

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS CAMPUS BETIM

Matheus Brito Silva

**GERENCIAMENTO DE PROJETOS PARA MITIGAÇÃO DE
CUSTOS NO PROCESSO DE MANUFATURA INDUSTRIAL:
estudo de caso em uma montadora de veículos**

Betim

2022

MATHEUS BRITO SILVA

**GERENCIAMENTO DE PROJETOS PARA MITIGAÇÃO DE
CUSTOS NO PROCESSO DE MANUFATURA INDUSTRIAL:
estudo de caso em uma montadora de veículos**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso Bacharelado em Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Betim para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientadora: Jaqueline das Graças Moura Oliveira

Betim
2022

FICHA CATALOGRÁFICA

S586g Silva, Matheus Brito

Gerenciamento de projetos para mitigação de custos no processo de manufatura industrial : estudo de caso em uma montadora de veículos / Matheus Brito Silva. – 2022.

51 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus Betim, 2022.

Orientação: profª. Jaqueline das Graças Moura Oliveira

1. Gerenciamento de projetos. 2. Custos do trabalho
3. Planejamento dos recursos de manufatura. 4. Indústria automobilística. I. Matheus Brito Silva. II. Título.

CDU: 005.53



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Betim
Diretoria de Ensino
Docentes Ciências Humanas e Sociais
Rua Itamarati - CEP 32677-564 - Betim - MG
3135976360 - www.ifmg.edu.br

Ata de Defesa de TCC, realizada em 14 de Julho de 2022.

No dia 14 de Julho de 2022 , às 18 horas e trinta minutos, o aluno Matheus Brito Silva do curso Bacharelado em Engenharia Mecânica do IFMG – Campus Betim, defendeu o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e foi aprovado com a nota igual a 80 pontos , que está condicionada ao cumprimento dos procedimentos pós-defesa do TCC.

Caso seja aprovado, deverá apresentar o trabalho com as devidas modificações em_04/08/2022 (21 dias corridos após a data da defesa) e, feitas as correções, tem mais 10 dias corridos para entregar as cópias em meio eletrônico, em 14/08/2022.

O aluno está ciente de que, caso não cumpra os procedimentos pós-defesa de TCC até a data estipulada, sua nota será considerada zero e a sua defesa de estágio, caso ocorra, será considerada nula. Também está ciente de que o trabalho de conclusão de seu curso poderá ser divulgado pela Instituição através dos seus meios de comunicação.

Alterações sugeridas pela banca examinadora e outras observações pertinentes à defesa:

1. Adicionar uma tabela que apresente os valores obtidos com cada um dos dois exemplos estudados para demonstrar o percentual da redução de custos sobre o valor de venda do veículo.
2. Ressaltar nas Considerações Finais que os resultados são efetivamente mais expressivos que o apresentado, por conta de não estar ao alcance do pesquisador o valor necessário para produção de um veículo, que tornaria o percentual ainda mais atrativo para a pesquisa.

Betim, 14 de Julho de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Jaqueline Das Gracias Moura Oliveira, Professora**, em 10/08/2022, às 15:33, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Amara Fuccio de Fraga e Silva, Professora**, em 10/08/2022, às 19:22, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Fernando Fabricio Lopes Eller de Oliveira, Professor Substituto**, em 10/08/2022, às 23:40, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1283349** e o código CRC **680CE0C6**.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pilares do WCM.....	19
Figura 2 – Design for Assembly no Ciclo de Vida do produto.....	25
Gráfico I – Propostas de redução de custo para o Carro A	41
Gráfico II – Valores de redução de custo por Carro A produzido (em reais)	42
Gráfico III – Propostas de redução de custo para o Carro B.....	43
Gráfico IV – Valores de redução de custo por Carro B produzido (em reais)	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma.....	37
Tabela 2 – Relação de valores do Veículo A.....	42
Tabela 3 – Relação de valores do Veículo B.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS

AME – Advanced Manufacturing Engineering

DFM/A – Design for Manufacturing/Assembly

EEM – Early Equipment Management

EPM – Early Product Management

PMBOK - Project Management Body of Knowledge

PMI – Project Management Institute

TPS – Toyota Production System

WCM – World Class Manufacturing

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha vida, por se manter fiel e por me guiar durante minha jornada, me abençoando para que todos objetivos fossem alcançados.

Aos meus pais, irmãos que me incentivaram em todos os meus projetos e sempre foram uma base importante para cada passo que dei até aqui.

À minha esposa que sempre se mostrou compreensiva e prestativa, me ajudando a passar pelos momentos difíceis. O seu apoio e o seu amor foram o melhor combustível para a reta final deste percurso.

À minha orientadora, que apesar do momento adverso, se mostrou compreensiva e dedicada para que este trabalho fosse executado da melhor maneira possível. Seus ensinamentos e métodos me proporcionaram a ter o melhor proveito do tema proposto para atingir meus objetivos.

Ao meu amigo de turma Henrique Rosendo, que esteve ao meu lado ao longo de todo o curso, estudando e crescendo juntos.

A todos que convivi e que de alguma forma me auxiliaram e me apoiaram durante essa etapa acadêmica.

RESUMO

Com o advento da globalização, a indústria automotiva apresenta constante crescimento, logo, para garantir sua sobrevivência diante do mercado competitivo, é de suma importância para uma empresa ter uma base sólida no tocante ao modelo de gerenciamento de projetos e de custos. Por conta disso, é relevante observar no dia-a-dia oportunidades para baratear o seu custo de produção, reduzir o tempo para a construção do seu produto final, entre outras ações, com a intenção de ser competitivo frente à concorrência e conquistar/manter a liderança em seu segmento. Este trabalho é um estudo de caso que visa demonstrar os benefícios acerca da utilização do gerenciamento de projetos para mitigação de custos no processo de manufatura industrial, por meio de dados obtidos durante o desenvolvimento de dois projetos automotivos. Através destes dados, pôde-se atingir o objetivo de apresentar a influência da gestão de projetos na indústria automotiva, utilizando ferramentas de qualidade como o *World Class Manufacturing* e o *Design for Manufacturing/Assembly*. Ao final do estudo, foi possível concluir que as metodologias e ferramentas de gestão utilizadas se mostraram benéficas na redução de custos dos objetos estudados.

Palavras-chave: Redução de custos. Gerenciamento de projetos. Produto. Processo. Ferramenta.

ABSTRACT

With the advent of globalization, the automotive industry presents constant growth, therefore, to guarantee its survival in the competitive market, it is of paramount importance for a company to have a solid base regarding the project and cost management model. Because of this, it is important to observe on a day-to-day basis opportunities to lower your production cost, reduce the time for the construction of your final product, among other actions, with the intention of being competitive against the competition and conquering/maintaining leadership in its segment. This work is a case study that aims to demonstrate the benefits of using project management to mitigate costs in the industrial manufacturing process, through data obtained during the development of two automotive projects. Through these data, it was possible to achieve the objective of presenting the influence of project management in the automotive industry, using quality tools such as World Class Manufacturing and Design for Manufacturing/Assembly. At the end of the study, it was possible to conclude that the methodologies and management tools used proved to be beneficial in reducing the costs of the objects studied.

Keywords: Cost reduction. Project management. Product. Process. Tool.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Delimitação do tema e da problematização da pesquisa	11
1.2	Justificativa	11
1.3	Objetivos	12
1.3.1	Objetivo Geral	12
1.3.2	Objetivos Específicos	12
2	DESENVOLVIMENTO	14
2.1	Ferramentas de Gestão	14
2.1.1	Taylorismo	14
2.1.2	Fordismo	15
2.1.3	<i>Toyota Production System (TPS)</i>	16
2.1.4	<i>World Class Manufacturing (WCM)</i>	17
2.1.5	<i>Early Product Management (EPM)</i>	21
2.1.6	<i>Design for Manufacturing/Assembly (DFM/A)</i>	22
2.2	Conceito de Projeto	25
2.2.1	A importância do Gerenciamento de Projetos	26
2.2.2	Os cinco processos em Gerenciamento de Projetos	27
2.2.3	Gerenciamento de custos em projetos	29
2.3	<i>Benchmarking</i>	30
2.3.1	<i>Tear-down</i>	30
3	DIMENSÕES METODOLÓGICAS	33
3.1	Classificação da pesquisa	33
4	CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO TCC	34
5	ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE GESTÃO DE PROJETOS COM BASE NA METODOLOGIA WCM	35
5.1	Atividades Desempenhadas	35
5.1.1	Análise de factibilidade DFM/A	35

5.1.2	<i>Benchmarking</i>	36
5.2	Propostas para redução de custo e/ou tempo ciclo de montagem	36
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO DA ANÁLISE	38
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
	REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

1.1 Delimitação do tema e da problematização da pesquisa

É necessário dar importância ao gerenciamento de projetos desde pequenas até as grandes organizações. Para quem observa de fora a elaboração de um projeto, os fatos mais evidenciados e que possuem magnitude para chamar a atenção do público são a criação do projeto e seu resultado final. Cabe às empresas não desprezar o potencial de uma boa gestão, visto que a partir desta é possível maximizar a eficiência, mitigar custos e riscos e, conseqüentemente, alcançar maior lucratividade.

Para o ramo automobilístico não é diferente, uma vez que é reconhecido que sua utilização é de grande valia conforme elucidado. O *World Class Manufacturing* (WCM) é uma ferramenta de qualidade utilizada na gestão de projetos da indústria automobilística. Um de seus pilares é o *Early Equipment/Product Management* (EEM/EPM) que trata de diversas etapas de avaliação à longo prazo do projeto, isto é, desde a fase de conceito até a produção do primeiro produto, com o objetivo de minimizar impactos na produção e evitar custos desnecessários durante as fases de implementação do projeto.

Além da gerência de projetos, ter um modelo técnico de gerenciamento em relação ao produto de sua empresa pode trazer benefícios a ele. Para tal, o *Design for Manufacturing/Assembly* (DFM/A) é a ferramenta útil adotada ao longo do desenvolvimento dos projetos automotivos.

Neste sentido, o presente trabalho busca apontar a relevância do gerenciamento de projetos para mitigação de custos a partir da análise preliminar de dois projetos automobilísticos de uma indústria em Minas Gerais, que para melhor representá-la neste trabalho acadêmico, será chamada pelo nome de “CarEng”. Com o levantamento dos resultados obtidos, pretende-se demonstrar a importância do tema supracitado.

