

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**EDNÉIA NUNES MACEDO**  
**FRANCISCO JUNIO DA SILVA NOGUEIRA**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO *DMAIC* PARA MELHORIA DOS PROCESSOS  
DO PROJETO DA CIDADE INTELIGENTE DA FATEC LINS**

**LINS/SP**  
**1º SEMESTRE/2022**

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE LINS PROF. ANTONIO SEABRA**  
**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO DA PRODUÇÃO INDUSTRIAL**

**EDNÉIA NUNES MACEDO**  
**FRANCISCO JUNIO DA SILVA NOGUEIRA**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO *DMAIC* PARA MELHORIA DOS PROCESSOS  
DO PROJETO DA CIDADE INTELIGENTE DA FATEC LINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra,  
para obtenção do Título de Tecnólogos em Gestão da  
Produção Industrial.

Orientador: Prof. Dr. João Luís Cardoso de Moraes

**LINS/SP**  
**1º SEMESTRE/2022**

**EDNÉIA NUNES MACEDO  
FRANCISCO JUNIO DA SILVA NOGUEIRA**

**APLICAÇÃO DO MÉTODO *DMAIC* PARA MELHORIA DOS PROCESSOS DO  
PROJETO DA CIDADE INTELIGENTE DA FATEC LINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Tecnólogos em Gestão da Produção Industrial sob orientação do Prof. Dr. João Luís Cardoso de Moraes

Data de aprovação: 15/06/2022

---

Prof. Dr. João Luís Cardoso de Moraes

---

Profa. Ma. Egiane Carla Camillo Alexandre

---

Prof. Dr. André Ricardo Ponce dos Santos

# SUMÁRIO

RESUMO.....	4
ABSTRACT .....	4
INTRODUÇÃO .....	5
1 GESTÃO DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL .....	5
1.1 FUNÇÃO DA PRODUÇÃO E RELAÇÃO COM OUTRAS ÁREAS.....	5
2 PROJETO DO PRODUTO.....	6
2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO .....	6
2.2 PLANEJAMENTO DO PRODUTO .....	7
3 MÉTODO SEIS SIGMA .....	7
3.1.1 DMAIC.....	9
3.1.2 Ferramentas aplicadas DMAIC .....	10
4 METODOLOGIA .....	10
5 ESTUDO DE CASO .....	11
5.1 ROTEIRO DO DMAIC .....	11
5.1.1 Etapa Definir ( <i>Define</i> ).....	11
5.1.2 Etapa Medir ( <i>Measure</i> ).....	13
5.1.3 Etapa Analisar ( <i>Analyze</i> ).....	14
5.1.4 Etapa Melhorar ( <i>Improve</i> ) .....	15
5.1.5 Etapa Controle ( <i>Control</i> ) .....	15
CONCLUSÃO.....	15
REFERÊNCIAS .....	16

# **APLICAÇÃO DO MÉTODO *DMAIC* PARA MELHORIA DOS PROCESSOS DO PROJETO DA CIDADE INTELIGENTE DA FATEC LINS**

Ednéia Nunes Macedo <sup>1</sup>, Francisco Junior da Silva Nogueira <sup>2</sup>  
João Luís Cardoso de Moraes <sup>3</sup>

<sup>1, 2</sup> Acadêmicos do Curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins-SP, Brasil

<sup>3</sup> Docente do Curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Lins Prof. Antônio Seabra - Fatec, Lins-SP, Brasil

## **RESUMO**

O presente trabalho aplicou o método DMAIC que é um método iterativo utilizado para a melhoria de processos. Seu uso mais comum é em projetos que utilizam a metodologia Seis Sigma, porém sua aplicação não é exclusiva para projetos guiados pelo Seis Sigma, uma vez que pode ser utilizado em quaisquer situações em que se deseja implantar melhorias. Para alcançar o objetivo do trabalho foram aplicadas as etapas do método DMAIC utilizando ferramentas estatísticas e de qualidade visando a busca contínua por melhorias, tais como: SIPOC, Mapeamento do processo, Diagrama de causa e efeito, Plano de Ação e 5W1H. Neste trabalho foi possível analisar e avaliar a aplicação do método DMAIC em um estudo de caso no desenvolvimento do projeto de uma escola dentro do contexto do projeto da cidade inteligente da Fatec Lins, visando garantir a melhoria contínua como prática de gestão, tanto na qualidade final do produto a ser entregue quanto na satisfação da equipe participante do desenvolvimento do projeto. Com a realização deste trabalho foi possível observar a importância da melhoria contínua no desenvolvimento de projetos e o quão abrangente é a área de trabalho de um Gestor da Produção Industrial.

Palavras-chave: Gestão de Produção Industrial. Projeto do Produto. Seis Sigma. DMAIC

## **ABSTRACT**

The present work applied the DMAIC method which is an iterative method used for process improvement. Its most common use is in projects that use the Six Sigma methodology, but its application is not exclusive to projects guided by Six Sigma, since it can be used in any situation where improvements are desired. To achieve the objective of the work, the steps of the DMAIC method were applied using statistical and quality tools aimed at the continuous search for improvements, such as: SIPOC, Process Mapping, Cause and Effect Diagram, Action Plan and 5W1H. In this work, it was possible to analyze and evaluate the application of the DMAIC method in a case study in the development of a school project within the context of Fatec Lins' smart city project, aiming to ensure continuous improvement as a management practice, both in terms of final quality. of the product to be delivered and the satisfaction of the team participating in the development of the project. With the accomplishment of this work, it was possible to observe the importance of continuous improvement in the development of projects and how comprehensive is the work area of an Industrial Production Manager.

Keywords: Industrial Production Management. Product Project. Six Sigma. DMAIC.

## INTRODUÇÃO

A administração da produção é uma área que estuda as técnicas e os conceitos que podem ser adotados em tomadas de decisões na produção ou em processos. O desenvolvimento de novos produtos têm sido um motivo de concorrência no mercado devido a movimentação da ampla disputa de produtos e da exigência dos consumidores ser cada vez maior.

De acordo com Costa, Santana e Trigo (2015), atualmente têm se buscado muito pela melhoria contínua em processos. A elevação da concorrência em setores faz com que as organizações procurem formas de se fortalecer produzindo com qualidade no cenário atual de concorrentes e para isso é necessário o uso de métodos que abordem e melhore os processos envolvidos. O Seis Sigma é um método que agrupa ferramentas estatísticas e de qualidade, como meios que orientam a execução das práticas de gestão na busca contínua por melhorias.

