

# ALTERAÇÃO DE METAL PARA PLÁSTICO DA CARENAGEM DA UNIDADE EXTERNA

Data de aceite: 01/12/2023

### **Willamy Galdino Cavalcante da Silva**

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e  
Inovação Tecnológica - FUCAPI  
Manaus – Amazonas  
<https://orcid.org/0009-0002-8513-5969>

### **Gian Augustus Santos da Silva**

Fundação Centro de Análise, Pesquisa e  
Inovação Tecnológica - FUCAPI  
Manaus – Amazonas  
<https://orcid.org/0009-0006-2315-0572>

**RESUMO:** A produção eficiente e econômica é uma das principais preocupações das empresas em um mercado altamente competitivo. A busca por soluções que possam auxiliar as empresas na redução de custos fabris e no aumento da eficiência torna-se essencial. Assim, é necessário investir em tecnologias e metodologias que permitam o uso inteligente dos recursos disponíveis, de forma a minimizar o desperdício e otimizar a produção. Nesse contexto, este estudo de caso tem como objetivo apresentar uma metodologia usada em gerenciamento de projetos, que foi aplicada para alterar a matéria prima da carenagem, base, moldura e coluna da unidade externa dos condicionadores

tipo *split* residencial, antes metal, para o plástico polipropileno, que resultou em uma significativa redução de custos em três aspectos: matéria-prima, custos de fabricação e qualidade do produto final. O *Benchmarking* em conjunto com *Brainstorming* foram às metodologias iniciais empregadas para garantir que os processos de mudanças ocorressem de forma assertiva. O PDCA foi implementado após a aprovação da diretoria e utilizado para identificar possíveis falhas e riscos associados as alterações fabris. O PDCA forneceu um roteiro de possíveis falhas, permitindo que a equipe se antecipasse aos problemas e encontrasse soluções satisfatórias. Além destas metodologias, foram utilizados indicadores de desempenho para monitorar o progresso deste estudo de caso, assegurando que os objetivos de redução de custos fossem alcançados.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Benchmarking*, PDCA, *Brainstorming*, Aplicabilidade, Melhoria contínua.

## INTRODUÇÃO

O plástico foi apresentado pela primeira vez em uma exposição Internacional de Londres, 1862 pelo

metalúrgico e inventor, *Alexander Parkes*. O intuito era que essa nova descoberta substituísse a borracha, que já tinha seu uso em diversos produtos, contudo, os custos de produção eram elevados (Kieling, 2018).

Segundo Toscan *et al.*; (2018) atualmente o plástico é formado pela combinação de vários monômeros, o petróleo e o gás natural são as duas principais matérias primas para a sua produção e são divididos em Termorrígidos e Termoplásticos. Os termoplásticos são capazes de ser rapidamente conformados mecanicamente quando reaquecidos. No entanto, não somente a conformação a quente de componentes é provável, como também o reaproveitamento de restos de produção, podendo ser reintroduzidos aos processos fabris (reciclagem). Os termoplásticos podem ser parcialmente cristalinos e/ou totalmente amorfos. Alguns exemplos específicos de termoplásticos são: polietilenos, policloreto de vinila (PVC), polipropilenos e poliestirenos.

O polipropileno é um dos polímeros descoberto mais recente 1954 pelo químico italiano *Giulio Natta*, e é um dos mais usados até o presente momento. O benchmarking consiste em um método para reconhecer, examinar e adotar as práticas de excelência empregadas por empresas proeminentes em um específico ramo ou campo de atuação. Trata-se de uma estratégia proveitosa para descobrir oportunidades de aprimoramento e ampliar a competitividade de uma organização. Durante a execução do *benchmarking*, é fundamental identificar os atributos positivos e negativos das empresas líderes, assim como as perspectivas de aprimoramento (Rebordão, 2020).

De acordo com Portella (2021) *obenchmarking* é um procedimento sistemático e contínuo para avaliar os produtos, serviços e processos de trabalho de organizações reconhecidas como exemplos de melhores práticas, visando aprimorar a performance da organização. Nesse sentido, o benchmarking é uma ferramenta que permite uma comparação constante dos seus próprios processos, produtos e serviços com os de referência mais conhecidos, a fim de estabelecer metas realistas e implementar ações concretas, buscando manter a eficiência e alcançar o patamar dos melhores em um prazo razoável.

