negativa responsável pela reação eletroquímica presente nos acumuladores de energia.

Uma vez pronta, no processo de empastamento, a massa é pressionada sobre as grades, formando assim a placa crua. Ao fim da etapa de empaste, as placas são empilhadas em cavaletes e transportadas para as estufas. Nesta fase, através de um ambiente de temperatura e umidade controlada, as placas são submetidas a duas etapas cruciais para a qualidade e vida útil da bateria, cura e secagem, sendo denominada de placa curada.

Com a placa pronta, a etapa seguinte é a Montagem, que é onde a bateria começará a criar vida através da montagem dos elementos dentro da caixa de polipropileno e ligação em série desses elementos. Como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Componentes das baterias chumbo-ácido



Fonte: Silva (2020)

Com a bateria montada, ela é transferida para o setor de Formação, nele, as baterias “secas” são recebidas e logo preenchidas com solução ácida (água desmineralizada + ácido sulfúrico) com densidade especificada e dispostas em bancos interligadas entre si.

Durante a etapa de formação, as baterias são submetidas a injeção de carga elétrica por um determinado período de tempo, essa fase é necessária para a conversão do material presente nas placas (PbSO_4) em dióxido de chumbo (PbO_2) nas placas positivas, e chumbo metálico esponjoso (Pb) nas placas negativas. Os bancos de formação necessitam ser preenchidos com água devido ao caráter exotérmico da reação de transformação do material ativo, caso a refrigeração falhe, é possível que a bateria seja danificada durante o processo. (Pavlov, 2011)

Finalizado o processo de formação das baterias, ainda no setor produtivo da Formação, as baterias devem chegar a uma dada temperatura para que possam seguir para o processo seguinte, essa etapa é chamada de resfriamento.

Após formadas, as baterias apresentam redução no nível de solução, portanto na etapa final de acabamento, é preciso realizar um novo enchimento, garantindo que elas sejam entregues aos clientes com solução homogênea e nível de densidade adequado. Em seguida, é selada uma sobretampa nas baterias para que possam ser submetidas aos últimos testes, teste de vazamento, teste de alta descarga e teste de vazamento dielétrico. As baterias aprovadas recebem rótulo e garantia antes de serem paletizadas e encaminhadas para o centro de distribuição.

4.2 Identificação dos problemas no processo de formação de baterias e diagnóstico das suas causas

Esta etapa insere-se no contexto inicial de análise do ciclo PDCA, na qual se busca compreender o problema, identificar suas causas e estruturar as ações necessárias para sua solução.

Durante o acompanhamento diário no *Gemba* (local real), evidenciou-se que o processo de formação de baterias não conseguia atender de forma contínua à demanda do acabamento, etapa seguinte do processo, resultando em recorrentes interrupções na linha de produção e comprometendo a fluidez do processo produtivo.

Com isso, foi realizado um estudo de quais eram as principais paradas que aconteciam nas seções de formação que impactavam na não disponibilidade das baterias para a etapa subsequente. A partir dessa análise, percebeu-se uma certa demora para que o banco de

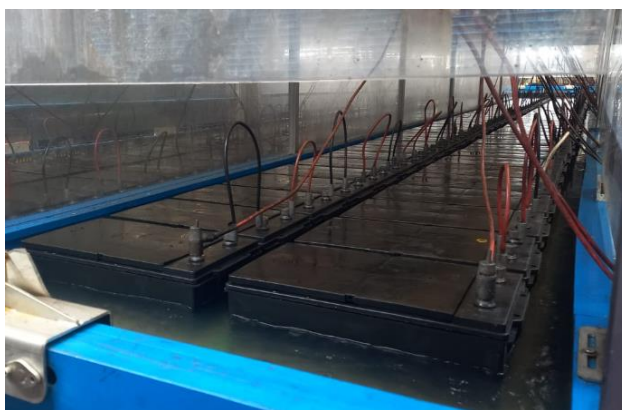
formação que já estavam com as baterias formadas pudessem ser descarregados, e isso se dava ao fato que as baterias precisavam chegar a uma dada temperatura para que, dessa forma, pudesse ser iniciado o processo de descarregamento do banco. Esse processo demorava uma média de 1,5 horas para ser finalizado.

Após a identificação do problema, deu-se sequência na busca das suas principais causas. O primeiro passo das buscas consistiu em ir ao local onde o problema ocorre, neste caso, as seções 01 e 02 de Formação.

Em seguida, foi realizada a etapa de observação direta do processo, que consiste em compreender com maior profundidade a situação real. Nesse momento, é fundamental analisar o processo como um todo, identificando em que etapa a perda ocorre, em quais condições ela se manifesta e quais são os fatores que contribuem para sua ocorrência.

Na Formação, a bateria é enchida com ácido sulfúrico e em seguida são destinadas para os bancos de formação, conforme mostra a Figura 7, onde a bateria receberá a corrente elétrica que será responsável pelas transformações eletroquímicas. Finalizado o processo de formação, as baterias devem chegar a uma temperatura de 30°C (visando a qualidade da bateria) para que então possam ser descarregadas e destinadas ao Acabamento, processo posterior.