Os autores Carvalho e Paladini (2005), definem que existe a necessidade de estratégia do Seis Sigma estar presente em toda organização seguindo desde a manufatura, engenharia e área de serviços, fazendo com que as empresas que utilizam o Seis Sigma possam prezar por relações do projeto de um produto, fabricação e qualidade final. As ferramentas do Seis Sigma, se corretamente utilizadas pelos colaboradores, proporcionam um nível de excelência elevado no que diz respeito à gestão operacional: “o poder das pessoas usando o poder dos processos”.

Neste trabalho, para a realização do projeto Seis Sigma, utilizaremos o método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) e as ferramentas estatísticas da qualidade de forma disciplinada, baseado em dados e com foco na melhoria do desempenho do processo. O método DMAIC (WERKEMA, 2013) é um método iterativo utilizado para a melhoria de processo.

O método DMAIC foi aplicado em um estudo de caso para a implantação do projeto do produto na cidade inteligente, com o objetivo de identificar e analisar como as metodologias e ferramentas do Seis Sigma e DMAIC podem colaborar quando aplicadas no desenvolvimento de um projeto, nas etapas e no gerenciamento das atividades. Este estudo auxiliará na análise e nos detalhes que envolvem o processo, de maneira que se identifique como melhorar o detalhamento das fases de implantação do projeto proposto.

## 1 GESTÃO DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL

De acordo com Lopes (2010), gestão da produção é a realização do gerenciamento da falta de meios e processos que produzam ou possibilitem a entrega de bens e serviços, tendo como visibilidade o atendimento das necessidades ou desejos de qualidade, tempo e custo dos clientes. As organizações que buscam lucro ou não, possuem a função de produção, pois fornecem algum valor para os clientes onde se incluem o combinado de produtos e serviços, mesmo que o objetivo da produção não possua esse nome.

Já Slack, Chambers e Johnston (2008), relata que a gestão da produção é um tema prático que se refere as situações reais, pois tudo o que se utiliza, veste ou come de alguma maneira passa por um processo de produção e a finalidade a gestão da produção de bens e serviços é estabelecer esse processo eficientemente e eficaz.

### 1.1 FUNÇÃO DA PRODUÇÃO E RELAÇÃO COM OUTRAS ÁREAS

De acordo Filho e Tubino (1998), a produção foi considerada como mal necessário, e era suportada por outros setores, pois a indústria não poderia deixar de praticar sua função principal de produzir os produtos.

Segundo Corrêa e Gianesi (1993), acreditavam que os embaraços principais surgiam

na indústria e se apresentavam em áreas mais nobres da organização como finanças e *marketing*.

De acordo Slack, Chambers, Johnston (2008), relatam que, embora as diversas organizações possam definir estruturas organizacionais e funções distintas, as principais funções de uma organização, além de produção são:

- a) função *marketing*;
- b) função contábil- financeira;
- c) função de desenvolvimento de produtos e serviços.

Além dessas existem funções que suprem e apoiam a função produção que são:

- a) função de recursos humanos;
- b) função de compras.

## 2 PROJETO DO PRODUTO

Segundo Smith e Morrow (1999) *apud* Miron (2002), descrevem o processo e desenvolvimento de um produto como processo que modifica necessidades e requisitos de clientes em ilustração para que um sistema técnico ou produto possa ser produzido. A palavra desenvolvimento do produto é utilizada por diversos autores com significado e amplitude distintos.

De acordo Clarck e Wheelwright (1993) *apud* Miron (2002), o projeto e desenvolvimento de produto é dividido como: planejamento do produto, conceito, engenharia do processo e do produto e produção piloto.

Segundo Silva (2001), o projeto de desenvolvimento do produto é dividido em duas concepções: moderna e tradicional, e tem como causa a especialização operacional, mensagem da abordagem mecanicista de Fayol, Taylor e Ford, que utiliza a especialização para adquirir eficiência nos processos organizacionais.

### 2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

Para Andreasen e Hein (1987); Pahl e Beitz (1996), ocorre frequentemente o processo de desenvolvimento do produto. A frequência da estruturação de projetos se dá devido ao fato da não existência de métodos que nos levem de um problema para a solução do problema.

Segundo Clark e Fujimoto (1991), a eficiência de um processo de desenvolvimento de produto é de difícil realização, e sem o processo de desenvolvimento do produto as empresas estariam fracassadas. Os autores afirmam que a definição do sucesso é o padrão de densidade que se encontra presente na totalidade do sistema de desenvolvimento de produtos que inclui a estrutura organizacional, processos de solução de problemas, habilidades técnicas, estratégia e cultura. Estariam presentes a coerência e densidade não somente na arquitetura do sistema de desenvolvimento, mas nos detalhes de atividades realizadas. A qualidade do produto seria consequência da coerência na organização e no gerenciamento do seu progresso.

De acordo com Pahl e Beltz (1996), a divisão do processo de desenvolvimento do produto assegura as etapas de trabalho e decisão que estão ligadas aos objetivos, execução e planejamento. Para Roozenburg e Eekels (1995), o entendimento de produto se dá devido ao desenvolvimento de um projeto de um produto novo coerente com o planejamento para produção, classificação e vendas.

Na elaboração do processo de desenvolvimento de novos produtos se faz necessário seguir alguns passos: projeto, identificação da oportunidade de mercado, gerenciamento do ciclo de vida e introdução no mercado (URBAN E HAUSER, 1993).

Segundo Lawson (2011), o ato de projetar é representado pelo processo mental claramente muito complexo. De acordo com o autor, é necessário que os projetistas reúnam

informações sobre determinado problema e analisem, imaginando uma solução para esse problema não exatamente nessa ordem.

Na opinião dos autores, a função do desenvolvimento do produto devido a essa variedade de conceitos e a ideia do desenvolvimento de um produto deve atender as necessidades dos clientes em tempo hábil de custo que seja compatível com o custo dos concorrentes.

## 2.2 PLANEJAMENTO DO PRODUTO

De acordo com Ulmann (1997), o planejamento é usado no processo de desenvolvimento de um plano de programação e atribuição, humanos e monetários. E como resultado do processo se demonstra detalhadamente como as atividades de projeto foram programadas. Este processo traz como resultado o procedimento para criação e difusão de informações destinadas para pessoas certas no tempo adequado.