Nas concepções de Oliveira *et al.*; (2022) *brainstorming* é uma técnica criativa para gerar idéias em grupo. É um processo estruturado que envolve a geração de uma grande quantidade de idéias em um curto período de tempo. O objetivo é criar um ambiente onde as pessoas possam compartilhar livremente suas idéias e contribuir para a solução de problemas. *Brainstorming* é um termo da língua inglesa que significa em português 'tempestade de idéias', podendo ser realizado coletivamente, contendo um líder e aproximadamente cinco membros regulares, e cinco convidados. Os membros regulares têm a função de dar ritmo aos processos e os demais cinco convidados podem ser especialistas.

A primeira aplicação desta técnica foi 1949, para avaliação dos equipamentos do exército americano e novamente usado na década de 60, no projeto *Apollo*, quando a

NASA melhorou a técnica inicial, identificando e classificando de forma sistêmica as falhas potenciais antes da sua ocorrência, justamente de forma sistemática para identificação e classificação de falhas potenciais de produtos ou processos antes que elas ocorressem. O autor comenta também que em 1972, a *Ford Motor Company* introduziu a ferramenta na indústria automobilística e difundiu seu uso para toda rede de fornecedores com a norma QS 101. Desde seu primeiro uso, em 49, até os dias atuais, o PDCA vem sendo difundido e aplicado em diversas áreas como, ambiental, petroquímica, industrial e etc (Brito; Brito, 2020).

A metodologia PDCA é uma ferramenta de gestão que visa supervisionar e tornar melhor os processos e produtos de modo constante, agindo como um procedimento ininterrupto, podendo ser reconhecida como ciclo de *Deming* ou ciclo de *Shewhart*. Em 1930, *Walter Shewhart* expôs um ciclo apropriado a respeito da qualidade, e este é o PDCA, no entanto, apenas nos anos de 1950, no Japão, por intermédio de *William Edwards Deming* tornou-se inclusivo e reconhecido como o ciclo de *Deming*. De acordo com Santos (2021), o PDCA passou a ser uma estratégia que possui foco também no gerenciamento, na criação de objetivos de projetos com atenção em resultados.

Portanto, este estudo objetiva apresentar estas metodologias utilizadas em gerenciamento de projetos, com sua aplicabilidade em busca de alterar a matéria prima da carenagem, base, moldura e coluna da unidade externa dos condicionadores tipo *split* residencial, antes metal, para o plástico polipropileno, que resultou em uma significativa redução de custos em três aspectos: matéria-prima, custos de fabricação e qualidade do produto final.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo de caso será realizado em uma empresa de médio porte do ramo industrial, localizada na região norte do país, conhecido como PIM - Pólo Industrial de Manaus, tal indústria atua na produção de eletroeletrônicos. Por meio das participações em reuniões semanais e também visitas *in loco* aos processos, será possível observar e apresentar todos os resultados deste projeto, desde a concepção até a entrega na produção em massa. Como também, as mudanças do insumo metal para plástico nos processos de fabricação, e sua finalização do projeto no período aproximado de 3 meses. Na qual, serão mapeados pelo time multidisciplinar os maiores desafios frente este projeto e os também os maiores riscos para entrega.

Para obter êxito e atender as premissas da diretoria, primeiramente foi elaborado um planejamento listando cada atividade e seus prazos para execução, conforme a Tabela 01 abaixo.



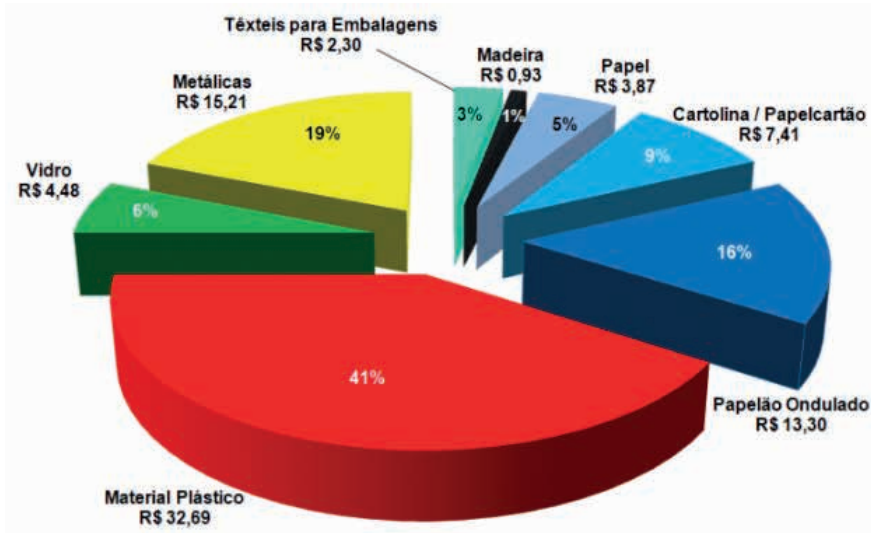


Figura 1: Consumo e distribuição de polímeros no Brasil.