Figura 7 - Bancos de formação



Fonte: Autoria própria (2023)

A bateria na etapa de formação passa por uma fase de repouso, 4 fases em que recebe carga e finaliza com o processo de resfriamento. O que define a corrente e quantidade de carga que o plano de formação irá ter será as características de amperage da bateria. Podemos descrever suas fases da seguinte maneira:

1) Fase 0 - Repouso

Como já dito anteriormente, a bateria chega “crua” do processo de montagem, e é na formação que a bateria é enchida com o eletrólito que funcionará como o condutor que transporta os íons elétricos entre as placas positivas e negativas. A fase 0 é conhecida como o tempo entre encher as baterias e iniciar o plano de formação. Durante o enchimento, as placas precisam estar completamente úmidas, para que se inicie o processo de carga. Durante esta fase, ocorre o processo exotérmico de sulfatação das placas, ou seja conversão do óxido de chumbo em sulfato de chumbo tendo como consequência a liberação de calor, dessa forma, um aumento da temperatura do eletrólito. A fase de repouso começa a contar o tempo de 30 minutos para a última bateria do banco.

2) Fase 1

Nessa fase, a corrente é a de menor intensidade, correspondendo a apenas 5 a 10% da amperage hora final, ela tem como objetivo vencer a resistência elétrica inicial.

3) Fase 2

É uma fase onde a intensidade de corrente é aumentada. É um passo intermediário entre fase inicial onde há uma alta resistência interna da bateria e a fase 3 onde a aceitação de carga chega ao seu máximo. Nesta fase aplica-se cerca de 10 a 25 % da carga total e dura de 1,5 h a 3 h.

4) Fase 3

É a fase de maior eficiência da formação onde em num curto intervalo de tempo se consegue aplicar uma grande quantidade de carga sem que haja mudanças bruscas de temperatura na bateria. Nesta fase usa-se a maior intensidade de corrente de todo o plano. Nesta fase aplica-se de 25 a 45% da carga total. O tempo desta fase varia de 3 a 5 horas de carga. Nesse momento forma-se completamente as placas negativas, o eletrodo de chumbo.

5) Fase 4

É a fase de formação que acontece praticamente para terminar de formar as placas positivas, pois as negativas já se encontram praticamente formadas ao fim da fase 3. No final da fase 3 há um salto bastante pronunciado na tensão de carga evidenciando o estágio avançado em que se encontra a formação das placas negativas. Deve haver uma redução na intensidade de corrente, pois com a elevação da tensão da bateria, o fenômeno de gaseificação se pronuncia e a aceitação de carga da bateria diminui muito. Aqui é aplicada de 45 a 55 % da carga total num espaço de tempo entre 12 e 16 horas.

6) Resfriamento

Essa é a etapa de objeto de estudo, nela as placas já estão formadas, porém as baterias finalizam a fase anterior com uma temperatura do eletrólito entre 50°C e 60°C devido as reações químicas que acontecem durante o processo de formação. Para garantir a qualidade das baterias que irão para a etapa seguinte, é necessário aguardar o resfriamento do eletrólito até 40 °C, momento em que é autorizada a sua liberação.

Após ida ao local do problema, e finalizada a etapa de observação direta, onde foi acompanhado o processo de formação de baterias, foi realizado um brainstorming com a equipe envolvida no processo, reunindo profissionais da produção, manutenção, engenharia industrial e áreas de apoio. O objetivo do encontro foi levantar, de forma colaborativa, possíveis causas que podem influenciar no problema identificado. A dinâmica permitiu reunir percepções práticas do processo produtivo, levantar causas potenciais das ineficiências e propor alternativas. As ideias geradas foram posteriormente organizadas conforme mostra a Figura 8, analisadas e priorizadas, servindo como base para a implementação das ações definidas no plano de melhoria.

Figura 8 - Brainstorming

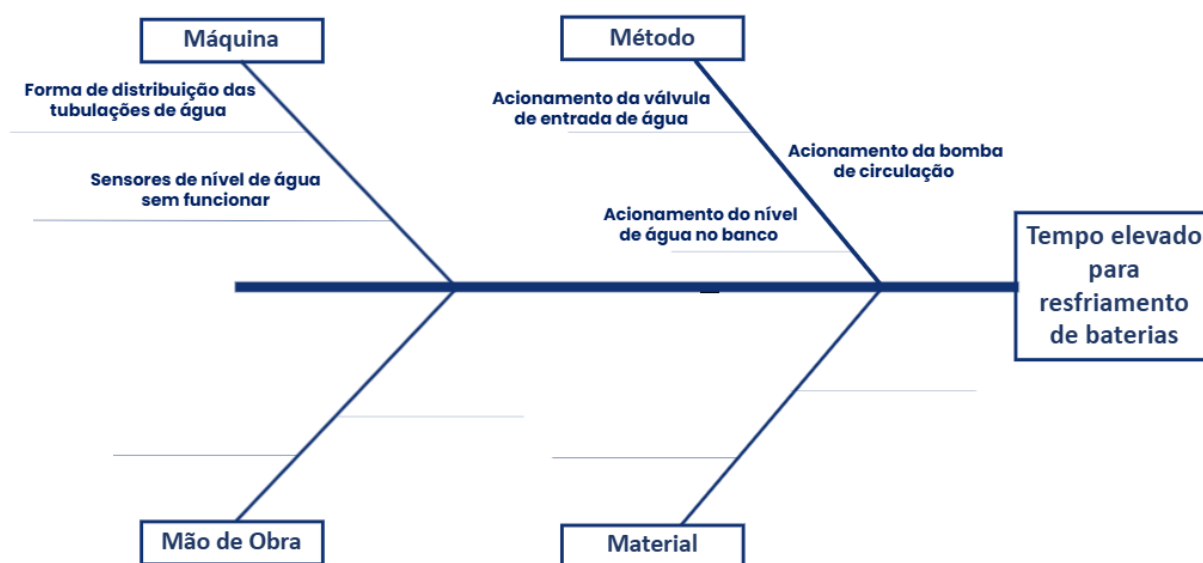
Nº	Causas quem podem influenciar no problema
1	Acionamento da bomba de circulação
2	Nível de água no banco
3	Temperatura da água da torre de resfriamento
4	Posição dos circuitos dos bancos
5	Forma de distribuição das tubulações de água
6	Acionamento da válvula de entrada de água
7	Sensores de nível de água em funcionamento