Segundo Pahl e Beltz (1996); Pahl et al. (2005) processo de planejamento do produto é o desempenho variado e multidisciplinar que gera solução de planejamento e descrição de dever através do reconhecimento de obrigações solicitadas e da criação de explicações iniciais, elaboração de estruturas para declaração do produto final.

## 3 MÉTODO SEIS SIGMA

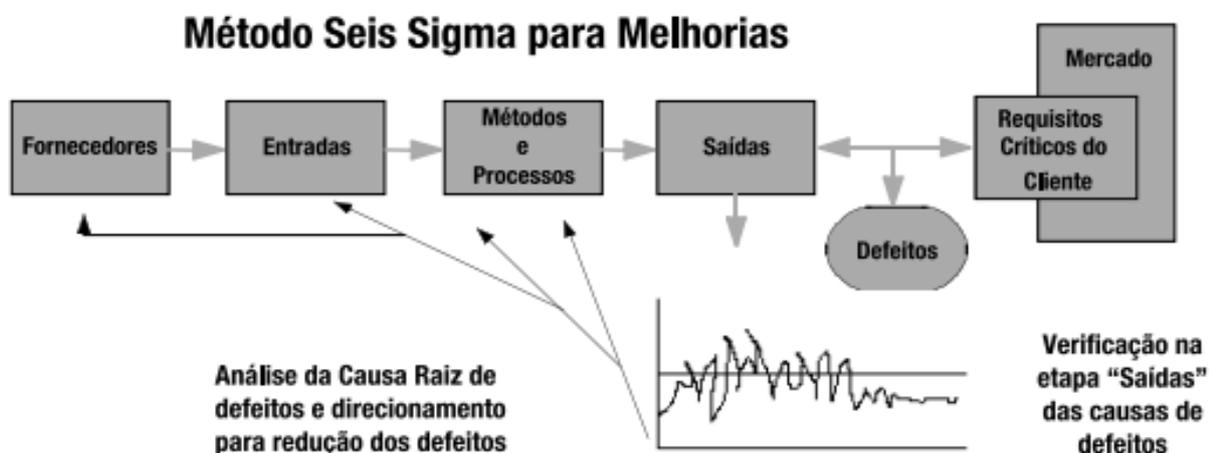
De acordo Hahn, Dogan e Hoerl (2000), o Seis Sigma pode ser decifrado como prática de gestão, onde se tem como objetivo a melhoria dos lucros das organizações em qualquer prática ou setor de serviços e produtos.

Pande (2001), define como um método num sistema de liderança na execução de negócios que auxiliará no alcance de benefícios após a incorporação.

Na Figura abaixo demonstra a sequência de como ocorre a incorporação e aplicação do método Seis Sigma para melhoria do mercado.

O Seis sigma utiliza a ferramenta DMAIC para resolução de problemas, devido ser usada em qualquer etapa do projeto para melhorar a eficiência dos produtos (KOZIOLEK, DERLUKIEWICZ, 2012; BREYFOGLE, 2003). Eckes (2001); Harry, Schroeder (2000); Pande, Peter (2001), descrevem que a inserção da ferramenta DMAIC serve como fonte para auxiliar na evolução das organizações, para que atinjam e incentivem outras organizações a utilizarem essa ferramenta.

Figura 3.1 - Método Seis Sigma



Fonte: Blakeslee Jr., 1999.

Segundo Pande (2001) o Seis Sigma possibilita:

- a) a formação de sucesso sustentado, devido ao desenvolvimento de habilidades e cultura necessária de renovação constante das empresas;
- b) definição de metas importantes, onde está a base da metodologia Seis Sigma devido o nível de desempenho que se aproxima da perfeição;
- c) o fortalecimento do custo para clientes, argumentando que o foco nele é o sinal essencial do método que busca a compreensão do significado e a importância para o consumidor;
- d) o aperfeiçoamento das melhorias, onde se garante a utilização de ferramentas de gestão empresarial baseadas na estrutura do método;
- e) o progresso da aprendizagem, devido ao Seis Sigma pode aumentar o progresso e acelerar a fragmentação de novas ideias dentro das empresas;
- f) a efetivação de alternativas estratégicas, pois a inclusão permite a compreensão detalhada dos processos e procedimentos das empresas, ofertando a capacidade de se implantar ajustes simples ou mudanças complexas.

Na abordagem de Eckes (2001), considera-se que os elementos necessários na gestão de processos de negócios aplicados pelo método Seis Sigma, são:

- a) elaboração e acordo de objetivos estratégicos de negócio em que se consiste na afirmação que um programa de qualidade é obtido sucesso quando apoiado e se têm o envolvimento dos líderes de empresa;
- b) identificar e criar processos necessários (conjunto de atividades que pode gerar impacto profundo para conquistar objetivos estratégicos do negócio), dos subprocessos chave (fazem parte indiretamente ou diretamente de processo necessário) e de processos que capacitam (que causam impactos indiretos em satisfazer os clientes, e que ao mesmo tempo são essenciais para se realizar os negócios da empresa);
- c) identificar se os donos do processo possuem competências essenciais, com o conhecimento dos subprocessos, habilidades da liderança, entender gestão de negócios, responsabilidade sobre o desempenho do processo e respeitar quem estiver envolvido nos processos.

Segundo Werkema (2012), aponta que para ter sucesso nos programas de qualidade como Seis Sigma será necessário a existência de pessoas que tenham perfil e que passarão por transformações como especialistas nas ferramentas e no método do Seis Sigma. Além da especialização para concretizar o Seis Sigma será necessário adotar metodologia consistente que auxilie na implantação do programa e em processos de melhoria contínua.