Fonte: IBGE, 2019.

O Ciclo PDCA de acordo com Dos Santos; Rodriguez; Tupan (2017) flexibiliza resposta a problemas envolvidos nestas operações é uma das metodologias mais utilizadas, pois mantém uma melhoria contínua de processos. Esse método é aplicado para sanar disfunções que não são prontamente vistas, é tão importante, pois permite a identificação de falhas, no que se torna mais acessível à técnica de reparo das mesmas. Além do mais, o Ciclo PDCA interfere na avaliação, um fator importante na gestão, pois planeja, executa, verifica e age em busca da padronização e melhoria contínua.

PDCA	ETAPAS	AÇÕES DA EQUIPE DE SOLUÇÕES	FERRAMENTA DE AÇÕES A SER UTILIZADA
<b>P</b>	Definir as premissas do projeto: > Aumentar a produtividade de arcon e MWO em 30% sem aumentar a área de estamparia e pintura no prazo de até 6 meses	Marcar um Brainstorming com a equipe de projetos e estender o convite para o corpo técnico de processo;	> Teams meeting
	Mapeamento das ideias Brainstorming	Ideias mais relevantes: 1) Avaliar processo de estampo e pintura - Takt time 2) Orçar valores para compra de uma prensa progressiva + instalação; 3) Fazer um Benchmark com concorrentes que produzem sua externas em plástico;	> Teams meeting > Email > Cronograma
	Benchmark	1) Comprar os produtos da concorrência em plástico na sua externa; 2) Marcar data e enviar convite para o times de Projetos, Industrial, Qualidade, Manufatura, Manutenção.	> Teams meeting > Email > Cronograma
	Aprovação da Diretoria	Compilar as informações e enviar os resultados para Diretoria	> Apresentação
	Fazer o Cronograma do Projeto Das reuniões semanais	Reunir com a equipe de projetos para: 1) Definir as atribuições e deadline de cada responsável 2) Marcar data do Kick off Projeto; 3) Agendar hora e dia na semana das reuniões semanais de projetos;	> Email > Apresentação > Cronograma
<b>D</b>	Comprar maquinários para a produção de peças plásticas em fábrica.	Abordar pontos críticos do projeto: 1) Definição dos maquinários; 2) Validação dos maquinários na China; 3) Inspeção de carga e embarque na China; 4) Chegada no porto e Desembarço	> Teams meeting > Email > Cronograma > Dashboard de Análise de Dados
<b>C</b>	Verificar resultados de testes mecânicos.	1) Tryouts das máquinas; 2) Relatório de validação; 3) Liberação para produzir;	> Teams meeting > Email > Cronograma > Planilhas de Controle
<b>A</b>	Definir padronização de materia prima, testes de confiabilidade e metodos de produção.	Necessário para as compras de novos projetos, fazer check de tendência de mercado, com base nas novas tecnologias e custo beneficio.	> Teams meeting > Email > Cronograma > Testes > Planilhas de Dados

Tabela 2: Processos de implementação do ciclo PDCA e resultados.

Fonte: O próprio autor, 2023.

Neste sentido, o planejamento do projeto e a gestão dos custos na empresa em estudo vêm ocorrendo principalmente com uso das ferramentas PDCA e *Brainstorming* que possuem grandes domínios em analisar falhas sutis presentes aos processos, buscando sempre a melhoria contínua, isto é, menores custos fixos possíveis, variáveis e crescimento dos resultados a curto, médio e longo prazo (Costa, 2016).

## EVIDÊNCIAS DO INÍCIO DO PROJETO

Os desafios de reduzir os custos de produção sem comprometer a qualidade do produto final foram algumas das preocupações observadas neste projeto. Verificamos que a Empresa usou das ferramentas *Brainstorming* e *Benchmarking*, aplicadas com um roteiro e divisão dos participantes, para incentivar novas idéias e soluções práticas que coubessem na realidade, assim surgiram mais idéias das atuais, apresentada neste projeto.