1.2 Justificativa

Segundo Santos (2002) a eficácia da realização de um projeto está intimamente atrelada à gestão, visto que a compreensão dos problemas que podem ocorrer durante a produção pode ser evitada se bem gerida. A compreensão do conceito de gestão de projetos faz-se necessária, a fim de enfatizar sua importância para as organizações. De acordo com o Instituto de Gerenciamento de Projetos - PMI, o gerenciamento de projetos pode ser definido como:

É a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para a execução de projetos de forma efetiva e eficaz. Trata-se de uma competência estratégica para organizações, permitindo com que elas unam os resultados dos projetos com os objetivos do negócio – e, assim, melhor competir em seus mercados.

Neste contexto, a discussão do tema proposto pelo autor torna-se relevante dado o fato que na indústria automobilística o gerenciamento tem sido indispensável, pois com um mercado cada vez mais incerto podem surgir riscos de diversas maneiras, ligados ao processo produtivo, produto, estratégias, fornecedores, dentre outros (ZAFIROPOULOS et al., 2005). As revoluções industriais trouxeram consigo modelos de produção e de gestão muito eficientes que são constantemente aprimorados em virtude de sua utilização diária nas empresas. Com o advento de novas técnicas de gestão no mundo, é vital que as empresas adequem seu processo e façam o melhor proveito dessas tecnologias, visando melhorar o seu desempenho frente às concorrentes e aprimorando a utilização destas ferramentas.

A partir do estudo das ferramentas de gestão WCM (SCHONBERGER, 1986), que visa a melhoria contínua do projeto com base em pilares técnicos e gerenciais (YAMASHINA 2007), e PMBoK com foco no gerenciamento de custos e riscos, ambos aplicados no projeto automobilístico, este trabalho tem como finalidade destacar os benefícios que podem ser adquiridos a partir da implementação de uma boa gestão de projetos, através de metodologias que objetivam a eficiência da produção.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral, por meio de estudo de caso e revisão bibliográfica, apresentar a influência da gestão de projetos na redução de custos e tempo ciclo de montagem do produto final, destacando os benefícios da utilização do WCM em conjunto com ferramentas de qualidade, pretendendo evidenciar ao final do estudo os impactos da sua aplicação.

1.3.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Identificar, analisar e apresentar as principais ferramentas de gestão no setor de Engenharia de Manufatura da CarEng.
- Apresentar e avaliar a utilização das ferramentas contidas no pilar de EPM e nas atividades do setor de Engenharia de Manufatura da CarEng.
- Evidenciar a influência do gerenciamento de projetos na gestão de custos do setor de Engenharia de Manufatura da CarEng.
- Reconhecer a importância do modelo de gestão industrial DFM/A para o produto final da CarEng.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Ferramentas de Gestão

As ferramentas de gestão são técnicas que auxiliam na tomada de decisões, pois oferecem uma visão mais abrangente do projeto. Através de sua utilização, é possível atingir níveis de eficiência e eficácia maiores, prevenindo possíveis erros e atuando para mitigá-los, com a finalidade de se atingir os resultados esperados (SMART TALK, 2021).

A utilização das ferramentas de gestão em prol do gerenciamento de projetos, desde que utilizadas corretamente, culminam em uma combinação que pode ser muito benéfica para as empresas, visto que a partir delas é possível direcionar melhor os recursos disponíveis e se tornar competitivo perante à concorrência, sem que haja necessidade de novos investimentos para tal.

Principalmente após a Revolução Industrial no século XVIII, é possível notar a evolução dos métodos e técnicas de gestão.

2.1.1 Taylorismo

Com a expansão do capitalismo de produção surge um dos seus principais defeitos, que é a acumulação. Para Boltanski e Chiapello (2009), o acúmulo do capital não se trata do acúmulo de riquezas e sim do lucro que é obtido. Sobre o mesmo tema, Harvey (1992) cita que um dos principais aspectos do capitalismo é que ele se orienta para o crescimento. Porém, esse crescimento se apoia na exploração do trabalho, ou seja, da força de trabalho. Para tal, é preciso que sejam estabelecidas formas de controle, por conta do seu caráter de indeterminação, para garantir que não haja nenhuma perda ao crescimento capitalista.

Após anos de estudos da economia clássica, surge Frederick Winslow Taylor (1856-1915), ao final do século XIX, com o conceito de gerência científica para que através de métodos de experimentação do trabalho, fossem definidas regras e padrões para execução de tarefas, levando em consideração a combinação mais adequada entre tempo e movimento, isto é, otimizando ambos fatores.

Com isso, a utilização deste modelo consistiria em um “empenho no sentido de aplicar os métodos científicos aos problemas complexos e crescentes do controle do trabalho nas empresas capitalistas em rápida expansão” (Braverman, 1987: 82). Para tal, Taylor (1987)

define:

O uso prático dos dados científicos requer uma sala em que são guardados os livros, notações dos rendimentos máximos e uma mesa para o planejador das tarefas. Assim, todo o trabalho feito pelo operário no sistema antigo, como resultado de sua experiência pessoal, deve ser necessariamente aplicado pela direção no novo sistema, de acordo com as leis da ciência, porquanto o trabalhador, ainda que bem habilitado na organização e uso dos dados científicos, estaria materialmente impossibilitado de trabalhar, ao mesmo tempo, na máquina e na mesa de planejamento. Está claro, então, na maioria dos casos, que um tipo de homem é necessário para planejar e outro tipo diferente para executar o trabalho. (Taylor, 1987: 35)

A partir disso, Taylor entende que quem tem o conhecimento principal a respeito do processo de trabalho é o próprio trabalhador. Esse fato pode acarretar em consequências, tais como insubordinação do trabalhador ou a improdutividade, pois segundo Taylor (1987), a mão de obra pode se tornar improdutiva acreditando que ao trabalhar menos, estarão preservando os postos de trabalhos e consequentemente evitando uma exploração excessiva.

A fim de evitar possíveis transtornos na relação trabalhador-empresa, Taylor implementa políticas que visam prevenir a vadiagem dos trabalhadores. Assim surge a necessidade de utilizar um instrumento de medição de tempo: o cronômetro. Este veio para auxiliar na busca pela excelência na relação entre movimento e tempo.

Fica claro que a intenção de Taylor tem foco em aumentar o lucro da empresa por meio do controle do operário e da máxima produção. Para isso, ele enfatiza a ideia que a prosperidade do trabalhador e da empresa estão atreladas, criando assim a percepção ao funcionário que é necessário trabalhar ao máximo, pois somente dessa forma ele prosperará.

2.1.2 Fordismo

Com a concepção das ideias de Taylor, Henry Ford (1863-1947) foi bem sucedido em colocar em prática o Taylorismo com alterações feitas ao longo do caminho. De certa forma, a atuação de Taylor levou à simplificação do trabalho e a setorização das atividades laborais, conforme cita Marques (1987, p. 19):

Parece-me que, apesar de Taylor ter buscado prioritariamente controlar o elemento humano do processo de trabalho, não foi de menor importância sua contribuição no que toca às ferramentas. A combinação do estudo de tempos e movimentos com a relação das ferramentas permitiu um aumento significativo da quantidade produzida por jornada de trabalho estribada que foi no aumento substancial de intensidade de trabalho.

Entretanto, o modelo de produção criado por Taylor já não era suficiente para

atender a demanda do mercado. Neste cenário, Ford passa a procurar mecanismos para resolver tal problemática. Assim, ao observar uma fábrica de conservas, ele adota o modelo em sua indústria e passa a utilizar uma esteira rolante com a finalidade de dar sequência à produção. Marques (1987, p. 21) conclui que “a linha de montagem consiste de uma esteira que passa à frente dos trabalhadores sobre a qual são sucessivamente adicionados preços ou subconjuntos que encontram estocados perto do trabalhador.”

Godoy (2002, p. 3) por outro lado, resumiu que “o processo fordista de produção caracterizava-se pela economia de um movimento dos trabalhadores, o que resultava na diminuição do tempo de espera entre uma tarefa e outra”. Logo, foi estabelecida uma divisão de atividades entre os operários, possibilitando a redução e a simplificação das atividades ao ponto de tornar a produção totalmente setorizada. Conforme elucida Smith (1978):

Um homem estica o arame, outro o endireita, um terceiro corta, um quarto faz a ponta, um quinto esmerilha o topo para receber a cabeça; produzi-la requer duas ou três operações distintas. Ajustá-la no alfinete é uma atividade peculiar, pratear os alfinetes é outra; inseri-los na cartela de alfinetes constitui até uma atividade independente. [...] Essas 10 pessoas eram capazes de produzir conjuntamente mais de 48 mil alfinetes por dia. Porém, trabalhando separada e independentemente, e sem ter sido educada nessa atividade peculiar. Cada uma delas certamente não conseguiria produzir vinte, ou nem mesmo um alfinete ao dia.

Com essas modificações, Ford conseguiu reduzir o tempo que o carro levava na linha de produção, otimizando a relação movimento-tempo, tendo em vista que o operador era estático e o produto chegava até ele. Assim, é possível observar que o fordismo deu continuidade ao modelo implementado por Taylor, trazendo melhorias com um sistema intensivo de mão de obra, hierarquia formal e inflexibilidade salarial.

2.1.3 *Toyota Production System (TPS)*

Em virtude da crise do fordismo em 1970 foi necessário criar um novo modelo de produção, a fim de contornar a crise econômica e social presente na época. Os modelos de produção usados anteriormente tornaram-se obsoletos, uma vez que o padrão tecnológico avançou de maneira significativa em 1980 com a terceira revolução industrial.

Nesse cenário, surge o modelo *Toyota Production System*, criado por Taiichi Ohno, que tinha como foco a redução de custo indo em contrapartida aos conceitos de produção americanos. A partir dele, foi possível produzir o que o mercado demandava, no momento e quantia exata.

