

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS, ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO E SERVIÇO SOCIAL

LUIZ PAULO SABINO GOMES

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE:
UMA PROPOSTA DE MELHORIA PARA O SETOR DE OBRAS DE UMA
EMPRESA DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

ITUIUTABA 2023

LUIZ PAULO SABINO GOMES

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE:
UMA PROPOSTA DE MELHORIA PARA O SETOR DE OBRAS DE UMA
EMPRESA DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à banca examinadora da
Universidade Federal de Uberlândia
como parte das atividades das
exigências para a obtenção do título
de bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Daniel França
Lazarin

ITUIUTABA 2023

UTILIZAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE:
UMA PROPOSTA DE MELHORIA PARA O SETOR DE OBRAS DE UMA
EMPRESA DE INSTALAÇÃO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à banca examinadora da
Universidade Federal de Uberlândia
como parte das atividades das
exigências para a obtenção do título
de bacharel em Engenharia de
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Daniel França
Lazarin

Ituiutaba, 01 de fevereiro de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. O Dr. Daniel França Lazarin, FACES/UFU

Prof. O Dr. Lucio Abimael Medrano Castillo, FACES/UFU

Profa. A Dra. Vanessa Aparecida de Oliveira Rosa, FACES/UFU Profa.

Dedico este trabalho aos meus familiares, amigos e professores que me apoiaram durante o período da graduação e que contribuíram para que eu conseguisse chegar até este momento.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o resultado da somatória do conhecimento adquirido durante a minha graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Uberlândia. E diante disso, gostaria de agradecer todas as pessoas que me apoiaram e contribuíram para eu conseguisse chegar até este momento da entrega do meu trabalho de conclusão de curso. Dentre elas faço questão em mencionar a minha mãe, meu pai, minha irmã, a minha namorada, os meus amigos e aos meus professores. Tenho plena certeza que a passagem de cada um foi muito importante na minha jornada acadêmica, muito obrigado!

“A educação é a arma mais poderosa
que você pode usar para mudar
o mundo”

Nelson Mandela

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo compreender a aplicação das ferramentas da qualidade diagrama de causa e efeito, matriz GUT, 5 Porquês e o 5W2H diante de um problema enfrentado por uma empresa de instalação de sistemas fotovoltaicos. Para que isso fosse possível, a construção deste trabalho, foi utilizado o método do estudo de caso e a abordagem qualitativa e quantitativa, de caráter descritivo. Os resultados da pesquisa indicam que as causas identificadas no diagrama de causa e efeito foram: desarme do disjuntor, queima de um determinado componente e instalação equivocada do equipamento por parte do operador. Já com o auxílio da matriz GUT foi possível listar e ordenar as causas de acordo com seu nível de prioridade, iniciando das que apresentaram maior relevância para as de menor relevância. A ferramenta dos 5 porquês proporcionou a identificação das causas raízes, que levaram posteriormente ao desenvolvimento das sugestões de melhorias por meio da aplicação do 5W2H (plano de ação). Diante do apresentado, concluiu-se que a utilização em conjunto das mencionadas ferramentas da qualidade foi imprescindível para que se visualizasse de forma concreta uma proposta de aperfeiçoamento para a empresa estudada.

Palavras-chaves: Qualidade. Ferramentas. Sistema Fotovoltaicos.

ABSTRACT

This paper aims to understand the application of the quality tools cause and effect diagram, GUT matrix, 5 Whys and 5W2H before a problem faced by a company that installs photovoltaic systems. For this to be possible, the construction of this work, the case study method and the qualitative and quantitative approach were used, with an descriptive character. The results of the research indicate that the causes identified in the cause and effect diagram were: circuit breaker trip, burnout of a certain component, and mistaken installation of the equipment by the operator. With the help of the GUT matrix it was possible to list and order the causes according to their level of priority, starting with the most relevant ones to the less relevant ones. The 5 Whys tool provided the identification of root causes, which subsequently led to the development of suggestions for improvements through the application of 5W2H (action plan). In view of what was presented, it was concluded that the joint use of the aforementioned quality tools was essential in order to concretely visualize a proposal for improvement for the company studied.