Imagem 1: Análise do equipamento coletivamente.

Fonte: O próprio autor, 2023.

A eficácia na administração de um projeto está correlacionada com a habilidade de lidar com diversos desafios, medir resultados e integrar diferentes restrições encontradas nos projetos analisados. Além disso, são considerados outros elementos como a coesão da equipe, o comprometimento individual e a disposição para colaborar em conjunto, tanto a nível individual quanto coletivo, dentro do escopo do projeto.

NP	ITEM	12K FRIO - 3,24	12K FRIO - 3,24	12K FRIO - 2,70	18K FRIO - 2,70	18K FRIO - CLASSIFICAÇÃO A	18K FRIO - CLASSIFICAÇÃO B
1	CAIXAS E EMBALAGENS	EPS e Shrink Top / Bottom / 4 colunas	EPS e Shrink Top / Bottom / 4 colunas	EPS e Shrink Top / Bottom / 4 colunas	EPS e Shrink Top / Bottom / 4 colunas	EPS e Shrink Top / Bottom / 4 colunas	EPS e Shrink Top / Bottom / 4 colunas
2	MANUAIS E FOLHETERIAS	MANUAL TIPO ORIGAMI	MANUAL TIPO ORIGAMI	MANUAL TIPO ORIGAMI	MANUAL TIPO ORIGAMI	MANUAL TIPO ORIGAMI	MANUAL TIPO ORIGAMI
3	PARAFUSOS E ISOLAÇÕES	Parafusos de fechamento unificado - M4x9mm Perfurante AA	Parafusos de fechamento unificado - M4x9mm Perfurante AA	Parafusos de fechamento unificado - M4x10mm Perfurante AA	Parafusos de fechamento unificado - M4x9mm Perfurante AA	Parafusos de fechamento unificado - M4x10mm Não Perfurante AA	Parafusos de fechamento unificado - M4x10mm Não Perfurante AA
4	TUBULAÇÕES/CAPILAR	12k Sucção: Ø 12,9mm Descarga: Ø 9,52mm Capilar: 3mm 2v	12k Sucção: Ø 9,52mm Descarga: Ø 7,94mm Capila: 2,8mm 2v	12k Sucção: Ø 9,5mm Descarga: Ø 7,94mm Capila: 3,0mm 2v	18k Sucção: Ø 16mm Descarga: Ø 12,9mm Capila: 2,5mm 2v	18k Sucção: Ø 9,6mm Descarga: Ø 12mm Capilar: 3mm 2v	18k Sucção: Ø 12,70mm Descarga: Ø 9,52mm Capila: 2,5mm 2v
5	TROCADOR DE CALOR	Trocador tubo aleta 13,5x470x805mm Tipo ciclone	Trocador tubo aleta 16,80x510x960mm Tipo quadrado	Trocador tubo aleta 12,8x460x860mm Tipo ciclone	Trocador tubo aleta 12,80x505x1015mm Tipo quadrado	Trocador microcanal 16,80x600x1000mm Tipo quadrado	Trocador tubo aleta 674x19,05x550mm Tipo side
6	COMPRESSOR	GMCC_ASM106N1UF29 Com manta	HIGHLY_ASD113XN-F6KGN Sem manta	SANYO_ASM106N1VDZ 3023FGSBU Sem manta	GMCC_ASF165N1UFTB Com 2 mantas filtro - 1 bottom / 1 lateral circular	GMCC_170M2A-3KT2 Sem manta	SANYO_QXA-C160E03CB Sem manta
7	PARTES METÁLICAS	Painel elétrico, suporte válvulas serviço	Painel elétrico, Coluna lateral	Painel elétrico, base, Coluna lateral	Painel elétrico, suporte válvulas serviço	Painel elétrico, Coluna lateral e base	Painel elétrico, Coluna lateral e base
8	PLÁSTICAS	Handle - ABS Br Grade sup - 1- PP-fibra 25% Br Grade superior - 2 - ABS Br hélice 5 pas - ABS Br Base - PP+fibra 25% Br coluna lateral - PP-fibra 25% Br	Handle - PP-40% II Cr Grade sup - PP+fibra 25% Br hélice 7 pas - ABS cru + fib 20% Base - PP-Talco 40% Br	Handle - PP-40% II Cr Grade sup - PP+fibra 25% Br hélice 7 pas - ABS cru + fib 20%	Handle - ABS Br Grade sup - 1- PP-fibra 25% Br Grade superior - 2 - ABS Br hélice 5 pas - ABS Br Base - PP+fibra 25% Br coluna lateral - PP-fibra 25% Br	Handle - PP-40% II Cr Grade sup - PP+fibra 25% Br hélice 7 pas - ABS cru + fib 20%	Handle - PP-40% II Cr Grade sup - PP+fibra 25% Br hélice 7 pas - ABS cru + fib 20%
9	PARTE ELÉTRICA	Capacitor duplo 50µF 450VAC Borneira 3V engate rápido pino	Capacitor dielétrico CP 20µF 450VAC Capacitor MIVT 2,5µF 450vac Borneira 2V engate rápido	CAPACITOR ELE FX DIELETRICO CB865 25µF - 5% PAC9KF-QFWS	Capacitor duplo 50µF 450VAC Borneira 3V engate rápido pino	Capacitor duplo 45µF 450VAC Borneira 3V engate rápido pino	CAPACITOR FIXO COM DIELETRICO DE POLIP PTH CB861(A) 450V