Conforme Ohno (1988), os 5 pilares do TPS são:

1. *Jidoka*: mecanismo utilizado para detectar itens que não estão em conformidade com o padrão de qualidade. Essa ferramenta permite uma correção imediata no processo produtivo, pois pausa o processo produtivo ao detectar um produto com defeito.
2. *Just in Time*: é a filosofia que possibilita produzir o produto demandado, na quantidade necessária e no momento certo. Portanto, quanto maior a demanda, maior a produção, evitando-se assim a superprodução e os desperdícios.
3. *Heijunka*: é uma ferramenta criada com a finalidade de nivelar a variedade e quantidade dos produtos produzidos, tornando o processo mais previsível e conseqüentemente facilitar o controle de estoque.
4. Padronização do trabalho: torna os processos mais estáveis, pois permite a realização das mesmas atividades seguindo sempre um único padrão.
5. *Kaizen*: é a filosofia que cria o conceito de melhoria contínua e insere o pensamento de sempre buscar melhorias na vida profissional e pessoal para o trabalhador.

A utilização do TPS trouxe, portanto, muitos benefícios às empresas à época e até hoje.

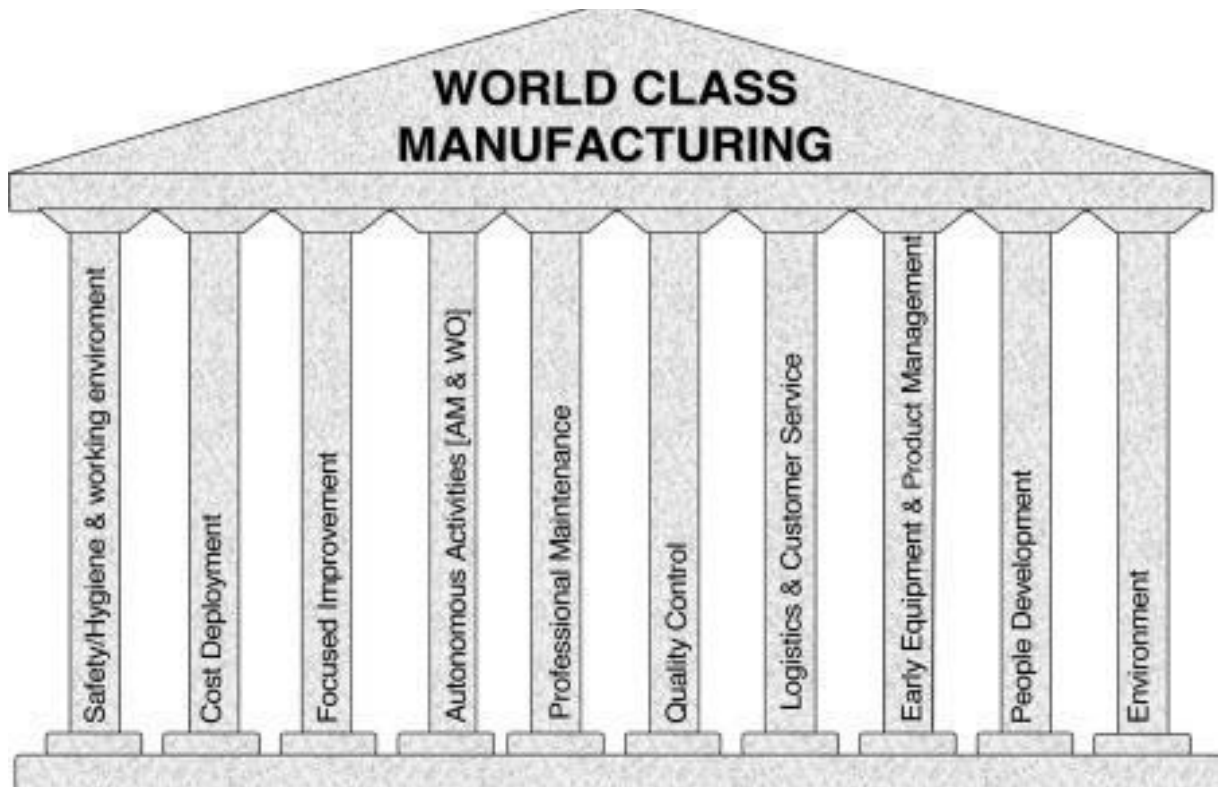
2.1.4 World Class Manufacturing (WCM)

Originalmente introduzido por Hayes e Wheelwright (1984), o WCM é formado por um aglomerado de conceitos, técnicas, princípios e políticas baseados nos fundamentos da produção enxuta para a gestão dos processos operacionais de uma empresa (PASSARELLA, 2007). Esse método de gestão visa apontar e eliminar, tanto as perdas possíveis quanto as existentes, em processos de produção e administração, maximizando assim o uso do ativo industrial e garantindo a produção de produtos de alta qualidade a custos competitivos.

O *World Class Manufacturing*, assim como o *Lean Manufacturing*, outra ferramenta bastante conhecida, é oriunda do *Toyota Production System* (TPS). É uma metodologia que se caracteriza como um modelo de gestão abrangente que busca garantir a excelência da gestão, de processos e de produtos pela redução das perdas de forma intensa e

diferenciada, por meio de equipes de alto desempenho (FREITAS & BARROS FILHO, 2016).

Figura 1 – Pilares do WCM



Fonte: PAŁUCHA, 2012.

Conforme descrito por PAŁUCHA(2012), os 10 pilares do WCM consistem em:

1. **SAFETY**: É um pilar técnico que envolve melhoria contínua do ambiente de trabalho e redução de fatores geradores de acidentes e ocorrências perigosas. O objetivo do pilar *Safety* é eliminar acidentes. Ela requer ações preventivas mais intensas, melhoria contínua da ergonomia no local de trabalho e habilidades e qualificações necessárias para eliminar potenciais eventos perigosos e acidentes.

2. **COST DEPLOYMENT**: O Fabricante, como parte do pilar *Cost Deployment*, para análise/auditoria de gestão da empresa, tem que introduzir um plano eficaz de redução de resíduos onde tais atividades podem trazer benefícios substanciais. É necessário desenvolver um programa de melhoria que levará a uma redução de desperdícios. Existem atividades realizadas para identificar resíduos, determinar o local de sua produção, validá-los,

identificar métodos de eliminação e resultados esperados.

3. ***FOCUSED IMPROVEMENT***: O objetivo deste pilar é eliminar grandes resíduos identificados anteriormente dentro do pilar de *Cost Deployment*. Desta forma, as organizações não exploram recursos para questões problemáticas de menor prioridade. Ações corretivas são direcionadas e têm que levar a uma solução final de problemas e restaurar ou introduzir um novo padrão específico.
4. ***AUTONOMOUS MAINTENANCE***: Como máquinas e equipamentos geralmente operam em condições precárias e nunca trabalhar em plena capacidade este pilar torna-se realmente importante. O objetivo deste pilar é melhorar a eficiência de o sistema de produção global por:
 - a. Restauração de um dispositivo mecânico ou equipamento ao seu estado original e manter seus parâmetros técnicos iniciais para evitar a deterioração,
 - b. Maior envolvimento da equipe de produção e desenvolvimento de um sistema de cooperação favorável para ambos os operadores de máquinas e equipe de serviços de manutenção,
 - c. Desenvolvimento de habilidades técnicas e qualificações.
5. ***PROFESSIONAL MAINTENANCE***: O escopo de atividades associadas a este pilar é resultado do número de falhas que ocorrem em muitos sistemas, falta de sistemática medidas preventivas e má cooperação entre operadores de máquina e a equipe de serviços de manutenção. As principais atividades sob este pilar focam em: controle e análise de causa de falha, ainda mais qualificações de pessoal de serviços de manutenção, colaboração com funcionários responsáveis pela *Autonomous Maintenance*.
6. ***QUALITY CONTROL***: Apesar de muitas medidas preventivas tomadas há sempre situações em que os clientes não estão satisfeitos com os produtos ou serviços. Isso reflete a importância deste pilar. Defeitos são encontrados e o custo dos produtos rejeitados torna-se um considerável gasto para a

empresa. Este pilar é geralmente projetado para fornecer aos clientes produtos de alta qualidade a um custo mínimo, para desenvolver condições operacionais adequadas para os sistemas de produção e para aumentar as habilidades de resolução de problemas de qualidade dos membros da equipe.

7. **LOGISTIC & CUSTOMER SERVICE:** Grandes estoques ou uma necessidade de reagendar a produção devido a escassez de matérias-primas geralmente são a razão para realizar tarefas sendo parte deste elemento dos conceitos de WCM. O objetivo é criar condições favoráveis para o fluxo de materiais dentro da empresa e entre os fornecedores e a fábrica, reduzir o nível de estoque, minimizar a quantidade de deslocamento, dentre outros.

8. **EARLY EQUIPMENT/PRODUCT MANAGEMENT:** Atividades que fazem parte deste pilar são geralmente realizadas se o tempo de inicialização dos novos equipamentos excede os assentamentos iniciais. A implementação eficiente desse tipo de trabalho permite a otimização e eliminação de perdas resultantes do período de inatividade. Além disso, o pilar abrange atividades relacionadas ao gerenciamento adiantado de equipamento/produto durante o processo de desenvolvimento de produtos através de uma revisão especial do modelo (Design Review), especificação de requisitos técnicos para a apresentação de uma proposta e suprimentos consistentes com os requisitos do usuário.

9. **PEOPLE DEVELOPMENT:** As atividades dentro deste pilar são para garantir, através de um sistema estruturado de treinamento, habilidades apropriadas e qualificações para cada posição de trabalho. Além disso, a equipe de serviços de manutenção e técnicos estão preparados para treinar outros funcionários posteriormente.

10. **ENVIRONMENT:** O décimo pilar é usado para atender aos requisitos de gestão ambiental (cumprimento dos requisitos e padrões da gestão ambiental) e a melhoria contínua do ambiente de trabalho. As principais atividades incluem:

- a. Auditorias internas periódicas verificando o impacto da planta no ambiente circundante
- b. Identificação e prevenção de riscos,
- c. Uso da norma ISO 14000.

2.1.5 Early Product Management (EPM)

Um dos objetivos deste trabalho é analisar os impactos gerados através da utilização do oitavo pilar de WCM, ou seja, o Early Product Management (EPM), que de acordo com MRÓZ(2018), tem como objetivo principal trazer o máximo valor agregado por meio da otimização de novos produtos design, resultante da colaboração direta entre manufatura e engenharia de produto. Vários aspectos são analisados em particular:

- Custo do produto;
- Qualidade;
- Tipo do material;
- Tecnologia disponível;
- Ferramentas e equipamentos;
- Logística;
- Regulamentações de segurança do trabalho e do meio ambiente;
- Documentação e requisições técnicas.