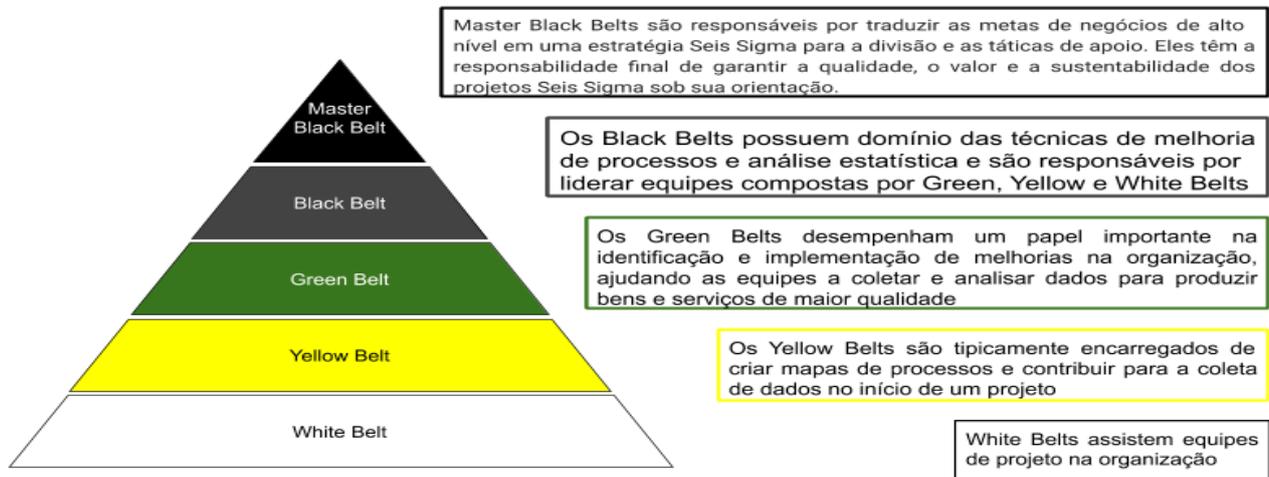
Segundo Coronado e Antony (2002), o programa Seis Sigma tem um diferencial quando relacionado à formação das equipes, em que são mais aptas para desenvolver o desempenho organizacional após os resultados de implantação de projetos direcionados. O treinamento de especialistas é dividido nesta metodologia por área e grau de conhecimento.

As características dos profissionais e ideia principal serão citadas a seguir:

- a) *Sponsor*: o responsável define e promove diretrizes para implantação do Seis Sigma, onde se garante o alinhamento do planejamento estratégico da empresa;
- b) *Champion*: quem tem nível elevado de conhecimento e comprometida com a empresa, devem conhecer e compreender o funcionamento da organização;
- c) *Master Black Belts*: profissionais que lideram o programa devido maior conhecimento técnico e organizacional;
- d) *Black Belts*: são os líderes de equipes que conduzem projetos e conhecimento em ferramentas técnicas, estatísticas e matemática, os líderes têm iniciativa e são aptos para trabalhos em equipe;
- e) *Green Belts*: são os profissionais que participam das equipes de especialistas Black Belts, se envolve do início ao fim do processo e são facilitadores para formação das equipes por setores;

f) *White/ Yellow Belts*- são profissionais que trabalham no nível operacional da empresa e são capacitados nos fundamentos do Seis Sigma para auxiliar na disseminação das informações sobre ferramentas e processos.

Figura 3.2 - Habilidades por grau de conhecimento



Fonte: LOUZADA, 2019.

### 3.1.1 DMAIC

De acordo com Silveira (2013), o DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*) é uma ferramenta que faz parte de um conjunto de ações do Seis Sigmas que tem como objetivo a melhoria de um processo existente em uma organização. O projeto DMAIC é decisivo para o aumento da produtividade, diminuição de custos, melhoria de processos administrativos e outros.

De acordo com Romeiro Filho e Ferreira (2010), existem diversas técnicas e ferramentas nas fases DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar). Sua utilização visa auxiliar a organização e a equipe de projeto na análise dos dados e informações acerca do problema. Uma forma resumida, é uma matriz de seleção de ferramentas para serem aplicadas no programa seis sigma. A matriz tem como objetivo, identificar, organizar e definir qual a melhor técnica ou ferramenta para a resolução de dado problema, auxiliando na solução eficaz e eficiente dele. Existe a relação entre as etapas do método DMAIC e algumas técnicas e ferramentas empregadas no método Seis Sigma.

Para Andrietta e Miguel (2002), para utilizar a metodologia DMAIC é necessário aplicar alguns conceitos, como exemplo na definição, o problema é teórico tem que ser mensurável e específico; na medição, é uma questão prática que é necessário apoio em ferramentas de estatística de confiança; analisar, é um problema que deve haver restrição de críticos de controle; melhorias, solução estatística que deve ocorrer melhorias nos críticos de qualidade; controle soluciona com praticidade o que deve ser evidenciado e melhorias sustentáveis devem ocorrer.

De acordo com Harry & Schroeder (2000), o método DMAIC é utilizado para melhoria de processos existentes.

Andrietta e Miguel (2002) relata que para se aplicar o método DMAIC existem alguns questionamentos a serem feitos:

a) definição: o que se pretende melhorar no processo interno para atender o CTQ (restrição dos críticos de controle) do cliente externo ou interno?

b) medição: em qual estado do atual processo e quais os potenciais fontes de variações?

c) análise: quais as fontes de variações que são mais importantes no processo?

d) melhoria: quais mudanças são necessárias para melhorar a capacidade?

e) controle: como controlar os pontos importantes para manter a capacidade do processo?

### 3.1.2 Ferramentas aplicadas DMAIC

Segundo Hoki (2017), em cada fase do DMAIC se aplicam algumas ferramentas:

a) Definir do DMAIC associado ao Six Sigma: podem ser aplicadas ferramentas como: SIPOC, VOC, Mapa de Raciocínio, Matriz de Escopo e Contrato do Projeto;

b) Medição: existem dois tipos de ferramentas: quantitativas e qualitativas. As ferramentas qualitativas podem ser: mapa de processo, diagrama de Ishikawa, matriz Causa e Efeito e matriz esforço x impacto, já as ferramentas quantitativas podem ser: gráficos, histogramas, diagrama de Pareto, gráfico sequencial e análise de capacidade;

c) Analisar: as ferramentas podem ser: Análise de falhas e efeitos, Diagrama de Dispersão, Diagrama de Ishikawa, Regressão Linear, Testes de Hipóteses, Análise de Variação, Regressão e Teste Qui-Quadrado;

d) Melhorar: as ferramentas que podem ser aplicadas são: Diagrama de Árvore, matriz de Priorização de Soluções, Plano de Ação 5W1H, 5S, *Just in time* e Kaizen;

e) Controlar: as ferramentas são: cartas de controle, Procedimento operacional e Poka Yoke.