Tabela 3: Compilação das avaliações do Benchmarking.

Fonte: O próprio autor, 2023.

Após a introdução e padronização de *checklist* com as inspeções regulares, melhoria da ferramenta, reuniões periódicas, acompanhamentos coletivos, destacou-se melhorias de até 75% frente aos últimos registros relatados pela própria empresa, segue abaixo imagem 2, onde é possível visualizar o antes e depois dos processos.

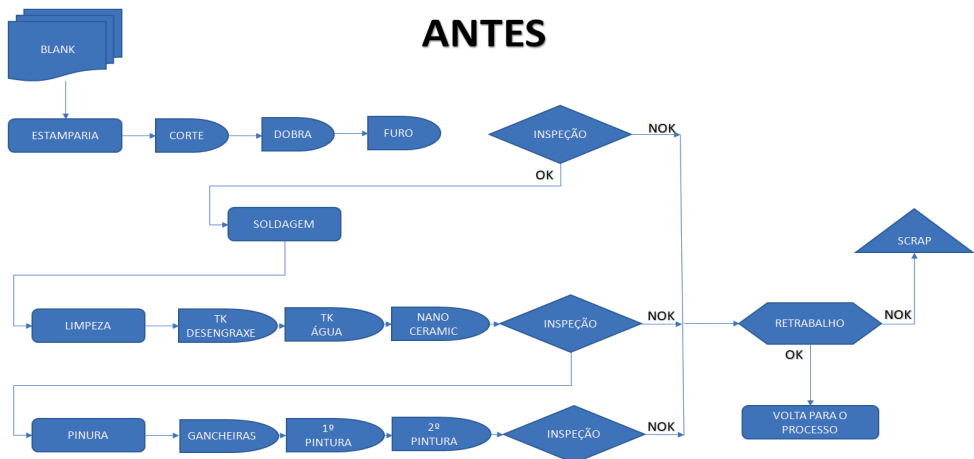


Imagem 2: Fluxograma do Processo Atual.

Fonte: O próprio autor, 2023.



# DEPOIS

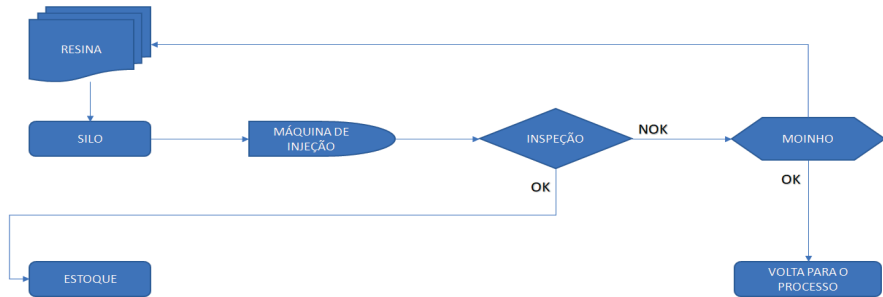


Imagem 3: Fluxograma do Processo Proposto.

Fonte: O próprio autor, 2023.

Nestes dados, é possível notar nitidamente o antes com processos e fluxos mais burocráticos e longos, o depois, nota-se um processo mais enxuto e produtivo, reduzindo tempo e custos.