A atuação do pilar de EPM define amplamente Manufatura Avançada da CarEng, que consiste em reduzir a perda gerada por lançamentos ineficazes de novos produtos e ações corretivas relacionadas, através de:

- Lessons Learned, ou lições aprendidas, que inclui correções de processo em produtos atuais;
- Gestão do Conhecimento, que abrange correções e melhorias em produtos atuais, que podem ser transferidos para um novo design;
- Frontloading, que se refere à utilização da Gestão do Conhecimento para

validar o processo e eliminar a repetição de erros;

- Otimização de Design, que indica atividades proativas para redução de custos do produto e melhoria da qualidade;
- Engenharia de custos, que verifica a função e custo do produto da perspectiva do cliente.

2.1.6 Design for Manufacturing/Assembly (DFM/A)

Tratando-se de um ambiente de produção automobilística, além de um sistema de gestão confiável também é necessário um modelo técnico a ser seguido para o desempenho das atividades de engenharia. O sistema adotado pelo setor de Manufatura Avançada da CarEng é o *Design for Manufacturing* ou *Design for Assembly* que consistem em um conjunto de práticas com a finalidade de otimizar o processo produtivo e diminuir o custo da produção.

O *Design for Manufacturing* tem o objetivo de aprimorar o design do produto visando o processo de manufatura como um todo, averiguando os impactos do design do início do projeto até o produto final. Enquanto isso, o *Design for Assembly* é voltado para estratégias que impactam o tempo e a facilidade da montagem de um produto. Juntos, eles formam o DFM/A que, segundo Boothroyd e Dewhurst (1988), em relação à metodologia de design do produto, segue os seguintes aspectos a serem considerados:

- Diminuir o número de componentes de um produto;
- Projetar componentes que possam ser multifuncionais;
- Utilizar *Poka-yoke* sempre que possível;
- Desenvolver processos e componentes padronizados;
- Propiciar uma montagem unidirecional;
- Facilitar o alinhamento e o encaixe dos componentes;
- Reduzir ao máximo a quantidade de fixações, molas, roldanas e chicotes de uma peça;
- Padronizar materiais, acabamentos e componentes;
- Automatizar o processo sempre que possível;
- Promover o trabalho em equipe.

Ainda segundo Boothroyd e Dewhurst (1988), devem ser seguidos 7 passos a fim de se melhorar os processos técnicos, que são eles:

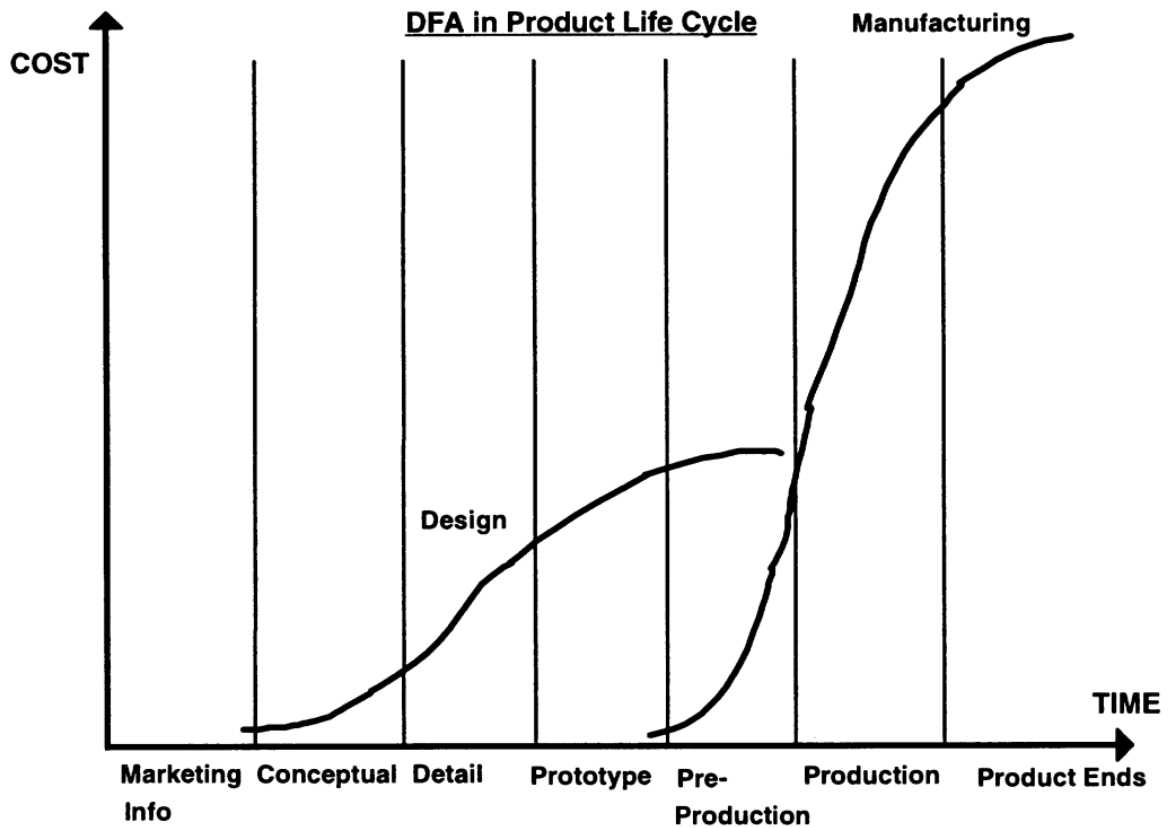
1. Concepção de projeto: primeiramente são definidos os requisitos e a funcionalidade do produto projetado;
2. Projetar visando a montagem simplificada: ao contrário de outras metodologias em que a montagem é definida após o produto ser validado, no DFM/A ela é uma das prioridades na fase inicial de projeção. É verificado através das matemáticas as condições de montabilidade das peças, visando o processo e o produto final;
3. Materiais e instrumentos: após, é feito um levantamento e análise dos materiais e instrumentos disponíveis no processo de fabricação;
4. Definir o melhor conceito de projeto: é realizado com a finalidade de estimar custos de investimento para a produção, baseado nas informações obtidas até então;
5. Enfoque nas etapas de fabricação: nessa etapa são definidas as sequências de montagem, visando atingir o menor tempo de produção e evitar desperdícios.
6. Protótipo: etapa de validação do produto, passando por testes de montagem, qualidade e até mesmo longevidade para comparar ao que foi concebido no início do projeto e ver se atende aos requisitos.
7. Produção: última etapa, onde se inicia a produção em massa do produto.

É identificado por Boothroyd e Dewhurst (1988) como uma ferramenta de *benchmarking* para estudar o produto da concorrência e quantificar as dificuldades de manufatura e montagem.

A etapa de design do produto (MOLLOY, WARMAN E TILLEY, 1998), deve contemplar os valores de ciclo de vida e, portanto, é importante que seja integrada ao planejamento de produção em uma atividade única. Essa integração acarreta em uma situação favorável à indústria de “design feito para o processo”.

Os impactos da união entre design do produto e planejamento de manufatura são descritos na Figura 2 a seguir, que ilustra como esse princípio, se aplicado apropriadamente, Figura 2 – Design for Assembly no Ciclo de Vida do produto

pode ser benéfico ao projeto (MOLLOY, WARMAN E TILLEY, 1998).



Fonte: MOLLOY, WARMAN E TILLEY, 1998.

Os autores Molloy, Warman e Tilley(1998) também descrevem que muitas regras e normas de *Design* de Produto já foram desenvolvidas e que a maioria delas são específicas para cada setor. No entanto, em geral elas devem partir dos princípios descritos por estes autores abaixo:

1. **Minimizar o número de partes:** reduzindo o número de peças, também será reduzido o numero de operações necessárias para a montagem total do componente, diminuindo assim o tempo ciclo de montagem. No entanto, deve ser considerado que em algumas situações a unificação de uma peça pode aumentar sua complexidade e implicar em uma montabilidade ruim e conseqüentemente aumentar o tempo ciclo.
2. **Facilidade de manuseio:** devem ser projetados ao design boas características para manuseio, para garantir ao operador a segurança e assertividade de sua montagem. Para tal, é necessário que o componente possua faces que possam ser agarradas facilmente, com geometria regular que favoreça ao processo, e que de preferência seja rígido para evitar que a

peça dobre durante sua montagem. Caso alguma dessas condições não sejam atendidas, é preciso desenvolver dispositivos para auxílio de montagem e isso significaria mais custos ao projeto.

3. **Facilidade de inserção:** durante a etapa de detalhamento do produto no design, é necessário garantir à peça que sua montagem seja precisa e para isso ela pode utilizar de métodos como chanfros e ajustes de tolerância.
4. **Padronização de peças:** essa etapa deve ser realizada durante as etapas de concepção e detalhamento do projeto. Seu objetivo é padronizar os componentes visando o longo ciclo de vida do produto com o objetivo de alcançar alterações mínimas no processo de montagem, menos problemas de estoque e uma alta probabilidade de atingir o design correto.

Como exemplo dessa atuação, Molloy, Warman e Tilley(1998) descrevem aspectos comuns para se atingir os princípios listados anteriormente. Segue abaixo aqueles que auxiliarão na condução deste trabalho:

1. Reduzir o numero de montagens a ser realizadas.
2. Reduzir o número de componentes.
3. Usar partes inteiras, se possível.
4. Usar partes simétricas e evitar partes pseudo-simétricas.
5. Garantir acesso para todas uniões e fixações de peças.
6. Utilizar ferramentas e materiais padrões do processo.
7. Visar um espaço livre para manuseio do componente durante a montagem.
8. Projetar um pré-posicionamento, para que o operador possa soltar a peça após posicioná-la e poder fixá-la sem que esta se mova.
9. Checar a compatibilidade de materiais próximos.

Assim concluem Barbosa e Carvalho (2013), que por se tratar de uma guia de instruções voltada para uma indústria específica, ela auxilia os engenheiros a identificar problemas e orientar possíveis soluções para problemas de manufatura que só seriam percebidos, geralmente, após o início da produção.

2.2 Conceito de Projeto

Os projetos estão inseridos no dia-a-dia de todos os indivíduos, seja ele no contexto pessoal, empresarial ou profissional. O termo projeto vem da palavra latina *projectum*, do verbo latim *proiciere*, que significa “antes de uma ação”, ou seja, esse tem a intenção de realizar ou desenvolver algo.