As ferramentas do modelo DMAIC associado ao Six Sigma que podem ser aplicadas pelo *Yellow Belt* que estão descritos na figura a seguir:

Figura 3.3 Ferramentas DMAIC e Seis Sigma utilizadas pelo *Yellow Belt*

Define (definir)	Measure (medir)	Analyze (analisar)	Improve (melhorar)	Control (controlar)
SIPOC, VOC, Árvore CTC, Contrato de melhoria	Mapeamento de Processos, Fluxogramas, Folha de Verificação, Gráfico de Tendência, Histograma, Gráfico de Pareto	Diagrama de Ishikawa, Análise de desconexões, Análise de Desperdícios, 5 Porquês Poka Yoke Gráfico de Dispersão Análise de Correlação	Realização de Testes Ciclo PDSA 5W1H	Fase de Implementação Padronização Acompanhamento

Fonte: Elaborado pelos autores, (2022).

## 4 METODOLOGIA

Para realização deste trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas e um estudo de caso sobre o tema proposto, que se refere ao estudo do projeto de produto abordando a cidade inteligente da Fatec.

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é compreendida como análise, leitura e interpretação de material documentado. De acordo com Pádua (2004), um estudo de caso significa o questionamento qualitativo de um trabalho monográfico e serve como base complementar na coleta de dados.

Na pesquisa documental, o procedimento foi obtido através de dados sobre os históricos dos indicadores e dados individuais e coletivos da equipe que estava realizando o projeto. Através desses dados foi possível realizar análises entre os participantes da equipe em diferentes situações. Se faz necessário documentos para análises que permitam

o entendimento da realidade do objeto de estudo da pesquisa, porém é preciso que sejam cuidadosamente interpretados para não haver vieses de entendimento, conforme Vigorena e Battisti (2011).

No presente trabalho seguiu o sequenciamento das etapas do DMAIC no estudo de caso proposto.

## 5 ESTUDO DE CASO

O objetivo deste trabalho foi identificar e analisar como as metodologias e ferramentas do Seis Sigma e DMAIC podem colaborar quando aplicadas no desenvolvimento do projeto de uma escola a ser implantando no projeto da cidade inteligente da Fatec de Lins.

Para implantar o método DMAIC e alcançar melhorias na implantação do projeto do produto na cidade inteligente foi realizada uma pesquisa e coleta de dados com os desenvolvedores do projeto para analisar o estudo do processo, aplicado no desenvolvimento do projeto de uma escola.

Para implantação do método os alunos do sexto ano do curso de Gestão de Produção Industrial fizeram um curso com certificação *Yellow Belts* para auxiliar na propagação do uso das ferramentas nos processos do estudo de caso.

O estudo de caso ocorreu na cidade inteligente da Fatec de Lins. Deu-se início ao estudo no mês de março de 2022, onde os alunos do segundo semestre do curso de Gestão da Produção Industrial precisavam implantar o projeto de uma escola num loteamento da cidade inteligente da Fatec de Lins. O loteamento possuía 12 terrenos disponíveis, com medida de 57 x 32 cm cada terreno. Deu-se início ao planejamento do projeto com a construção da escola.

Enquanto se estudava a implantação desse projeto na cidade inteligente, a complexidade foi aumentando e assim notou-se que surgiu a necessidade de melhorias para as devidas implantações e fez se necessário o conhecimento do setor para o planejamento adequado e os pontos que deveriam ser levantados, e para isso utilizou-se o roteiro DMAIC.

### 5.1 ROTEIRO DO DMAIC

#### 5.1.1 Etapa Definir (*Define*)

Nesta fase é necessário a identificação e definição do problema ou a oportunidade a ser trabalhada, analisar o histórico para definição do propósito do projeto com rigor, onde se identifica o causador do problema e define-se uma meta.

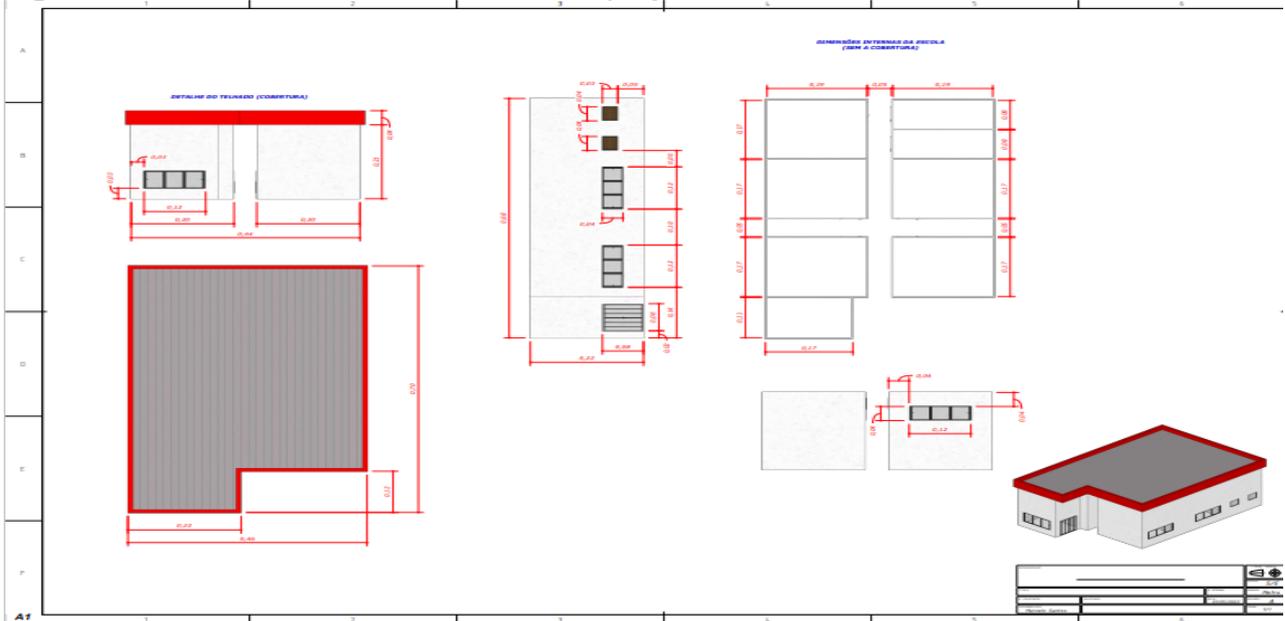
Figura 5.1: Etapas Definir (*Define*)

<p><b>1: Qual é o problema ou a oportunidade a ser trabalhado?</b></p> <p>O modelo de escola será alocado na Cidade Inteligente da Fatec de Lins e será necessário o levantamento das necessidades que são essenciais para a implementação da escola no local definido. Para esse modelo de escola é necessário analisar os recursos financeiros para o investimento.</p>
<p><b>2: Os dados são confiáveis?</b></p> <p>Para coletar dados é necessário registro das informações em planilhas. Esses dados devem ser registrados com a entrada de notas fiscais de compras realizadas das matérias primas, custos e fornecedores para ter a confiabilidade dos dados</p>
<p><b>3: Definir Metas</b></p> <p>Para implementação do projeto de escola é necessário o levantamento de dados como: matéria prima, custos, fornecedores, data de entrega de materiais e previsão do projeto ficar pronto</p>
<p><b>4: Qual é o processo gerador do problema?</b></p> <p>O gerador de problemas é a falta de detalhamento das necessidades para implementar o projeto escola na cidade inteligente.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores, (2022).