Dados técnicos da Redução de Custo

- Partes Metálicas Por Aparelho → R\$ 43,61
- Partes Injetadas Por Aparelho → R\$ 17,86
- Volume Previsto (2022) → 340.000
- Custo de Partes Metálica (2022) → R\$ 14.827.400,00
- Custo de Partes Injetada (Mesmo Período 2022) → R\$ 6.072.400,00
- **Redução de Custo → R\$ 8.755.000,00**

Gráfico 1

Comparativo de preço em reais dos itens em metal e plástico

Ganho Total = R\$ 25,76

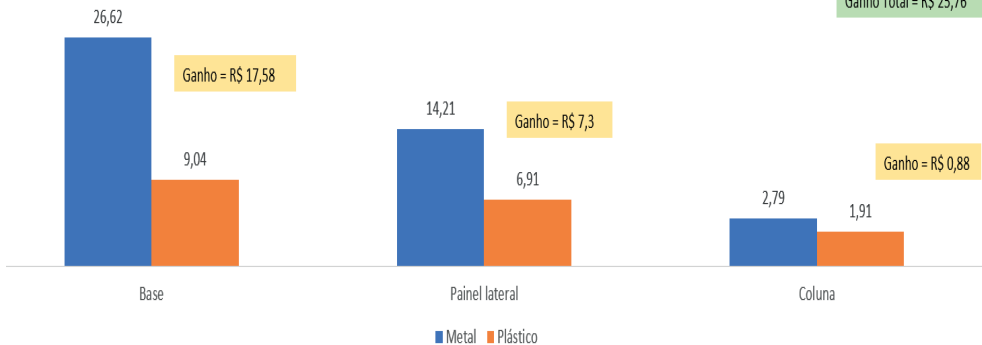


Gráfico 1: Comparativo de ganhos (Metal para plástico).

Fonte: O próprio autor, 2023.

Gráfico acima ressaltando as diferenças em valores reais com a matéria prima metal e plástico para cada um dos três itens, Base, Painel Lateral e Coluna.

ANTES	ANO	2022_Janeiro	2022_Fevereiro	2022_Março	2022_Abril	2022_Maio	2022_Junho	2022_Julho	2022_Agosto	2022_Setembro
	Qtd Prod	40000	35000	40000	35000	40000	35000	40000	35000	40000
Valor Metal	R\$ 1.744.520,00	R\$ 1.526.455,00	R\$ 1.744.520,00	R\$ 1.526.455,00	R\$ 1.744.520,00	R\$ 1.526.455,00	R\$ 1.744.520,00	R\$ 1.526.455,00	R\$ 1.744.520,00	

DEPOIS	ANO	2023_Janeiro	2023_Fevereiro	2023_Março	2023_Abril	2023_Maio	2023_Junho	2023_Julho	2023_Agosto	2023_Setembro
	Qtd Prod	40000	35000	40000	35000	40000	35000	40000	35000	40000
Valor Plástico	R\$ 714.440,00	R\$ 625.135,00	R\$ 714.440,00	R\$ 625.135,00	R\$ 714.440,00	R\$ 625.135,00	R\$ 714.440,00	R\$ 625.135,00	R\$ 714.440,00	

Tabela 4: Período para Comparação de Ganho.

Fonte: O próprio autor, 2023.

A tabela acima demonstra a comparação referente aos meses de Janeiro a Setembro de 2022 e Janeiro a Setembro de 2023, com base nos dados quantitativos mensurados e simulados antes da implantação e após a implantação.

Gráfico 2

### Custos (R\$) 2022 Vs 2023

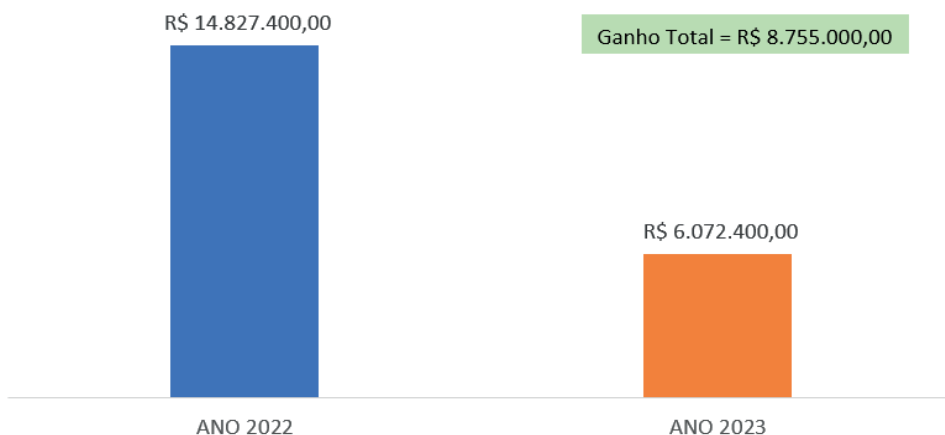


Gráfico 2: Comparativo de ganhos no Volume de Produção.