Fonte: Autoria própria (2023)

Após a realização do brainstorming com a equipe, as possíveis causas relacionadas às ineficiências do processo de formação de baterias foram organizadas e analisadas por meio do Diagrama de Ishikawa, conforme mostra a Figura 9, também conhecido como Diagrama

Espinha de Peixe. Essa ferramenta permitiu estruturar de forma sistemática os fatores identificados, classificando-os em categorias de análise, como método, máquina, mão de obra e material. A aplicação do diagrama possibilitou visualizar a relação entre as causas potenciais e o problema estudado, contribuindo para a priorização das causas mais relevantes.

Figura 9 - Diagrama de Ishikawa

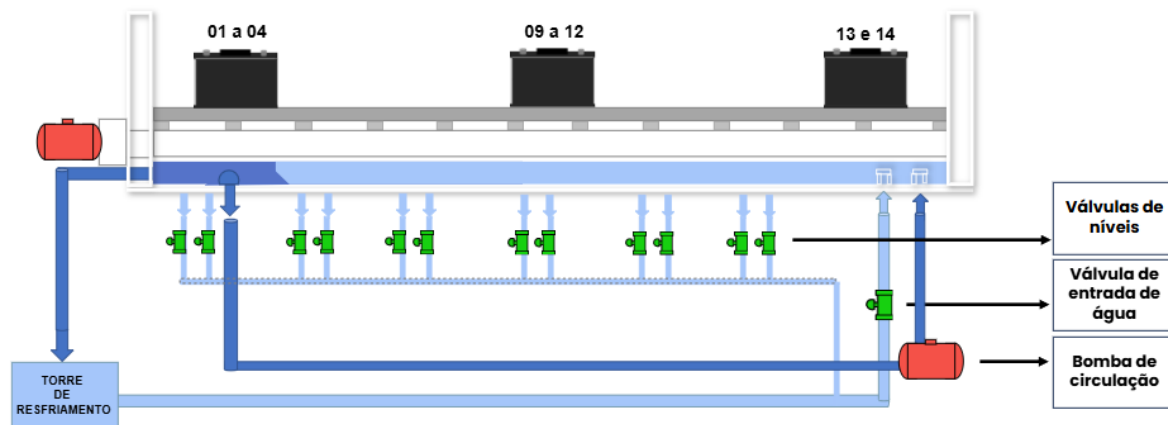


Fonte: Autoria própria (2023)

Após possíveis causas levantadas, foi realizado um levantamento e verificação dos dados. Nesse momento, foram checados os fatos e dados e analisados históricos e registros. Ao checar os dados, foi possível observar um tempo médio de 1 hora e 29 min para que um banco com baterias da família 4D chegue a uma temperatura de 40 °C, um tempo médio de 2 horas e 7 minutos para baterias da família 8D e um tempo médio de 2 horas para baterias da família GR31. Porém, no histórico não era possível observar quais as condições que o banco se encontrava durante o processo de resfriamento (temperatura da água, status da bomba de recirculação, status da entrada da água das torres alpinas e nível da água no banco).

A partir disso, foram feitas análises para que fosse possível entender qual seria o comportamento do tempo de resfriamento para diferentes parâmetros, nesse caso, como esse tempo se comportaria se a bomba de circulação e a entrada de água fossem ligadas com atraso? E como se comportariam se fossem ligadas assim que formadas? Ou até mesmo se fossem ligadas com uma certa antecedência antes de formar? A Figura 10 mostra uma ilustração do sistema para melhor entendimento dos itens analisados.

Figura 10 - Ilustração do sistema de resfriamento



Fonte: Autoria própria (2023)

Após testes realizados, conforme mostra a Tabela 1, definiu-se que as condições ideais para que o tempo de resfriamento fosse otimizado seriam: a entrada de água acionada antes da bateria formar, bomba de circulação acionada assim que a bateria formar e a altura da água dos bancos na altura máxima assim que a bateria formar. Porém, o acionamento de todas essas condições era realizado pelo operador (controlistas), dessa forma, sendo atividades altamente dependentes de intervenções manuais, o que resultava em tempos significativamente prolongados para o resfriamento das baterias.