Keywords: Quality. Tools. Photovoltaics System.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Exemplo do Diagrama de Causa e Efeito.....	14
Figura 2. Diagrama de causa e efeito.....	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Matriz GUT para falha no funcionamento dos sistemas fotovoltaicos.....	17
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. 5 Porquês para falha no funcionamento dos sistemas fotovoltaicos.....18

Quadro 2. 5W1H Plano de ação falha no funcionamento dos sistemas fotovoltaicos...18

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	13
2.REFENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 Diagrama de causa e efeito.....	13
2.2 Matriz GUT.....	14
2.4 Ferramenta 5 Porquês.....	14
2.5 5W2H.....	15
3. METODOLOGIA.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
4.1 Apresentação do estudo de caso.....	16
4.2 Aplicação das ferramenta da qualidade.....	16
4.2.1 Diagrama de causa e efeito.....	17
4.2.2 Matriz GUT.....	17
4.2.3 5 Porquês.....	18
4.2.4 5WH2.....	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICA.....	20

1. Introdução

A compreensão sobre gestão da qualidade nas empresas é fundamental para que seja possível a prestação de serviços e o oferecimento de produtos de qualidade, seguindo padrões mínimos de exigência e buscando sempre alcançar a máxima satisfação dos consumidores. A ideia de se investir em qualidade vai muito mais além do que simplesmente pensar no resultado final para a empresa. Desse modo, tem-se que a busca por processos de qualidade se materializa a partir da aplicação de ferramentas de gestão específicas com esse propósito (TERTULIANO; AZEVEDO; GAMA, 2021).

Uma ferramenta de gestão é uma forma de controlar os métodos próprios de uma empresa. Em suma, podem ser sistemas ou técnicas usadas para melhorar resultados, métodos e projetos. A fase de implantação da ferramenta requer preparação e planejamento, afinal ela faz a diferença no dia a dia da organização. Toda ferramenta de gestão possui métodos de aplicação e análise, portanto, em geral, pesquisar e demonstrar sua adequação é importante para começar (OLIVEIRA et al., 2021).

Na perspectiva da qualidade, pode-se afirmar que existem sete ferramentas da qualidade cuja principal finalidade é identificar e priorizar problemas, projetar e implementar soluções e validar resultados. Assim como os médicos têm instrumentos cirúrgicos e os engenheiros têm equipamentos de trabalho, os gerentes das empresas têm seus próprios arsenais (LIMA *et al.*, 2022).

Diante dessas considerações, o objetivo geral do trabalho é o de aplicar as ferramentas da qualidade para propor sugestões de melhorias diante de um problema enfrentado por uma empresa de instalação de sistemas fotovoltaicos.

A seguir (seção 2) é apresentado o referencial teórico das ferramentas da qualidade utilizadas neste estudo. Posteriormente se apresenta a metodologia de pesquisa (seção 3), seguido pela apresentação do estudo de caso (seção 4) na qual se destaca a aplicação das ferramentas da qualidade. Por fim, na última seção, seguem-se as considerações finais (seção 5).

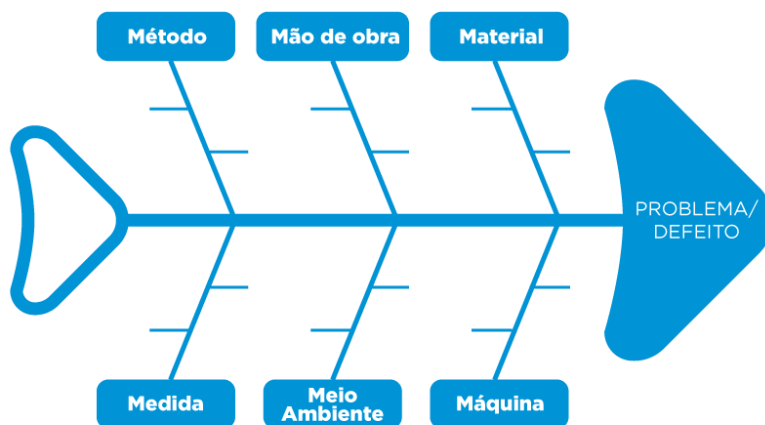
2. Referencial teórico

2.1 Diagrama de causa e efeito

O Diagrama de Ishikawa, também denominado como Diagrama de Causa e Efeito ou Diagrama Espinha de peixe, é uma representação gráfica cujo objetivo principal é organizar o raciocínio em discussões de um determinado problema prioritário, em

processos diversos, principalmente na produção industrial (SANTOS; SILVA, 2019). A título ilustrativo, o referido Diagrama e sua estrutura podem ser observados a partir do que está apresentado na figura 1.