Na figura a seguir segue o modelo do projeto que serviu como norte para o desenvolvimento da escola que foi implantada no terreno da cidade inteligente.

Figura 5.2: Dimensões da área interna do projeto escola



Fonte: Elaborado pelos autores, (2022).

Figura 5.3: Modelo do Projeto



Fonte: Elaborado pelos autores, (2022).

Após a identificação do problema do projeto, foi realizada a análise da gestão das atividades que se fazem necessárias para serem desenvolvidas pela equipe para implantação da escola na cidade inteligente da Fatec de Lins, essa análise foi realizada através do SIPOC para mapear os processos de elaboração da escola.

Na figura abaixo pode se observar o desenvolvimento do SIPOC e suas etapas: processo, fornecedores, insumos, produtos e o consumidor.

Figura 5.4: SIPOC

<b>Fornecedores (Suppliers)</b>	<b>Insumos (Inputs)</b>	<b>Processo (Process)</b>	<b>Produto (Outputs)</b>	<b>Consumidores (Customers)</b>
Fornecedor dos produtos	Relação de peças para montar escola	Enviar relação de peças	Relatório de matéria prima	Cidade inteligente Fatec Lins
Gestão do Projeto	Cronograma de compra das peças para montar a escola	Montar cronograma montagem da escola	Escola com peças montadas para análise e teste	
Gestão de compras	Informações técnicas para construção das peças	Levantar informações técnicas e fornecedores capacitados por peças		
Compras	Pedido de compras	Cotar fornecedores e realizar pedido		
Laboratório verificação dos materiais	Amostra das peças	Analisar as peças da escola		
Departamento de montagem		Montar a escola		

**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2022.

Através do SIPOC foi realizado a análise dos processos primeiramente. Com o SIPOC houve o estabelecimento de forma clara as etapas dos processos classificando e normatizando os variados elementos que poderiam afetar o desenvolvimento do projeto. Foi possível visualizar o processo no todo não como o prosseguimento de tarefas e sim pelo que efetua e recebe.

Neste caso foi importante analisar as entradas de insumos que foram: relação de peças, cronograma de entrega, informações técnicas das peças, pedidos e amostras de peças, já nas saídas de produtos foram os relatórios de matérias primas e a escola montada para entrega ao consumidor que foi a Cidade Inteligente da Fatec de Lins.

### 5.1.2 Etapa Medir (*Measure*)

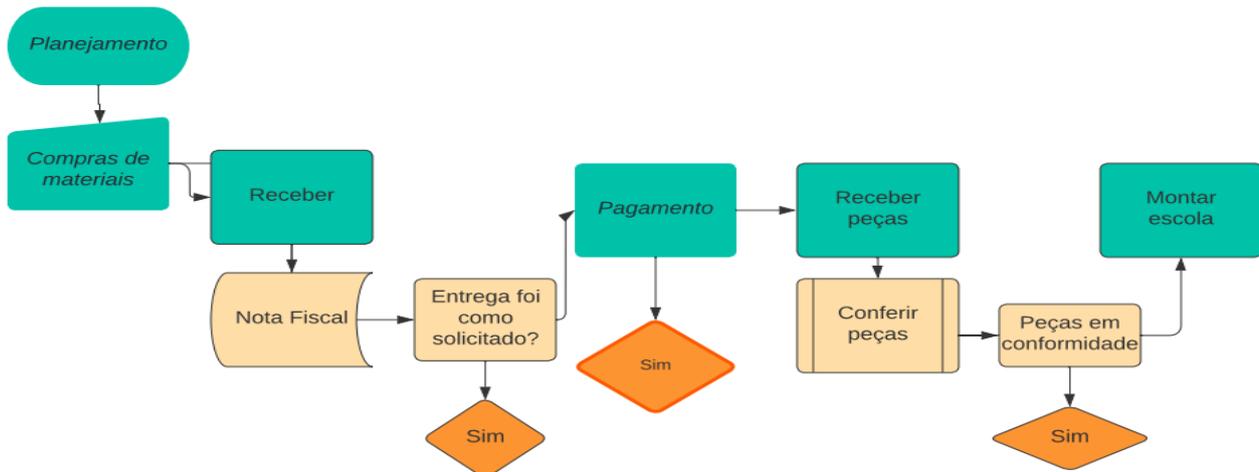
Após a finalização da fase definir, foi realizada a fase de “Medir”, coletando dados para refinar o problema. Então, foi realizado um mapeamento do processo da maneira que seria elaborado os estágios do desenvolvimento do projeto junto à equipe responsável pela implantação projeto.

Com o mapeamento do processo, a equipe realizou o planejamento para implementação da escola e os recursos disponíveis para aquisição dos materiais.

Após o recebimento da nota fiscal analisou-se a conferência dos itens solicitados para realização do pagamento.

Realizado o pagamento verificou-se as peças e suas conformidades para iniciar a montagem do projeto escola.

Figura 5.5: Mapeamento do processo



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

### 5.1.3 Etapa Analisar (*Analyze*)

Para analisar as variações que contribuem para que não ocorra o atraso na entrega do projeto da escola, utilizou-se as ferramentas como Mapeamento do processo e Diagrama de Causa e Efeito.