Os autores Tumam (1983) apud Rabecheri; Carvalho e Laurindo (2002) definem projeto como:

[...] uma organização de pessoas dedicadas visando atingir um propósito e objetivo específico. Projetos geralmente envolvem gastos, ações únicas ou empreendimentos de altos riscos no qual tem que ser completado numa certa data por um montante de dinheiro, dentro de alguma expectativa de desempenho. No mínimo todos projetos necessitam de terem seus objetivos bem definidos e recursos suficientes para poderem desenvolver as tarefas requeridas.

Martins (2010) define projeto genericamente como empreendimento, pois assim como qualquer outro empreendimento, para a criação e execução de um projeto é necessário planejamento, programação, execução e controle de todas as atividades. O PMBOK -Project Management Body of Knowledge- (2013) ressalta que projeto pode ser considerado como:

Um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A natureza temporária dos projetos indica que eles têm um início e um término definidos. O término é alcançado quando os objetivos do projeto são atingidos ou quando o projeto é encerrado porque os seus objetivos não serão ou não podem ser alcançados, ou quando a necessidade do projeto deixar de existir. Um projeto também poderá ser encerrado se o cliente (cliente, patrocinador ou financiador) desejar encerrá-lo. Temporário não significa necessariamente de curta duração. O termo se refere ao engajamento do projeto e à sua longevidade.

Logo, para uma boa execução do projeto é necessário que seja acompanhando no começo, meio e fim, pois “todo projeto apresenta um ciclo de vida. O projeto é conduzido por pessoas e deve atingir, ao seu final, os objetivos dentro dos prazos, custos e qualidade” (MENEZES, 2007). Portanto, para que sejam alcançados todos os objetivos dentro do prazo estipulado, faz-se necessário o gerenciamento de todos os processos e ações que envolvem o projeto, a fim de assegurar que sejam desempenhadas todas as estratégias e ações traçadas no início da proposta.

2.2.1 A importância do Gerenciamento de Projetos

Nas últimas décadas o mercado empresarial tornou-se cada vez mais complexo e

competitivo, tornando a gestão nas empresas essencial para sua sobrevivência a longo prazo. Segundo Salles Júnior (2010), uma empresa possui maiores chances de obter lucro com seu negócio se esta for controlada através de um bom gerenciamento de riscos e um projeto eficaz. Neste contexto, é possível afirmar que o planejamento, análise, controle e estratégias gerenciais impactam o resultado final de um projeto.

O gerenciamento de projetos é de suma importância para que sejam atingidos todos os objetivos definidos, desde a concepção do projeto até o seu término. Shetach (2010) afirma que a gestão de projeto tem como objetivo principal executar de maneira eficaz os objetivos estratégicos que foram planejados. Ainda nesse contexto, Pinto Júnior e Muyllder (2010) defendem a ideia que o sucesso de um projeto está intimamente atrelado à liderança, organização, comportamento e físico, sendo o gestor responsável pela boa execução, controle, planejamento, como garantia para atingir as metas definidas.

A metodologia utilizada no gerenciamento de projetos pode implicar em vantagem competitiva diante do mercado, uma vez que se bem praticada pode mitigar custos, prevenir e eliminar riscos, bem como aumentar lucros da empresa e apresentar vantagem frente aos demais concorrentes. Segundo Koontz e O'Donnel (1980), é fundamental que haja planejamento para as tomadas de decisões, estabelecimento de metas, objetivos e metodologia nos processos que serão utilizados na execução do projeto. Em contraponto, a falta de gestão e planejamento pode ocasionar diversos contratempos na execução do projeto, tais como desconformidades entre a equipe, conflitos na execução de processos, retrabalho e atraso na entrega do projeto final (BAENA, 2009).

Desde o início do projeto até sua conclusão é importante possuir um gerenciamento competente e metodologia na implementação das estratégias e execução do projeto, pois a partir desses é possível padronizar processos e controlar os riscos, conseqüentemente minimizando e prevendo custos. De acordo com Kerzner (2001), sem a utilização de processos repetitivos no projeto não é possível alcançar a excelência do gerenciamento de projetos, sendo o uso contínuo desta metodologia implica no seu sucesso, aumentando o lucro da organização.

2.2.2 Os cinco processos em Gerenciamento de Projetos

Segundo Martins (2013) gerenciamento de projetos se desenvolve com a aplicação do conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto visando atingir os seus requisitos. O gerenciamento de projetos se vale da aplicação e integração apropriadas

de nove áreas e 42 processos de gerenciamento de projetos, logicamente agrupados em cinco grupos de processos conforme destaca Viana (2009, p. 53-54):

- Iniciação: onde desenvolve-se o termo de abertura e estruturação do projeto, ou seja, será elaborado um documento formal que autorize um projeto ou fase, levantando a documentação dos requisitos iniciais que buscam atender as necessidades e expectativas das partes interessadas, estabelecendo uma parceria entre a organização executora e solicitante;
- Planejamento: nesta etapa busca-se documentar as ações que serão necessárias para definir, preparar, integrar e coordenar todos os planos cooperantes do projeto;
- Execução: onde será executado o trabalho, conforme definido no processo anterior, a fim de atingir os objetivos traçados;
- Monitoramento e controle: neste ponto são realizadas ações de acompanhamento, revisão e ajuste acerca do progresso projeto, verificando se os objetivos de desempenho definidos foram atendidos conforme almejados;
- Encerramento: a última parte consiste em finalizar, formalmente, todas as atividades desempenhadas no projeto ou fase.

Assim, por meio do processo de integração do projeto é possível garantir que todas as áreas sejam integradas e estruturadas, garantindo que sejam atendidas de forma efetiva as necessidades englobadas ao longo do projeto.

Viana (2009, p. 45-46) afirma que as principais áreas de gerenciamento de integração, escopo, tempo, custos, qualidade, recursos humanos, comunicações, riscos e aquisições, segundo o PMBOK GUIDE 4ª Edição, buscam descrever os processos componentes do projeto, apontando os detalhamentos específicos e com abrangência própria, porém mantendo todos os processos integrados de maneira unificada e organizada. É válido ressaltar, que o Project Management Body of Knowledge (PMBOK) é a principal publicação do Project Management Institute (PMI) ao que se refere o estudo de melhoria e evolução em gerenciamento de projetos.

Visto que uma organização pode obter vantagens a partir do uso de gerenciamento de projetos, a discussão acerca do gerenciamento de custos também possui grande relevância para este trabalho, uma vez que sua utilização ao longo da execução de um projeto no setor automobilístico pode apresentar resultados benéficos.

2.2.3 Gerenciamento de custos em projetos

Com o mercado cada vez mais globalizado, é fundamental para as organizações garantir sua sobrevivência e estabilidade, de modo que sejam mantidos seu crescimento e competitividade no ambiente. Para isso, o gerenciamento de projeto desenvolve mecanismos que auxiliam na estruturação do projeto, lidando com os eventuais fatores de risco que podem ocorrer durante a execução de um projeto (Viana, 2009, p.4). Neste contexto, o gerenciamento de custos mostra-se importante para garantir os resultados estimados pela organização, garantindo que o projeto seja executado dentro do limite de recursos estipulado, conforme afirma Viana (2009, p.68):

O gerenciamento de custos tem como objetivo garantir que o capital disponível será suficiente para obter todos os recursos para se realizarem os trabalhos do projeto. [...] O projeto está desenvolvendo um produto, ou serviço, com interesse comercial, e esse produto, por sua vez, estará recompensando financeiramente a empresa, retornando tanto o dinheiro investido quanto o lucro desejado, estabelecido na concepção do projeto.

Então, o gerenciamento de custos pode ser determinante para o sucesso contábil um projeto, já que nesta etapa é desenvolvido o controle de custos do projeto garantindo que reflitam resultados, prevenindo custos decorrentes de falha de gerenciamento. O PMBOK subdivide o gerenciamento de custos em três processos, sendo eles:

- Estimar Custos: onde os recursos monetários do projeto serão estimados para verificar quanto será necessário para executar as atividades relacionadas ao projeto;
- Determinar o orçamento: nesta fase será estabelecido uma linha base dos custos estimados de atividades individuais ou pacotes de trabalho;
- Controlar os custos: monitoramento acerca de todo progresso do projeto, a fim de verificar e atualizar o orçamento, por meio do gerenciamento das mudanças ocorridas na linha de base dos custos.

Através das etapas do Gerenciamento de Custos, será possível acompanhar e alocar, se necessário, os recursos financeiros destinados ao projeto. Portanto, esse mecanismo possui grande relevância, uma vez que atua no controle orçamentário do projeto, buscando identificar problemas o quanto antes para que a solução seja dada com máxima eficiência, evitando dessa maneira danos ao orçamento estipulado.

2.3 Benchmarking

De acordo com Araujo (2001), o *benchmarking* é uma das ferramentas mais úteis para a gestão dos processos organizacionais. Ele é baseado na ideia de que é imperativo explorar, compreender, analisar e aplicar soluções ou melhores práticas de uma empresa.

Conforme Camp (1996) descreve, o termo *Benchmark* é compreendido como um padrão de referência. Já o *benchmarking* representa o processo de comparação. Nesse sentido, de acordo com a capacidade das empresas em se adaptarem as melhores práticas existentes no mercado refletirá em vantagens competitivas diante da concorrência, isto é, ao invés de copiar soluções cegamente.

Ainda segundo Camp (1996), existem quatro classificações específicas de *benchmarking*, que são elas:

- I. *Benchmarking* interno: compara os processos, produtos e serviços entre unidades da própria organização, com o objetivo de apontar os pontos fortes de cada uma.
- II. *Benchmarking* competitivo ou concorrente: compara os processos, produtos e serviços com o que é considerado competidor direto ou produtos substitutos.
- III. *Benchmarking* funcional: compara-se funções semelhantes em empresas líderes em tais funções para fins de aperfeiçoamento.
- IV. *Benchmarking* genérico: compara os processos da empresa com processos similares de outras empresas que atuam em setores distintos.

2.3.1 Tear-down

De acordo com Sato e Kaufman (2005), a ferramenta de *tear-down*, que em sua

tradução literal significa “destruir” ou “desmontar”, trata-se de uma etapa de *Benchmarking* concorrente e trata-se da desmontagem parcial ou total de um produto considerado competidor direto para análise. Segundo os autores, para ultrapassar e/ou se manter na liderança de um segmento é necessário criatividade para traduzir o design e o processo concorrente e tirar lições que tornem o seu produto melhor.