Tabela 1 - Exemplo de análises realizadas para definição de condições ideais

Bateria	Banco	Circuito	Bomba de circulação	Entrada de água	Temperatura da água (°C)	Temperatura da bateria (°C)	Tempo para resfriar
4D	3	302	Ligada antes de formar	Ligada antes de formar	28	56	01:03:00
4D	25	2505	Ligada antes de formar	Ligada antes de formar	27	50	01:00:00
4D	25	2507	Ligada antes de formar	Ligada antes de formar	26	56	01:00:00
4D	16	1611	Ligada assim que formou	Ligada assim que formou	52	63	01:35:00
4D	24	2412	Ligada assim que formou	Ligada assim que formou	39	58	01:25:00
4D	2	210	Ligada com atraso de 20 min	Ligada com atraso de 20 min	54	63	01:57:00
4D	21	2110	Ligada antes de formar	Ligada com atraso de 40 min	33	60	01:42:00

Fonte: Autoria própria (2023)

Após toda a análise do problema seguindo os fundamentos principais da metodologia e utilizando ferramenta como Diagrama de Ishikawa (Ferramenta 4M's), foi possível traçar um plano de ação, Quadro 2, focando principalmente na automação dos acionamentos da válvula de entrada de água, bomba de circulação e altura do nível da água nos bancos.

Quadro 2 – Plano de Ação para o problema de elevado tempo de resfriamento das baterias

Causa Raíz	AÇÃO	RESPONSÁVEL	PRAZO	STATUS
Operação do controlista intensamente manual	Definir momento do acionamento da entrada de água por família de bateria (Ah)	Estagiária	Set/23	Concluído
Operação do controlista intensamente manual	Criação de BIO para uso de receitas	Estagiária	Set/23	Concluído
Operação do controlista intensamente manual	Treinamento BIO de receitas para operação	Estagiária	Set/23	Concluído
Operação do controlista intensamente manual	Cadastro de receitas	Líder de Manufatura	Set/23	Concluído
Operação do controlista intensamente manual	Alteração na lógica para automatizar acionamentos	Analista de automação	Set/23	Concluído

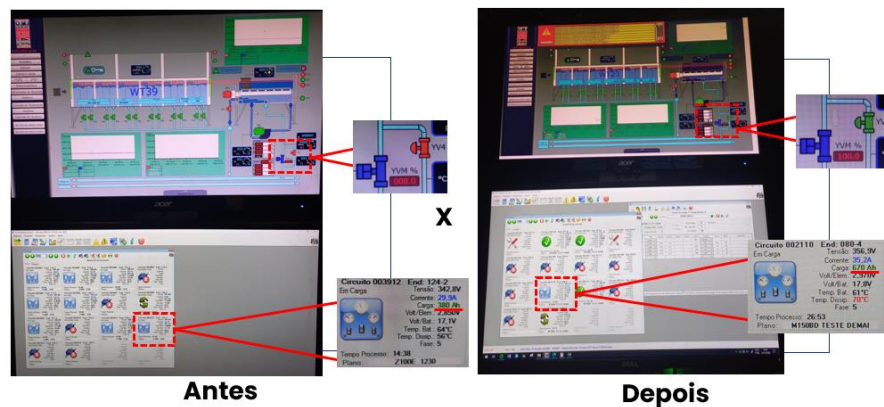
Fonte: Autoria própria (2023)

4.3 Descrição da execução das ações de melhoria

Na sequência do desenvolvimento das ações propostas, inicia-se a etapa de Execução (D) do ciclo PDCA, na qual as melhorias planejadas são aplicadas na prática.

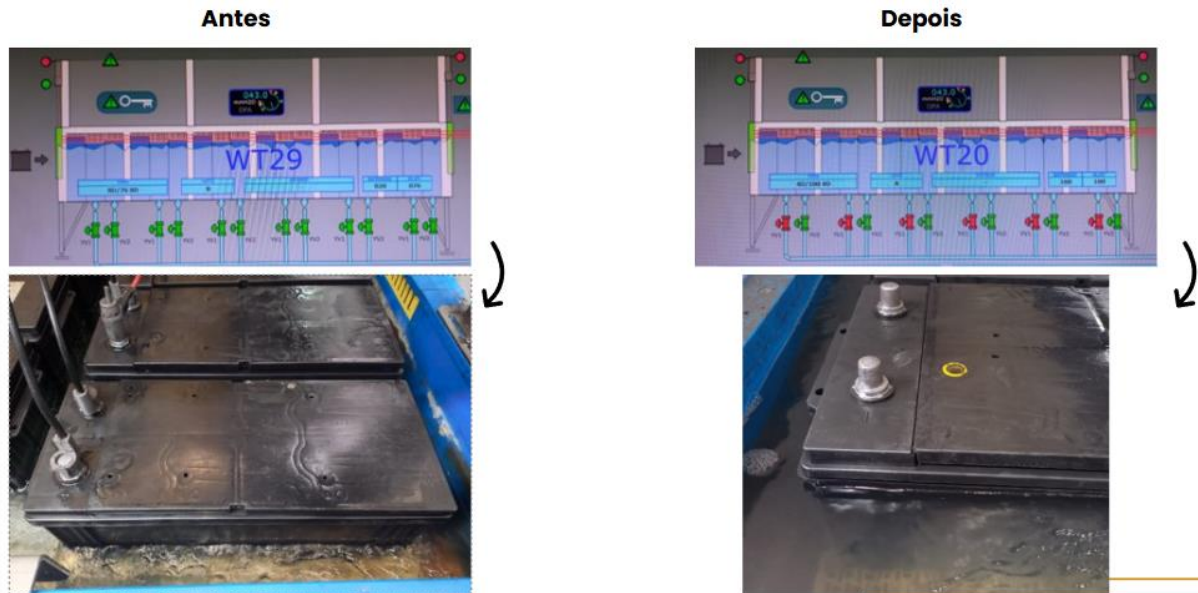
Para isso, foi necessário definir qual seria o momento para o acionamento da válvula de entrada d'água, após testes e com a aprovação da Engenharia de Processos, ficou definido que seria em torno de 1 horas antes da bateria formar, com isso, seria possível manter a qualidade do produto e melhorar a eficiência produtiva. Dessa forma, para que fosse possível alterar essa informação na lógica, foi necessário saber o quanto esse tempo representava em Ampere hora para cada família de bateria, visto que a carga final de cada família é diferente, a depender de seu modelo. Com esses valores definidos, outro ponto importante para a continuidade do projeto foi a criação e o treinamento referente a instrução operacional. Após isso, foram realizadas alterações na lógica, para que os acionamentos das válvulas, bombas e nível de água que antes eram manuais se tornassem automáticos (Figura 11 e Figura 12).