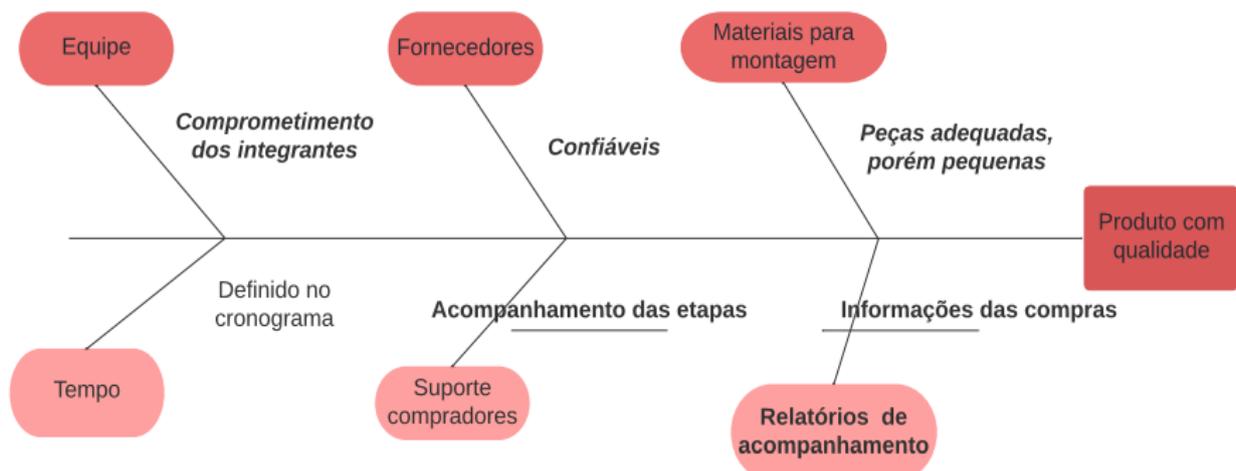
O mapeamento auxiliou no detalhamento para melhor compreensão e para a realização de cada etapa necessária para a execução do projeto, identificando as oportunidades para reduzir o atraso na entrega do projeto.

Muitas decisões acontecem desde o estabelecimento de fornecedores de peças, quais peças serão necessárias para o desenvolvimento do projeto e que as resoluções influenciam vários participantes do processo.

Ao analisar o gerador do problema através do mapeamento, nota-se que a comunicação e relações interpessoais também são fatores ligados aos problemas entre a equipe e isso pode gerar atraso na aquisição de materiais e como consequência o atraso na entrega do projeto.

Após as análises elaborou-se um diagrama de causa e efeito, para esclarecer as principais causas e os complementos dos problemas (efeito), sendo possível identificar os desfechos para planejar as melhorias do processo, dando início a etapa do *Analyze*.

Figura 5.6: Diagrama de causa e efeito



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

### 5.1.4 Etapa Melhorar (*Improve*)

Nesta etapa deve se analisar as mudanças que são mais promissoras e deve se realizar testes para saber quais vão gerar mudanças de melhorias.

Para analisar as propostas foi elaborado o plano de ação 5W1H definindo e associando as informações para praticar o plano de ação.

Figura 5.7: Plano de ação 5W1H

O que? (What)	Quem? (Who)	Quando? (When)	Onde? (Where)	Por que? (WHY)	Como? (HOW)
Padronizar a compra de materiais  Melhorar a comunicação o entre a equipe	Gestor de compras  Gestor de qualidade	Maior 2022	Estoque dos produtos para elaboração da escola	Reduzir problemas de compras para não atrasar na entrega do projeto escola	Fornecedor enviará materiais para desenvolvimento do projeto escola  As mudanças no projeto devem ter as assinaturas de todos os participantes da equipe

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

### 5.1.5 Etapa Controle (*Control*)

Para obter os resultados de metas estabelecidas desde o início do projeto e garantir que as melhorias apontadas não se percam no decorrer do desenvolvimento do projeto é necessário estabelecer métodos para acompanhar e controlar a implementação das ferramentas no projeto.

Em relação a meta estabelecida no início do projeto, após a utilização da metodologia DMAIC foi alcançada pois o projeto da escola estava no papel apenas e após a aplicação das ferramentas do método DMAIC foi possível detalhar todo processo para alocar o projeto de escola no terreno da cidade inteligente da Fatec de Lins. Se faz necessário o acompanhamento de todos os processos reunindo a equipe para ir apontando as necessidades de melhorias e verificar se há possibilidade da padronização para projetos futuros com autorização da direção dos projetos.

## CONCLUSÃO

O presente trabalho utilizou o método DMAIC que é um método iterativo utilizado para a melhoria de processos. Seu uso mais comum é em projetos que utilizam a metodologia Seis Sigma, porém sua aplicação não é exclusiva para projetos guiados pelo Seis Sigma, uma vez que pode ser utilizado em quaisquer situações em que se deseja implantar melhorias.

Para alcançar o objetivo do trabalho foram aplicadas as etapas do método DMAIC utilizando ferramentas estatísticas e de qualidade visando a busca contínua por melhorias, tais como: SIPOC, Mapeamento do processo, Diagrama de causa e efeito, Plano de Ação e 5W1H.

A partir de entrevista com a equipe do segundo semestre do curso de Gestão de Produção Industrial se direcionou quais ferramentas do DMAIC seriam adequadas para que o método tivesse sucesso na aplicação. Para ter sucesso em programas de Seis Sigma se faz necessário o treinamento de pessoas com perfis de especialistas, e para isso se torna necessário a realização de treinamentos de especialidades dividindo essa metodologia por área e grau de conhecimento como: *Sponsor, Champion, Master Black Belts, Black Belts, Green Belts* e *White/ Yellow Belts*. A especialidade dos *Yellow Belts* se refere ao nível operacional e são capacitados nos critérios do Seis Sigma para apoiar na difusão de informações de ferramentas e processos.

Neste trabalho foi possível analisar e avaliar a aplicação do método DMAIC no desenvolvimento do projeto de uma escola dentro do contexto do projeto da cidade inteligente da Fatec Lins, visando garantir a melhoria contínua como prática de gestão, tanto na qualidade final do produto a ser entregue quanto na satisfação da equipe participante do desenvolvimento do projeto. Com a realização deste trabalho foi possível observar a importância da melhoria contínua no desenvolvimento de projetos e o quão abrangente é a área de trabalho de um Gestor da Produção Industrial.

Devido à alta complexidade do problema estudado, sugere-se para o desenvolvimento de trabalhos futuros, uma maior coleta de dados e a aplicação do método DMAIC em outros projetos a serem desenvolvidos no contexto do projeto da Cidade Inteligente da Fatec Lins, implementando outros tipos de métricas mais detalhadas e precisas para garantir a melhoria contínua em todas as etapas a serem desenvolvidas.

## REFERÊNCIAS

ANDREASEN, M. M., HEIN, L.. ***Integrated Product Development***. IFIS (Publications) Ltd/ Springer- Verlag, London, 1987.