Ainda segundo Sato e Kaufman (2005), é um exercício valioso para apontar vantagens e desvantagens do produto da concorrência em comparação com o seu. A diferença quanto a outros métodos, quanto à análise de valor, é que este oferece a oportunidade de identificar alternativas de menor custo e que atendem aos critérios e funções previstas no projeto.

Cooper (1995) define *tear-down* como um método de engenharia de valor voltado para a observação visual da desmontagem de um produto e lista oito métodos, onde os 4 primeiros serão essenciais para este trabalho, portanto serão descritos adequadamente abaixo:

1. *Tear-down* dinâmico: seu objetivo é reduzir tanto o número de etapas de operações para manufaturar um veículo, quanto o tempo da própria fabricação. Consiste em desmontar um veículo da concorrência e comparar/analisar se o processo de montagem deste seria benéfico ao seu projeto.
2. *Tear-down* de custo: consiste em reduzir o custo dos componentes do seu veículo, realizando uma comparação de custos com o produto da concorrência.
3. *Tear-down* de material: consiste na comparação entre materiais e no tratamento de superfícies com o produto rival, com a finalidade de detectar avanços na qualidade do produto adversário e não ter seu produto defasado.
4. *Tear-down* estático: é o processo mais básico segundo Cooper (1995), pois trata-se de desmontar ambos veículos para que os engenheiros de design possam notar a diferença entre os produtos.
5. *Tear-down* de processo: consiste em comparar os processos de manufatura em partes similares, visando reduzir a diferença entre eles com o objetivo a longo prazo de produzir múltiplos produtos ou componentes na mesma linha de produção.

Os três métodos restantes são:

6. Matriz de *tear-down*;
7. Método de unidade-quilograma;
8. Método de estimativa de grupo.

3 DIMENSÕES METODOLÓGICAS

Esse trabalho foi realizado utilizando a metodologia de estudo de caso, baseado nos dados obtidos relacionados à gestão de projetos da Manufatura Avançada, setor da CarEng.

3.1 Classificação da pesquisa

Para entender sobre estudo de caso, é necessário compreender o que é um projeto de pesquisa e suas aplicações. Segundo GIL(2002):

Pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou então quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema.

A pesquisa é desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Na realidade, a pesquisa desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados.

Além disso, também explica que muitas razões determinam a execução de uma pesquisa, podendo separá-las em dois grupos distintos: razões de ordem intelectual e razões de ordem prática. A primeira ocorre pelo próprio desejo de se conhecer, enquanto que a segunda ocorre para determinar como realizar algo de maneira mais eficiente ou eficaz.

Sobre o estudo de caso, GIL(2002) também explica que:

[...] é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento [...].

E dentre os propósitos da realização desse, ele cita:

- a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- b) preservar o caráter unitário do objeto estudado;
- c) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação;
- d) formular hipóteses ou desenvolver teorias; e
- e) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

4 CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO TCC

A linha do tempo para a elaboração do trabalho foi definida a partir da Tabela 01 abaixo:

Tabela 1 – Cronograma

CRONOGRAMA	Março	Abril	Maió	Junho	Julho
Coleta de dados	X	X			
Análise de dados			X	X	
Redação do TCC	X	X	X	X	
Revisão das normas de escrita				X	X
Apresentação/Defesa TCC					X

Fonte: Elaborado pelo autor.

5 ANÁLISE DAS ATIVIDADES DE GESTÃO DE PROJETOS COM BASE NA METODOLOGIA WCM

O setor de Manufatura Avançada da CarEng desenvolve suas atividades com o controle de gestão de projetos fundamentado na metodologia WCM, com foco no pilar de EPM, aliado à metodologia técnica do DFM/A. Correlacionando ambas ferramentas, é possível atingir resultados expressivos, resultados que este trabalho busca apresentar.

5.1 Atividades Desempenhadas

Conforme a metodologia descrita, o setor de Manufatura Avançada tem definido atividades essenciais para todos projetos recebidos pela CarEng, que são eles:

1. Análise de factibilidade DFM/A: acompanhamento da evolução do projeto, desde sua concepção até o dia da primeira produção, garantindo a conformidade do design com o processo de manufatura.
2. *Benchmarking*: processo de engenharia concorrente, onde o produto adversário é desmontado e simulado os custos desse produto, juntamente com o tempo ciclo de montagem.

De modo geral, as atividades se correlacionam e são desenvolvidas concomitantemente para atender justamente à finalidade do DFM/A que é mitigar os impactos do design do produto, analisando como ele irá performar no processo de manufatura. Para tal, é importante manter o controle da gestão através da metodologia competente designada, pois apenas com ela será possível notar progresso ao decorrer dos projetos e evitar perdas no médio/longo prazo.

5.1.1 Análise de factibilidade DFM/A

As análises de factibilidade são realizadas utilizando o desenho 3D do carro, onde é feita uma inspeção do produto ao longo de todo o projeto, garantido sua conformidade com a linha de produção, utilizando os conceitos de *Design for Manufacturing/Assembly* e de *Early Product Management*. Os processos de fabricação simulados/estudados são:

- Funilaria: onde as partes do carro são unidas através de processos de solda e união de chapas.
- Pintura: onde o carro é primeiramente selado através de sigilantes e pintado.
- Montagem: onde as peças que compõe o carro são montadas e fixadas, dando forma final ao produto.

É previsto para cada um dos processos de fabricação, as peculiaridades de cada um visto que são análises técnicas diferentes mas com um objetivo em comum: manter a conformidade do design do projeto, com o processo de manufatura, como orientado pelo DFM/A.

5.1.2 Benchmarking

Nessa atividade, o produto desenvolvido por empresas adversárias passa por um processo de *tear-down*, isto é, ele é desmontado por inteiro para que possam ser feitas análises de seu design, o material utilizado, o processo de manufatura e por fim, fazer a comparação entre os resultados obtidos com o produto da CarEng.

Todos os sistemas que compõe o carro são desmontados, desde componentes elétricos e motorização, a objetos estéticos. Isso acontece para que ao remontá-los, seja obtido um tempo ciclo de montagem completa. No processo, eventos de *brainstorming* são realizados, onde o setor inteiro de Manufatura Avançada, aplicando conceitos de *Design for Manufacturing and Assembly*, para comparação do produto e absorção de novas ideias.

O foco é entender como outras empresas pensam o mesmo produto, quais conceitos de projeto utilizam e principalmente, como fazer melhor que elas.

5.2 Propostas para redução de custo e/ou tempo ciclo de montagem

A realização de propostas visando a redução de custo do produto final e o tempo ciclo de montagem surge como um somatório das atividades anteriores, unindo a estas as

informações já registradas como melhores práticas ou lições aprendidas com projetos anteriores. Ambas servirão para auxiliar na tomada de decisão do projeto, objetivando propostas que funcionam e que irão agregar às metas do setor.

Essas propostas se baseiam em melhorias de produto, como aquelas já evidenciadas acerca do Design for Manufacturing/Assembly, como por exemplo a redução de etapas para a montagem de um componente, a redução do número de componentes, padronização de peças e consequentemente para todas estas, a redução do tempo necessário para montagem do componente.

Outras propostas derivam das atividades de *benchmarking*, pois após observar, tanto o próprio produto como o concorrente, é necessário utilizar esse conhecimento para melhorar soluções antigas, desenvolver novas e aprender com adversário direto.

O objetivo final das propostas de redução de custo é agregar todo conhecimento embarcado nas atividades paralelas (que são realizadas para garantir a conformidade entre produto e processo, através das análises de factibilidade DFM/A), de forma que por estar em contato com o projeto, possam ser levantadas sugestões de modificação do produto que tenham um retorno financeiro ao produto/processo.

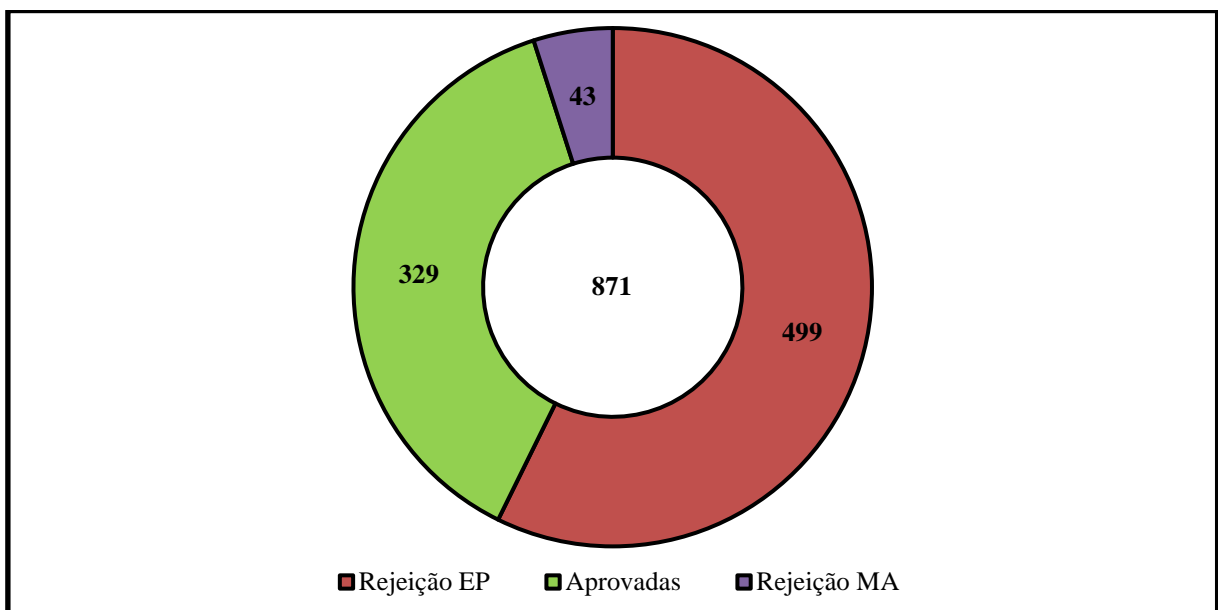
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO DA ANÁLISE

Os resultados obtidos ao longo de dois projetos foram coletados para análise futura e serão apresentados neste tópico para avaliar se os benefícios acerca da utilização do gerenciamento de projeto, auxiliado pelas ferramentas de qualidade apresentadas, são paupáveis e, conseqüentemente, necessários a uma empresa automobilística.