Figura 11 - Acionamento manual e automático das válvulas de entrada d'água e bomba de circulação



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 12 - Acionamento manual e automático do nível da água



Fonte: Autoria própria (2023)

Portanto, nessa fase, foi colocado em prática as soluções propostas para o problema identificado, assegurando que os procedimentos fossem seguidos conforme o planejado e que os dados gerados durante a execução fossem devidamente registrados. A aplicação sistemática das ações permitiu a obtenção de evidências reais de desempenho, fundamentais para a avaliação dos resultados na etapa subsequente do ciclo.

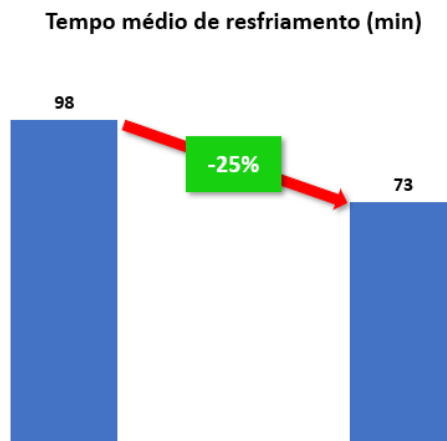
4.4 Monitoramento e Comparação dos Indicadores de Eficiência Produtiva

Na continuidade do ciclo, procede-se à etapa checar (C), na qual se busca analisar os resultados obtidos a partir das ações implementadas, comparando-os com a situação inicial.

Esse acompanhamento permite avaliar a eficácia das melhorias aplicadas.

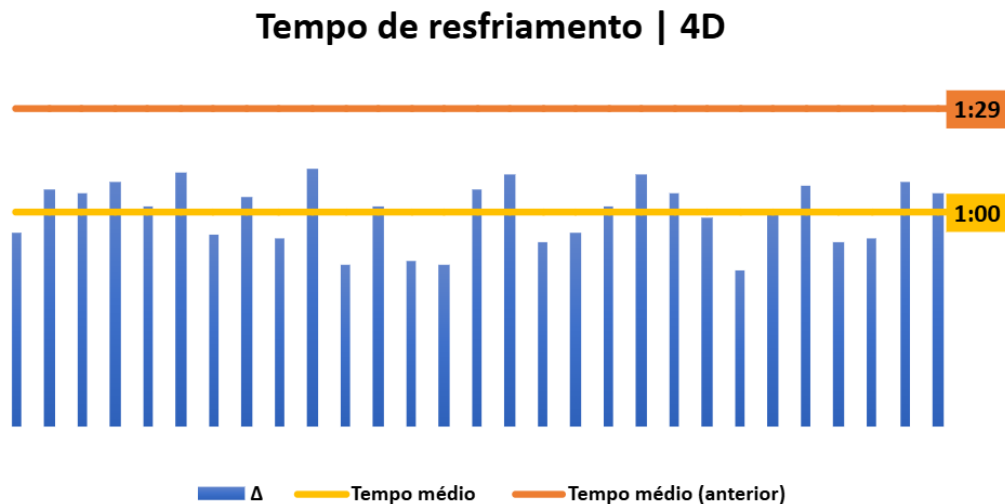
A partir de todas as melhorias, foi possível reduzir o tempo médio de resfriamento de 98 minutos (1,63 horas) para 73 minutos (1,21 horas) como mostra o gráfico na Figura 13, representando uma diminuição de 25% e totalizando o ganho em 3.500 baterias mensal no processo de formação. Na figura 14 abaixo é possível analisar os ganhos em uma família de baterias:

Figura 13 - Redução no tempo médio de resfriamento das baterias



Fonte: Autoria própria (2023)

Figura 14 - Redução no tempo médio de resfriamento das baterias família 4D



Fonte: Autoria própria (2023)

A redução do tempo necessário para formação de um mesmo lote de baterias indica aumento da taxa de produção do processo, caracterizando melhoria, uma vez que o equipamento passou a operar em maior velocidade, aumentando sua produção real.