Fonte: O próprio autor, 2023.

Demonstrativo acima apresenta o comparativo entre os anos de 2022 apresentando um valor de custos em reais de R\$ 14.827.400,00 e no ano seguinte 2023 valor em reais R\$ 6.072.400,00, sendo possível notar uma considerável diferença, gerando maior produtividade aos processos e impactando positivamente em muitos aspectos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A estratégia de mudar a matéria-prima de metal para plástico PP reforçado, garantiu uma redução de custo de um pouco mais de 8 milhões de reais, ver gráfico 2. A

implementação bem-sucedida dessa abordagem estudada, ressaltou a priori, a redução significativa dos processos produtivos: antes tínhamos 4 processos: 1) Estamparia, 2) Soldagem, 3) Lavagem com desengraxante nano ceramic e 4) Pintura com etapas que requeriam 24 MO em comparação com o plástico que requer somente 1 processo e 8 MO, incluindo o Inspetor da Qualidade.

Vale ressaltar que com a redução dos processos fabris, também reduzimos estoque de semiacabado, falhas de controle de itens não-conforme causando um aspecto no processo de Manufatura enxuta, organizada. Outro aspecto visto *in loco* com o time de Projetos, foi o envolvimento dos setores, Manutenção, Industrial, PCP e Manufatura, criando um ambiente favorável a boas práticas e melhoria contínua.

A trajetória de sucesso desse estudo de caso abre portas para futuras melhorias e inovações. As empresas podem continuar buscando novas matérias-primas mais sustentáveis, como o uso de PLA, ácido poliático, ácido orgânico, de origem biológica, alinhando-se com práticas ambientais responsáveis. Além disso, a exploração de tecnologias avançadas de monitoramento e automação pode otimizar ainda mais os processos produtivos, tornando-os mais eficientes e econômicos. Esse caminho de evolução constante reflete a essência da adaptabilidade das empresas em um mercado competitivo em constante transformação.

## REFERÊNCIAS

BRITO, F. R. de.; BRITO, M. L. de A. **Impacto do ciclo PDCA no processo de atendimento aos clientes em empresa de aviamentos.** E-Acadêmica, v. 1, n. 3, 2020.

KIELING, A. C. **Viabilidade técnica e econômica da madeira plástica (*woodplastic*) produzida com plástico reciclável e endocarpo de tucumã (*Astrocaryum* sp).** Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

LOKENS GARD, E. **Plásticos industriais: Teoria e Aplicações.** 5ª Edição. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

OLIVEIRA, M. B. de; BRAGA, A. L. de C.; SANTOS, C. M. dos.; SANTOS, J. M. dos; MADUREIRA, M. T. **Brainstorming: Discussion of ideas aimed at creating processes that integrate engineering practices and technologies with other areas of the broom university.** *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, 2022.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da pesquisa: Abordagem teórica-prática.** 18 ed. Campinas: Papyrus, 2019.

PORTELLA, A. G. **Aplicação do gerenciamento de projetos na execução de pesquisa de benchmarking.** Aquila, v. 1, n. 24, 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REBORDÃO, A. J. **Pensando dentro da caixa:** Avaliação de caixas de polipropileno para armazenamento de objetos museológicos. *Conservar Patrimônio*, v. 1, 2020.

SANTOS, F. P. S. **Uma visão geral da eficiência energética na indústria e contribuições das metodologias: ciclo PDCA, 5W2H e WCM.** Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Monlevade, 2021.

TOSCAN, E.; VANIN, A. B.; FRINHANI, E. D. M. D.; MARQUEZI, S. L. **Potencial de utilização de resíduos da agricultura para a produção de embalagens biodegradáveis.** *Anuário Pesquisa e Extensão Unoesc Joaçaba*, v. 3, 2018.