ANDRIETTA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. ***The Six Sigma Method Importance in Quality Management Analyzed under a Theoretical Approach***, 2002.

BREYFOGLE Iii, F.W. (2003) ***Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods***. John Wiley & Sons, New York.

CAMPOS, V. F. ***Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Minas Gerais***; INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 1999.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. ***Gestão da qualidade: teoria e casos***. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CLARK, Kim B.; WHEELWRIGHT, Steven C. ***Managing new product and process development: text and cases***. New York: Maxwell Macmillan, 1993.

CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. ***Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry***. Boston: Harvard Business School Press, 1991.

CORONADO, R. B.; ANTONY, J. ***Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations***. The TQM Magazine, York, England, v.14, n.2, p.92-99, 2002.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. ***Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico***. 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993. 186 p.

COSTA, A.S.C.; SANTANA, L.C.; TRIGO, A.C. ***Qualidade de atendimento ao cliente: um grande diferencial competitivo para as organizações***. Revista de Iniciação Científica – RIC Cairu. Jun. 2015, Vol 02, nº 02, p. 155-172, ISSN 2258- 1166.

< <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28249/4/Aplica%C3%A7%C3%A3oMetodologiaDmaic.pdf>> Acesso em: 17 jun. de 2022.

Cristiano Vasconcellos Ferreira; Eduardo Romeiro Filho (coordenação); Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO,

2011. **Projeto do Produto**; Páginas 29, 250.

ECKES, G. A revolução Seis Sigma – **The Six Sigma Revolution: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro**. Tradução: Dr. Reynaldo Cavalheiro Marcondes – USP. Campus: Rio de Janeiro, 2001. 270p.

FILHO, J. R. de B; TUBINO, D. F. **O planejamento e controle da produção nas pequenas empresas - uma metodologia de implantação**. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. São Carlos, 1998. Anais. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia de Produção – ABEPRO, 1998, p. 01-08.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. Acesso em: 17 jun. de 2022.

HAHN, G.; DOGANAKSOY, N.; HOERL, R. W. **The evolution of six sigma**. Quality Engineering, New York, v.12, n.3, p.317-326, 2000.

HARRY, M. & SCHROEDER, R. **Six Sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations**. Currency: New York, 2000.

HOLANDA, M. A.; PINTO, A. C. B. R. F. **Utilização do Diagrama de Ishikawa e Brainstorming para solução do problema de assertividade de estoque em uma indústria da região metropolitana de Recife**. A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Salvador/BA, 06 a 09 de Outubro de 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28249/4/Aplica%C3%A7%C3%A3oMetodologiaDmaic.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2022.

HOKI, A. L. **Aplicação do Método DMAIC e ferramentas do Lean Six Sigma para redução do custo de estoque em uma empresa de materiais de acabamentos**, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2374>. Acesso em: 23 abr. 2022.

KOZIOLEK, S.; DERLUKIEWICZ, D. **Method of assessing the quality of the design process of construction equipment with the use of DFSS (design for Six Sigma)**. Automation in Construction, v. 2, p. 223-232. 2012.

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. Cubatão: Oficina de Textos, 2011. Tradução de Maria Beatriz Medina.

LOPES, A. O. **Gestão da produção**. Dieter Siedenberg, Fernada Pasqualini. – Ijuí : Ed. Unijuí, 2010. – 100 p. – (Coleção educação a distância. Série livro-texto). ISBN 978-85-7429-892-4.

LOUZADA, P. **Six Sigma : saiba o que é e quais são os princípios fundamentais**, 2019. Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/o-que-e-programa-six-sigma-quais-os-principios-fundamentais/>. Acesso em: 19 abr. 2022.

MIRON, L. I. G. **Proposta de Diretrizes para o Gerenciamento dos Requisitos do Cliente em Empreendimentos da Construção**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MIRON, L. I. G.; FORMOSO, C. T. **Gerenciamento dos requisitos do cliente em empreendimentos habitacionais**. In: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Foz do Iguaçu: 2002.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 2. ed. rev. ampl. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

PÁDUA, E. M. M. de. **Metodologia da pesquisa: abordagem teóricoprática**. Campinas: Papyrus, 2004. Acesso em: 17 jun. de 2022.

PAHL, G., Beltz, W. **Engineering Design- A systematic approach**. Springer-Verlag London Limited, London. 1996.

PAHL, G. **Projeto na engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 411 p.

- PANDE, S. Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- PANDE, P. S. Estratégia Seis Sigma: Como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001. 472 p.
- ROMEIRO FILHO, E., coord; FERREIRA, Cristiano Vasconcellos. **Projeto do produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 376 p.
- ROOZENBURG, N. F. M.; EEKELS, J. **Product design: fundamentals and methods**. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1995
- SILVA, C. E. S. Método para Avaliação do Desempenho do Processo de Desenvolvimento de Produtos. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001
- SILVEIRA B.C., 2013. Produção Industrial, Seis Sigma. Acesso em: 01 dez. 2021.
- SMITH, R.P.; MORROW, J.A. **Product development process modeling**. Design Studies, Oxford, v. 20, p. 237-261, 1999. Acesso 01 dez. 2021.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2008.
- THIOLLENT, M.; SILVA, G. de O. **Metodologia de pesquisa-ação na área de gestão de problemas ambientais**. RECUS- Revista Eletrônica de Comunicação, Informação e Inovação em Saúde, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 93-100, jan./jun. 2007.
- TRESOLDI T. H. **Aplicação da metodologia DMAIC para melhoria de desempenho de uma equipe de vendas do setor de calçados e confecções**. Ituiutaba, 2019.
- ULMANN, D. G. **The Mechanical Design Process**. McGraw-Hill Companies, Inc. Singapore. 1997.
- URBAN, G.L.; HAUSER, J.R. Design and Marketing of New Products. New Jersey: Prentice Hall, 1993.
- ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development. United States of America: The McGraw-Hill Companies**, 2nd ed., 2000.
- URBAN G. L., & HAUSER, J. R. **Design and marketing of new products**. (2nd ed.). Englewood Cliffs: Prentice Hall. 1993.
- VIGORENA, D. A. L.; BATTISTI, P. S. S. **Procedimentos de coleta de dados em trabalhos de conclusão do curso de Secretariado Executivo da Unioeste/PR**. In: Secretariado Executivo em Revista. Passo Fundo, p. 95-111, n. 7, 2011.
- WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Lean Seis Sigma**. 2 ed. Belo Horizonte: Werkema Editora, 2012.
- WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.