Figura 1 – Exemplo do Diagrama de Causa e Efeito.



Fonte: Silva e Luz, 2019.

Diante disso, tem-se que o propósito do Diagrama de Causa e Efeito é identificar os fatores que resultam em uma situação não desejada na organização. Por se tratar de uma representação visual, ele ajuda a equipe a chegar nas causas-raiz que minimizam ou impactam negativamente na produtividade da empresa (HIGA *et al.*, 2021).

2.2 Matriz GUT

A matriz GUT é uma ferramenta que trabalha diretamente com a priorização fundamentada em três critérios: gravidade, urgência e tendência. Para cada um dos mencionados critérios é atribuída uma nota que pode variar de 1 a 5 e, ao final, esses valores são multiplicados, tendo como consequência na pontuação a ser registrada na GUT (NOVASKI; FREITAS; BILLIG, 2020). Feito isso, basta classificar a lista do maior para o menor número. A referida ferramenta permite classificar quase qualquer coisa por ordem de importância, tais como problemas, projetos e processos (LIMA *et al.*, 2022).

2.3 Ferramenta 5 Porquês

A técnica dos 5 Porquês teve origem na década de 30 e foi desenvolvida por Sakichi Toyoda, fundador das Indústrias Toyota. Desde a sua origem, a ferramenta vem sendo

amplamente utilizada em decorrência da sua simplicidade e eficiência (FONSECA *et al.*, 2020). Diante disso, tem-se que o 5 Porquês é uma ferramenta que consiste em questionar 5 vezes o porquê de um certo problema ou defeito ter acontecido, com o objetivo de descobrir a sua real causa, isto é, a causa principal (MELLO *et al.*, 2022). Um ponto interessante e que vale destacar é que, na prática, pode ser que não seja preciso perguntar 5 vezes “por quê” ou, ao contrário disso, que seja fundamental realizar mais de 5 questionamentos para chegar à causa raiz de um problema. Não existe uma regra para isso, e embora o criador da ferramenta afirme que 5 é o número ideal de vezes, a sua ocorrência depende muito do contexto de cada situação e da própria realidade da empresa (PRADO *et al.*, 2021).

2.4 5W2H

A ferramenta 5W2H pode ser compreendida como sendo um checklist administrativo de atividades, prazos e responsabilidades que necessitam ser desenvolvidas com a devida clareza e eficiência por todos os envolvidos em um determinado projeto. Tal ferramenta tem como principal finalidade definir o que será feito, porque, onde, quem irá desenvolver a ação, quando será feito, como e o valor que ela custará. A sigla é constituída pelas iniciais, em inglês, das sete diretrizes que, sempre que bem estabelecidas, extinguem quaisquer dúvidas que venham a aparecer no decorrer de um processo ou de uma ação (VENTURA; SUQUISAQUI, 2019).

3. Método de pesquisa

O presente estudo consiste em um estudo de caso, no qual o pesquisador frequenta o local em que ocorrem as atividades, ficando em contato direto com a realidade de maneira natural, como definido por Lakatos e Marconi (2003). Além disso, a construção deste trabalho fundamentou-se na abordagem qualitativa e quantitativa, de caráter descritivo. Para a interpretação do contexto pesquisado e analisado, foi selecionado o método de observação direta, que “é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também examinar fatos ou fenômenos que se deseja estudar” (MARCONI; LAKATOS, 2003, p. 190).

Prezou-se por evidenciar dados e fatos sem qualquer interferência no processo, evitando direcionamento de ações e/ou inibição dos pesquisados. Foram identificados e captados

os acontecimentos no momento em que eles foram produzidos e apontados tal como se efetivaram. A proximidade dos participantes possibilitou compreender a perspectiva dos envolvidos, favorecendo o relato fidedigno do cenário e das ideias dos indivíduos, os quais não tiveram influências nem julgamentos sobre seus pensamentos e posturas adotadas (atos e omissões) frente a diferentes ocasiões.

4. Resultados

4.1 Apresentação do estudo de caso

O estudo foi realizado no setor de obras de uma empresa localizada em uma cidade do interior do estado de Minas Gerais, que trabalha com projetos de infraestrutura elétrica e sistemas fotovoltaicos. No setor de obras, as atividades são gerenciadas por um engenheiro eletricitista, cuja principal finalidade é garantir que os sistemas fotovoltaicos estejam em pleno funcionamento e atendam aos resultados esperados.