Com a finalidade de melhor apresentar os resultados desse estudo de caso, os modelos serão nomeados como Carro A e Carro B, sendo o modelo A pertencente a um segmento inferior em comparação ao B. Para fins de discriminação, tanto o valor do veículo como o valor da redução de custo serão proporcionais aos valores obtidos no estudo de caso.

O Gráfico I abaixo apresenta os dados obtidos durante a fase de projeto do Carro A, relacionados às 871 propostas de redução de custos e/ou tempo ciclo de montagem total do veículo e sua respectiva aprovação/reprovação. Tem-se a diferenciação entre propostas rejeitadas pelo setor estudado, que é a Manufatura Avançada (Rejeição MA), e por outros setores de Engenharia de Produto (Rejeição EP).

Gráfico I – Propostas de redução de custo para o Carro A



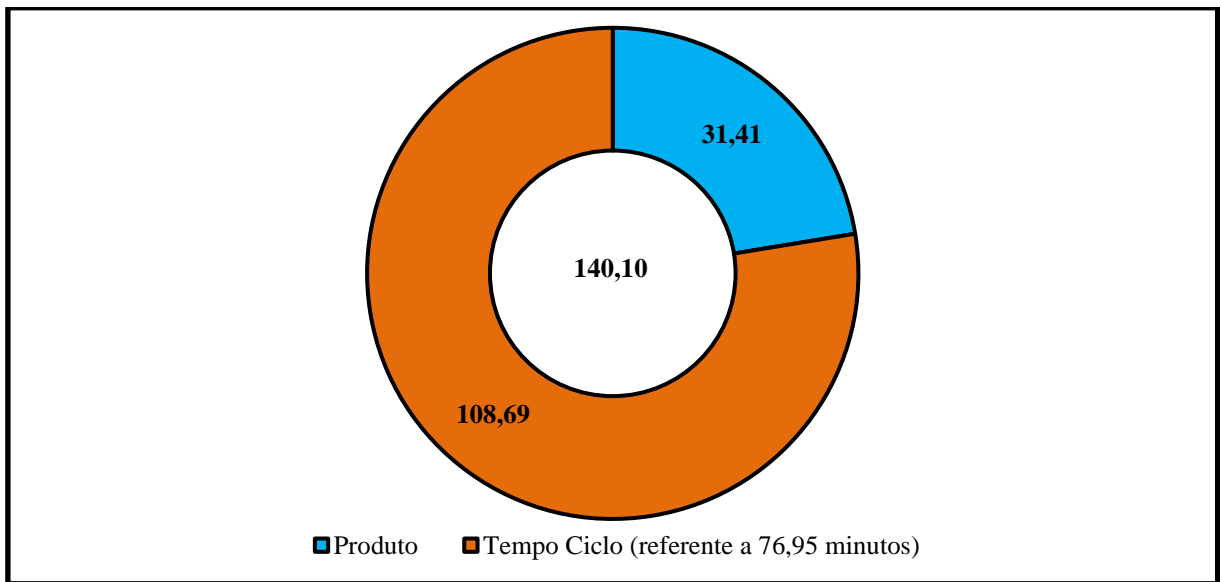
Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

As propostas rejeitadas pela Manufatura Avançada se devem a soluções que não atendem aos requisitos de factibilidade incluídos no Design for Manufacturing/Assembly ou são propostas que em momentos anteriores não funcionaram e foram tomadas como Lessons Learned. Por outro lado, as propostas rejeitadas por outros setores da Engenharia de Produto

são por diversas razões, seja por estilo do carro, por investimento ou por decisões internas do departamento e, sendo assim, não serão abordadas nesse trabalho. Por fim, as propostas aprovadas são por acordo comum entre ambos setores.

O Gráfico II abaixo representa os valores obtidos com as propostas aprovadas para o Carro A. Esse valor representa a redução de custo, seja por produto ou por redução de tempo ciclo de montagem, por veículo produzido.

Gráfico II – Valores de redução de custo por Carro A produzido (em reais)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022)

Portanto, com os valores obtidos do veículo A, podemos estudá-lo realizando uma comparação com o valor de venda do veículo. O preço estimado de venda do Carro A é de R\$ 71.500,00 e com uma redução de custo de R\$ 140,10 por veículo produzido.

Tabela 2 – Relação de valores do Veículo A

Item	Valores
Preço Veículo A	R\$ 71.500,00
Valor da redução	R\$ 140,10
Proporção	0,20%

Fonte: Elaborada pelo autor.

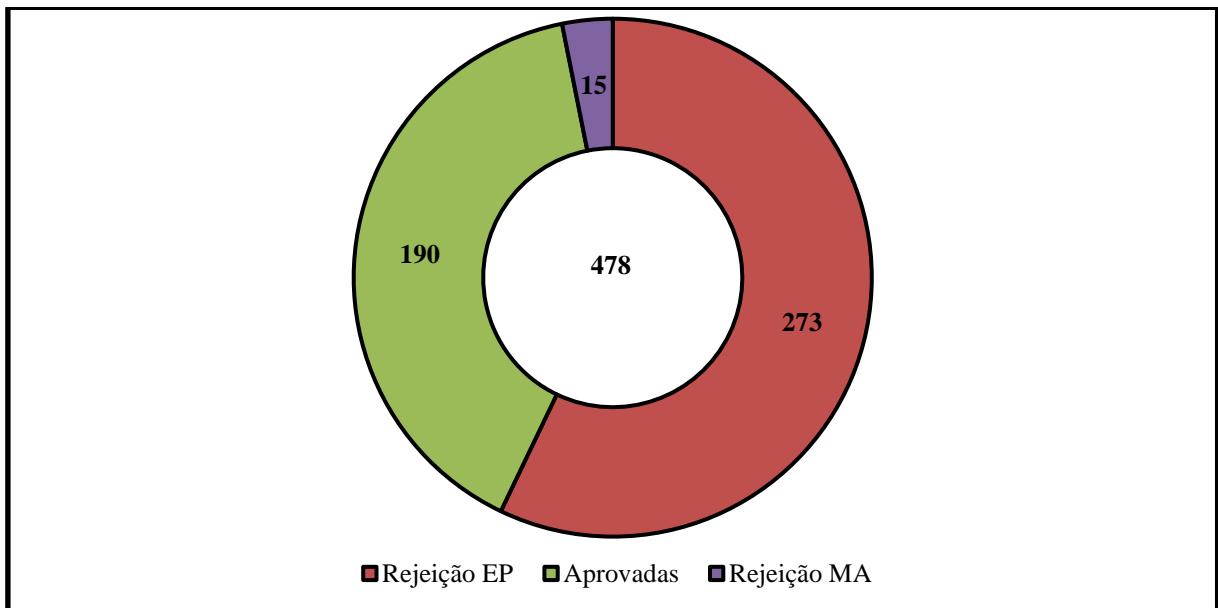
A proporção entre esses valores, apresentado acima na Tabela 2, representa uma relação aproximada do “valor” de um carro, em redução de custos, a cada 510 veículos vendidos. É um valor expressivo que exemplifica a importância do gerenciamento de projetos com a adição de metodologias técnicas, reduzindo os custos de produção do produto final ainda

durante a fase de projeção.

Com a finalidade de expressar melhor os resultados deste estudo de caso, foi agregado a ele o modelo B. Trata-se de um veículo mais recente e de categoria superior ao primeiro, que refletirá em um valor superior de redução de custos. Isto ocorre devido a melhoria de expertise da equipe ao longo dos projetos, juntamente com a utilização de lições aprendidas anteriormente, conforme orientação do pilar de EPM da ferramenta de gestão WCM.

O Gráfico III abaixo apresenta os dados obtidos durante a fase de projeto do Carro B, relacionados à quantidade de propostas de redução de custos e/ou tempo ciclo de montagem total do veículo e sua aprovação/reprovação.

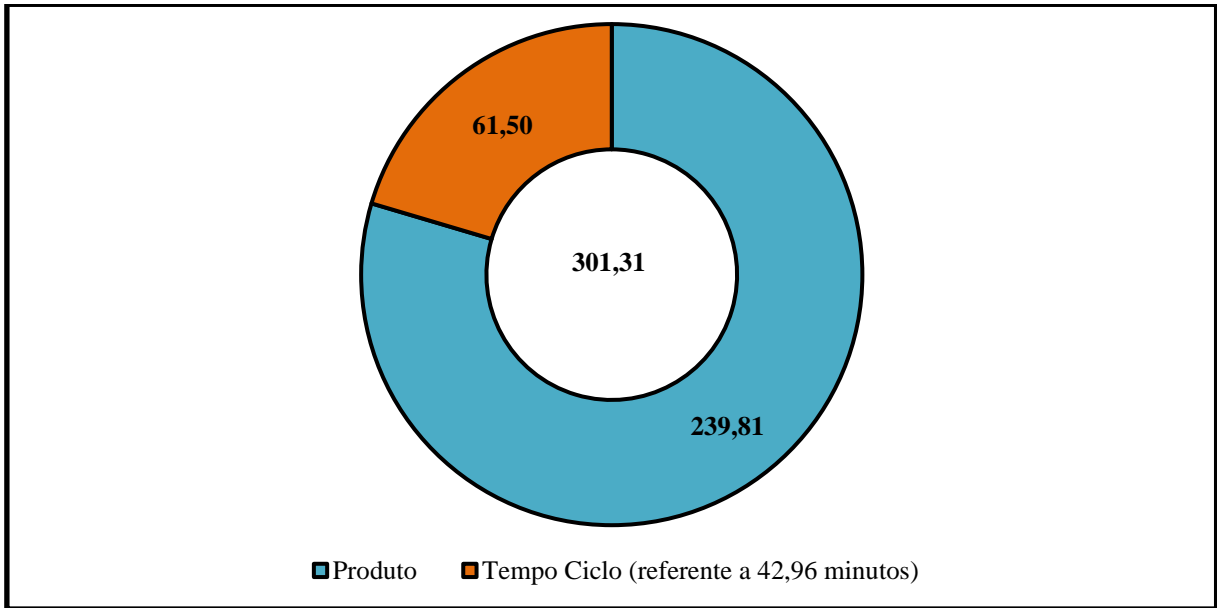
Gráfico III – Propostas de redução de custo para o Carro B



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

O Gráfico IV abaixo representa os valores obtidos com as propostas aprovadas para o Carro B. Esse valor representa a redução de custo, seja por produto ou por redução de tempo ciclo de montagem, por veículo produzido.