- Cálculo da taxa de produção:

- i. Antes da melhoria: O tempo necessário para formar 100 baterias era de 1,63 horas de resfriamento + 25 horas de processo de formação para baterias da família 4D, totalizando 26,63 horas de processo total. Para determinar a taxa de produção, é dividido a quantidade produzida pelo tempo gasto no processo:

$$Taxa\ de\ produção = \frac{100}{26,63} \approx 3,75\text{ baterias/hora}$$

- ii. Depois da melhoria: O tempo necessário para formar 100 baterias passou a ser de 1,21 horas de resfriamento + 25 horas de processo de formação para baterias da família 4D, totalizando 26,21 horas de processo total.

$$Taxa\ de\ produção = \frac{100}{26,21} \approx 3,82\text{ baterias/hora}$$

Com isso,

$$Ganho = \frac{3,82 - 3,75}{3,75} \times 100 \approx 1,86\% \text{ de aumento na taxa de produção}$$

Considerando o ciclo de 26,63 horas de processo de antes da melhoria e o ciclo de 26,21 após melhoria, é possível calcular a capacidade mensal:

Primeiramente, calcula-se quantos ciclos são feitos em um mês de 30 dias, para isso:

- Ciclos mensais antes da melhoria = $\frac{24}{26,63} = 0,901 \times 30 = 27,03$ ciclos mensais
- Ciclos mensais após melhoria = $\frac{24}{26,21} = 0,915 \times 30 = 27,47$ ciclos mensais

Com isso, temos:

- Capacidade mensal por banco antes da melhoria = $27,03 \times 100 = 2.703$ baterias
- Capacidade mensal por banco após melhoria = $27,47 \times 100 = 2.747$ baterias

A melhoria foi feita em todos os bancos de formação da unidade, o que corresponde a 60 bancos de formação, então temos que:

- Capacidade mensal formação antes da melhoria = $2.703 \times 60 = 161.180$ baterias
- Capacidade mensal formação após melhoria = $2.747 \times 60 = 164.820$ baterias

Totalizando um ganho de cerca de 3.500 baterias mensais no processo de formação.

4.5 Padronização e proposta de replicação das Melhorias Implementadas

Na etapa final do ciclo, a etapa Agir (A), busca-se consolidar as melhorias alcançadas, por meio da padronização e da replicação das práticas que se mostraram eficazes. Nessa fase, as ações que apresentaram resultados satisfatórios são formalizadas e incorporadas aos procedimentos operacionais, garantindo a manutenção dos ganhos obtidos. Caso as metas não tenham sido atingidas, novas análises são realizadas e ajustes são implementados, reiniciando o ciclo de melhoria contínua. Assim, essa etapa assegura a sustentabilidade das melhorias e fortalece a cultura de aperfeiçoamento contínuo nos processos organizacionais.

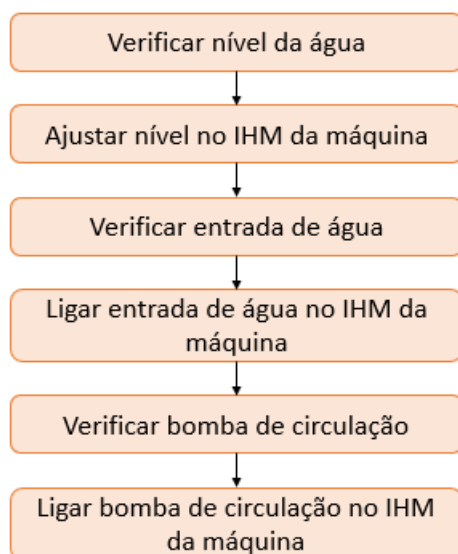
No presente estudo, as ações relacionadas à automação dos acionamentos das válvulas, por meio da alteração da lógica de funcionamento do sistema, apresentaram resultados satisfatórios na redução do tempo do processo de formação de baterias. Diante disso, a padronização das melhorias foi realizada por meio da atualização dos procedimentos operacionais, da elaboração de receitas específicas para cada família de baterias e da realização de treinamentos com os operadores.

As receitas passaram a incluir informações relacionadas aos dimensionais das baterias, para viabilizar a implementação da automação dos níveis de água no processo. Além disso, foram promovidas orientações aos operadores com o objetivo de apresentar as alterações realizadas e assegurar a correta aplicação do novo padrão de trabalho.

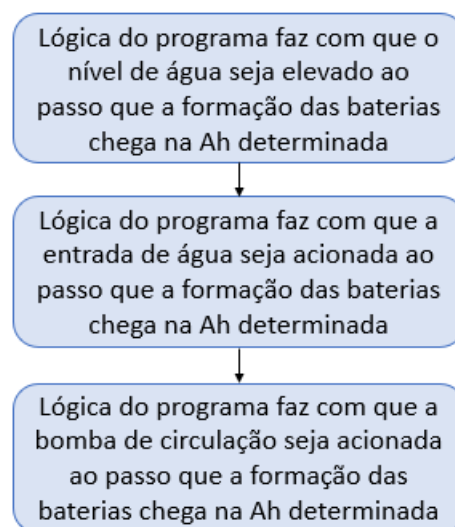
Dessa forma, foi proposto a replicação nas demais seções de formação de baterias do grupo, de forma a garantir a disseminação da melhoria. A Figura 15 apresenta a comparação entre a situação anterior e a situação atual da seção em que a melhoria foi implementada, com o objetivo de evidenciar, às demais seções, as mudanças promovidas no fluxo do processo.