Gráfico IV – Valores de redução de custo por Carro B produzido (em reais)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

É importante notar, em primeiro lugar, que o valor da redução de custos por proposta aprovada do veículo B é superior quando comparado ao veículo A. Isso se deve não apenas ao fato da maior porcentagem de aprovação de propostas do modelo B, mas também porque houve uma colaboração maior com os setores de engenharia do produto na elaboração de novas propostas.

O preço estimado de venda do Carro B é de R\$ 167.800,00 e o valor obtido através das propostas de redução de custo é de R\$ 301,31 por veículo produzido.

Tabela 3 – Relação de valores do Veículo B

Item	Valores
Preço Veículo B	R\$ 167.800,00
Valor da redução	R\$ 301,31
Proporção	0,18%

Fonte: Elaborada pelo Autor.

A proporção entre esses valores, apresentada acima na Tabela 3, representa uma relação aproximada do “valor” de um carro, em redução de custos, a cada 557 veículos vendidos. Novamente, é uma quantia expressiva obtida através do acompanhamento do projeto por parte do setor de Manufatura Avançada ao longo de todo seu desenvolvimento.

Através da análise dos dois modelos apresentados, é possível averiguar a

necessidade de se possuir dentro de uma empresa, um modelo de gestão competente e modelos técnicos que sejam referência no mercado que está incluído.

No âmbito desse estudo de caso, a utilização da metodologia *World Class Manufacturing* guiou a forma como os resultados foram construídos. Para tal, foi seguido rigorosamente as técnicas descritas no pilar de *Early Product Management*, somado aos resultados das análises de factibilidade guiadas pelo Design for Manufacturing/Assembly e das atividades de *benchmarking*, como por exemplo o *tear-down*.

Essa junção de fatores culminou em valores notáveis de redução de custo, ainda na fase de projeto do carro, ao mesmo tempo que garantiu a factibilidade e a conformidade do produto com o processo de fabricação disponível, evitando assim possíveis impactos financeiros à CarEng.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou apresentar a importância do gerenciamento de projetos para mitigação de custos em uma empresa automobilística. Para isso, utilizou-se a metodologia de estudo de caso a fim de apontar de forma descritiva e exploratória os dados obtidos ao longo do desenvolvimento de dois projetos automotivos da empresa CarEng.

Através dos resultados apresentados, podemos notar que ao utilizar as metodologias e ferramentas de gestão, foi possível obter ganhos expressivos de redução de custo. Para o carro A, a cada 510 unidades vendidas, é recuperado o valor de um veículo, enquanto que para o carro B essa redução é atingida com 557 veículos comercializados.

Por se tratar de uma gestão de projetos que ocorre concomitante ao desenvolvimento do veículo, ou seja, desde a sua criação até o primeiro veículo ser montado, mostrou-se bastante importante e vantajoso a utilização das ferramentas apresentadas, sendo a análise técnica de manufatura guiada pelo *Design for Manufacturing/Assembly* e o gerenciamento de projetos orientada pelo *World Class Manufacturing*.

Existem ainda dois fatores que corroboram a utilização deste modelo de trabalho, utilizando ferramentas para auxiliar no gerenciamento de projeto:

1. O retorno real para a empresa não é baseado no valor de venda do veículo e sim o custo de produção, fato que deixaria mais perceptível ainda a redução de custo atingida por carro produzido.
2. Com as análises de factibilidade DFM/A, há uma redução de impactos em linha, pois visa a mínima interrupção da produção por defeitos possíveis de serem previstos ao longo do projeto. Por isso a importância do acompanhamento a longo prazo de cada projeto, sempre relacionando o produto e o processo, gerando assim a situação citada por Molloy, Warman e Tilley (1998) de “design feito para o processo”.

Destarte, a partir do objetivo geral, foi possível demonstrar a influência positiva da gestão de projetos na redução de custos e tempo ciclo de montagem do produto final dos objetos de estudo deste trabalho. Além disso, tais resultados foram obtidos com o auxílio das ferramentas de gestão de projetos, sendo elas o WCM, o DFM/A e das noções de projeto que o PMBoK fornece.

É válido ressaltar que o retorno para a empresa é maior ainda que os dados apresentados. Isso ocorre pois os dados disponibilizados ao pesquisador estão relacionados ao

preço de venda do veículo. Caso os valores obtidos através das propostas de redução de custo sejam valorizados diante do custo de fabricação de um veículo, essa proporção se mostrará mais vantajosa ainda para a empresa.

REFERÊNCIAS

BAENA, Walter Curi. **Gerenciamento de projetos pequenos: uma metodologia simplificada**. 2009. 121 f. Trabalho de conclusão de curso (MBA) – Gerência de Projetos, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2009.

BARBOSA G.F., CARVALHO J.D. **Design for manufacturing and assembly methodology applied to aircrafts design and manufacturing**. IFAC Proceedings Volumes 46(7):116–121, (2013).

BOLTANSKI, Luc; CHIAPELLO, Ève. **O novo espírito do capitalismo**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2009.

BOOTHROYD, G. e DEWHURST, P. **Product Design for Manufacture and Assembly**, Manufacturing Engineering, April, 1988.

BRAVERMAN, Henry. **Trabalho e capital monopolista: a degradação do trabalho no século XX**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.

CAMP, Robert C. **Benchmarking: O caminho da qualidade total**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

COOPER, Robin. **When lean enterprises collide: competing through confrontation**. President and fellows Harvard College, 1995.

FREITAS, Isabel Siega; BARROS FILHO, Luis Cordeiro. **Diagnóstico da implantação da Metodologia de Gestão Estratégica World Class Manufacturing (WCM) nas indústrias de Pernambuco**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 3, n. 1, 2016.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, Amália M. G. **Desenvolvimento e meio ambiente**. Artigo científico, UEM, 2002.

HARVEY, David. **Condição Pós-Moderna**. São Paulo: Loyola, 1992.

KERZNER, H. **Project Management – A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling**. New York NY, John Willey & Sons, 2001.

KOONTZ, Harold, O'DONNEL, Cyril. **Princípios de Administração: Uma análise das funções administrativas**. São Paulo: Pioneira, 1980.

MARQUES, Rosa Maria. **A automação, microeletrônica e o trabalhador**. Dissertação de mestrado apresentada à PUC, 1987.

MARTINS. **Gerenciando projetos de desenvolvimento de software com PMI, RUP e UML**. 5.ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MARTINS, Carlos Eduardo. **Gerência de Projetos – Teoria e Prática**. ENAP, Brasília, DF, 2013, p. 10.

MENEZES, Luis Cesar de Moura. **Gestão de Projetos**. 2. ed. - 5.reimpr. São Paulo: Atlas, p. 227, 2007.

MOLLOY, O., WARMAN, E. A., TILLEY, S., **Design for Manufacturing and Assembly: Concepts, Architectures and Implementation**. New York: Kluwer Academic Publishers, 1998.

MRÓZ, Andrzej. **About some aspects of Advanced Manufacturing Engineering Department in WCM-oriented production plants**. Management and Production Engineering Review, v. 9, 2018.

OHNO, T. **Toyota production system: Beyond Large-Scale Production**. Productivity Press; 1988.

PASSARELLA, M., **Benchmarking Production System**. 2007.

PINTO JÚNIOR, Arnaldo Fernandes; MUÝLDER, Cristiana Fernandes de. **O Sucesso na**

Implementação de Projetos: reflexões sobre lições aprendidas na literatura de gerenciamento,

2010.

Disponível

em:

<https://pmiba.org.br/uploads/tinymce/files/pmi_bahia_submissao.pdf>.

Acesso em

01 dezembro de

2021

PMI. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBoK) Quinta edição. EUA: Project Management Institute, 2013.

RABECHINI JR., Roque; CARVALHO, Marly Monteiro de; LAURINDO, Fernando José Barbin. **Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa.** Prod., São Paulo , v. 12, n. 2, 2002 . Disponível em <<https://www.scielo.br/j/prod/a/B4K7kG7Fkpnx6RFjpfykzDw/?lang=pt>>. Acesso em 01 dezembro 2021.

SALLES JR., Carlos Alberto Corrêa; SOLER, Alonso Mazini; VALLE, José Angelo Santos do; RABECHINI JR., Roque. **Gerenciamento de riscos em projetos.** 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2010.

SANTOS, P. S. M. **Gestão de Riscos Empresariais: Um Guia Prático e Estratégico para Gerenciar os Riscos de sua Empresa.** São Paulo: Novo Século, 2002.

SATO, Yoshihiko; KAUFMAN, J. Jerry. **Value analysis tear-down: a new process for product development and innovation.** 1ª Ed. New York: Industrial Press Inc, 2005.

SCHONBERGER, R. J. **World class manufacturing: the lessons on simplicity applied.** New York: The Free Press, 1986, p. 253.

SHETACH, A. **Obstacles to successful management of projects and decision and tips for coping with them.** Team Performance Management: An International Journal, Tilburg, v.16, n. 7/8, p. 329 - 342, 2010.

SMART TALK, **Ferramentas de Gestão: Saiba o que são e conheças as principais**, 2021. Disponível em: <<https://smartalk.com.br/blog/ferramentas-de-gestao/>>. Acesso em 01 dezembro 2021.

SMITH, Adam. **Investigação sobre a natureza e as causas da riqueza das nações**. 2ª ed. São Paulo: Abril Cultura, 1979.

TAYLOR, F. W. **Princípios de administração científica**. São Paulo: Atlas, 1987.

VIANA VARGAS, Ricardo. **Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. Ricardo Viana Vargas; prefácio de Reeve Harold R. – 7. Ed. – Rio de Janeiro: Brasport, 2009, p. 53-54.

YAMASHINA, H. **Challenge to world class manufacturing**. *International Journal of Quality of Reliability Management*. Kyoto,12(34), 2007, p. 30-31.

ZAFIROPOULOS, L.; METAXIOTIS, K.; ASKOUNIS, D. **Dynamic risk management system for the modeling, optimal adaptation and implementation of an ERP system**. *Information Management & Computer Security*, v. 13, n. 3, 2005, p. 212-234.