Figura 15 - Etapas do processos do resfriamento das baterias (Manual e Automatizado)

Situação Anterior – Processo Manual
– Baterias já em processo de resfriamento



Situação Atual – Processo Automatizado
– Baterias no final da última etapa de formação



Fonte: Autoria própria (2026)

Ressalta-se que não foi possível acompanhar integralmente a etapa de replicação das melhorias nos demais setores de formação da fábrica, em virtude da saída da autora da empresa onde o projeto estava sendo desenvolvido. Além disso, o acesso a documentos formais de padronização, como procedimentos operacionais, instruções de trabalho e registros de treinamento, também foi limitado, o que restringiu a complementação e o aprofundamento das informações apresentadas no presente trabalho. Por este motivo, embora as ações propostas tenham sido estruturadas com base nos resultados obtidos, a verificação de sua aplicação ampliada e sustentação ao longo do tempo ficou condicionada ao período de permanência na organização.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo demonstrar o impacto na eficiência do processo de baterias automotivas, por meio da aplicação de ferramentas de gestão da qualidade e melhoria contínua. Para isso, utilizou-se como base metodológica o ciclo PDCA, aliado a ferramentas de apoio como brainstorming, diagrama de causa e efeito e o plano de ação 5W2H, que possibilitaram uma abordagem estruturada para identificação, análise e tratamento dos problemas observados no processo produtivo.

Inicialmente, foi realizado o levantamento e a análise da situação atual do processo, permitindo identificar os principais fatores que impactavam negativamente a eficiência produtiva. A etapa de planejamento do ciclo PDCA possibilitou estruturar o problema e compreender suas possíveis causas, sendo o brainstorming utilizado como instrumento para coletar percepções da equipe envolvida no processo. Posteriormente, as causas levantadas foram organizadas e analisadas por meio do diagrama de Ishikawa, permitindo uma visão sistêmica dos fatores que influenciam o desempenho produtivo.

Na etapa de execução, foram definidas e implementadas ações de melhoria baseadas no plano de ação 5W2H, o que contribuiu para maior organização, clareza das responsabilidades e acompanhamento das atividades propostas. A aplicação dessas ferramentas demonstrou a importância de uma abordagem estruturada e participativa para a resolução de problemas operacionais, reforçando o papel da melhoria contínua no aumento da eficiência dos processos produtivos.

Como entrega principal, foi possível registrar um ganho de 3.500 baterias/mês com a finalização do projeto de redução do tempo de resfriamento das baterias no processo de formação. Esse ganho representa uma melhoria na capacidade produtiva, aumentando a eficiência operacional e fortalecendo a importância da melhoria contínua no ambiente fabril, que gera resultados expressivos e sustentáveis para a organização.

Como lições aprendidas, ressalta-se a importância da análise sistemática das causas dos problemas, evitando a adoção de soluções superficiais, bem como a necessidade de padronização das melhorias implementadas para garantir sua sustentabilidade ao longo do tempo. Destaca-se ainda o papel fundamental do envolvimento dos operadores e do uso de dados na tomada de decisão, fatores que contribuíram para maior assertividade nas ações propostas. O envolvimento da equipe contribuiu para o fortalecimento da cultura organizacional voltada à melhoria contínua e levou o projeto a ser reconhecido por meio de premiação como o

segundo melhor *Kaizen* da unidade, reforçando a relevância e os resultados alcançados com a aplicação das práticas propostas.

Além dos resultados alcançados, é importante destacar algumas limitações deste estudo. A pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo de caso aplicado a um único setor produtivo de uma empresa fabricante de baterias automotivas, o que limita a generalização dos resultados para outros contextos industriais. Outra limitação refere-se ao período de acompanhamento dos resultados após a implementação das melhorias, que se concentrou no curto prazo, não permitindo avaliar de forma mais ampla os efeitos das ações ao longo de períodos mais extensos.

Diante dessas limitações, sugere-se que pesquisas futuras possam ampliar a análise para outros setores da empresa ou para diferentes organizações do mesmo segmento, permitindo comparações entre contextos produtivos distintos. Recomenda-se também a realização de estudos que acompanhem os resultados das melhorias em períodos mais longos, possibilitando avaliar a sustentabilidade das ações implementadas.

De modo geral, os resultados demonstram que a aplicação do ciclo PDCA, aliada às ferramentas de gestão da qualidade, foi determinante para o aprimoramento do desempenho produtivo. Conclui-se, portanto, que a adoção estruturada dessas metodologias se configura como um importante diferencial para o desenvolvimento organizacional, ao possibilitar a identificação de oportunidades de melhoria e o fortalecimento do aprendizado contínuo na organização.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9000: Sistemas de gestão da qualidade — Fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2024**. São Paulo: ANFAVEA, 2024. Disponível em: <https://anfavea.com.br/>. Acesso em: 6 nov. 2025.

BRITO, Maria Clarissa de Souza; MÂSIH, Rogério Teixeira. Análise da aplicação do PDCA para aumento da produtividade na célula do acabamento em uma indústria siderúrgica. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 45., 2025, Natal. Anais... Natal: ABEPRO, 2025.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CROSBY, Philip B. **Qualidade é investimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1999.

DEMING, W. Edwards. **Out of the Crisis**. Cambridge: MIT Press, 1986.

DEMING, W. E. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FALCONI, Vicente. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 9. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2014.

FALCONI, Vicente. **O verdadeiro poder: práticas de gestão que conduzem a resultados revolucionários**. Nova Lima: Falconi Editora, 2013.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRANCISCO, Marielly Camargo; CASAGRANDE, Diego José. Utilização do ciclo PDCA como ferramenta de melhoria contínua de processos: análise nas indústrias alimentícias. **Revista Interface Tecnológica**, v. 21, n. 2, p. 791–802, 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success**. New York: McGraw-Hill, 1986.

IMARC GROUP. **Global Industrial Batteries Market Report 2024–2033**. IMARC Group, 2024. Disponível em: <https://www.imarcgroup.com/global-industrial-batteries-market>. Acesso em: 27 ago. 2025.

ISHIKAWA, Kaoru. **Introduction to Quality Control**. London: Chapman & Hall, 1993.
 ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9000:2015 – Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**. 5. ed. Genebra: ISO, 2015.

JURAN, Joseph M. **Juran na liderança pela qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1990.

KAWASHIMA, V. **Ferramenta 5G**. Disponível em: <https://prezi.com/gkbpedues9t6/ferramenta-5g/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

MARIANI, Celso A. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110–126, 2005.

MARSHALL JUNIOR, Isnard; CIERCO, Agliberto A. **Gestão da qualidade**. 11. ed. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2021.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introduction to TPM: Total Productive Maintenance**. Cambridge: Productivity Press, 1988.

NOMUS. **Diagrama de Ishikawa: o que é e como usar**. Disponível em: <link>. Acesso em: 03 abr. 2026.

OHNO, Taiichi. **Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production**. Portland: Productivity Press, 1988.

OSBORN, Alex F. **Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-Solving**. New York: Charles Scribner's Sons, 1953.

PAVLOV, Detchko. **Lead-Acid Batteries: Science and Technology**. 1. ed. Oxford: Elsevier, 2011.

POSSALLE, Sérgio; CALLEFI, Jéssica Syrio. Implementação e continuidade do ciclo PDCA: um estudo de caso no setor metal mecânico. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 15, n. 3, p. 155–176, 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SANTOS, Nayara do Livramento da Cruz et al. Aplicação da metodologia PDCA para análise de confiabilidade em correias transportadoras de minério de ferro. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP)**, 45., 2025, Natal, RN. Produção inteligente para um futuro renovável. Natal: ABEPRO, 2025.

SHEWHART, Walter A. **Economic Control of Quality of Manufactured Product**. New York: D. Van Nostrand Company, 1931.

SILVA, C. T. da. **Baterias de chumbo ácido**. Disponível em: <https://embarcados.com.br/baterias-de-chumbo-acido/>. Acesso em: 9 set. 2025.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TAYLOR, Frederick Winslow. **Princípios da Administração Científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

TECNICON. **Como funciona um diagrama de Ishikawa**. Disponível em: <<https://www.tecnicon.com.br>>. Acesso em: 03 abr. 2026.

APÊNDICE I – ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO

Local da observação: Setor de formação

Período de observação: Junho de 2023 a Julho de 2023

1. Caracterização do processo produtivo

Itens a observar:

- 1) Etapas do processo de formação de baterias;
- 2) Sequência das operações realizadas;

2. Funcionamento dos equipamentos

Itens a observar:

- 1) Forma de operação dos equipamentos;
- 2) Ocorrência de paradas ou falhas operacionais;
- 3) Intervenções realizadas pelos operadores.

3. Atividades dos operadores

Itens a observar:

- 1) Funções desempenhadas pelos operadores no processo;
- 2) Atividades manuais realizadas durante a operação;
- 3) Tempo necessário para execução das tarefas;
- 4) Interação entre operadores e equipamentos.

4. Identificação de problemas no processo

Itens a observar:

- 1) Etapas do processo com maior tempo de processamento;
- 2) Diferença de ritmo entre etapas do processo;

APÊNDICE II – ROTEIRO DA ENTREVISTA COM COLABORADORES DO NÍVEL OPERACIONAL

Perguntas:

- 1) Qual é a sua função no setor e quais atividades você realiza no processo produtivo?
- 2) Como ocorre o fluxo do processo produtivo desde a entrada da matéria prima no setor até a finalização da última etapa?
- 3) Quais são as principais etapas do processo que você executa ou acompanha, como é sua rotina diária?
- 4) Na sua percepção, existem etapas do processo que costumam gerar maior tempo de espera ou acúmulo de produção? Quais?
- 5) Quais são as principais dificuldades operacionais enfrentadas no dia a dia do processo?
- 6) Ocorrem paradas frequentes de equipamentos ou atrasos no processo? Se sim, quais são as causas mais comuns?
- 7) Na sua opinião, quais melhorias poderiam tornar o processo mais eficiente?

APÊNDICE III – ROTEIRO DE ENTREVISTA COM NÍVEL TÁTICO

Perguntas:

- 1) Quais são os principais indicadores utilizados para acompanhar o desempenho do processo produtivo?
- 2) Existe alguma etapa do processo identificada que seja mais demorada? Qual?
- 3) Na sua opinião, quais melhorias poderiam tornar o processo mais eficiente?