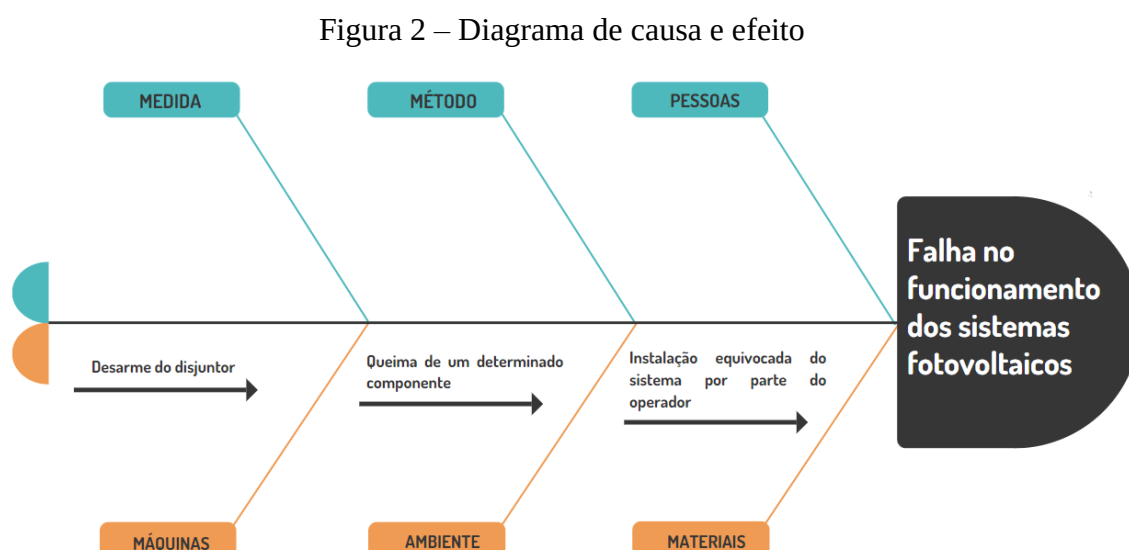
A escolha deste setor se justifica por se tratar de um departamento especializado de engenharia que possui um nível alto de atenção e responsabilidade e, portanto, demanda uma cautelosa análise dos processos. Logo que o sistema fotovoltaico é instalado, a empresa oferece a garantia de monitoramento pelo período de um ano, que inclui o acompanhamento do serviço para verificar se o sistema está funcionando como deveria. Caso não esteja, a empresa arca com os prejuízos e disponibiliza ao cliente os ajustes que forem necessários. O monitoramento surge como uma ferramenta muito importante, pois é a partir dele que é possível identificar, caso exista, um problema que atrapalha o funcionamento do sistema fotovoltaico.

4.2 A aplicação das ferramentas da qualidade

As atividades desempenhadas pelo setor de obras passaram por um processo de análise e, durante o período de avaliação, foram registradas ocorrências de falhas no sistema fotovoltaico, ou seja, situações em que o sistema parou de funcionar. Neste registro levou-se em consideração que a presença da falha no funcionamento do sistema fotovoltaico contribui para o desgaste dos funcionários do setor, retrabalho e aumento dos custos para a empresa.

4.2.1 Diagrama de Causa e Efeito

Com o propósito de auxiliar na identificação das causas que seriam capazes de promover a falha no funcionamento do sistema fotovoltaico (problema identificado nesse estudo), foi aplicado o diagrama de causa e efeito, conforme mostra a Figura 1.



Fonte: autoria própria (2022).

As causas identificadas no diagrama de causa e efeito foram: desarme do disjuntor, queima de um determinado componente e instalação equivocada do equipamento por parte do operador.

4.2.2. Matriz GUT

Com base nas causas listadas no diagrama de causa e efeito, foi utilizada a matriz GUT (Tabela 1), onde juntamente com os responsáveis pelo setor, realizou-se a classificação para determinar quais causas eram prioritárias e necessitavam ser solucionadas o mais breve possível.

Tabela 1 - Matriz GUT para falha no funcionamento dos sistemas fotovoltaicos.

Causa	Gravidade	Urgência	Tendência	Total
Desarme do disjuntor	5	4	5	100

Queima de um determinado componente	3	4	3	36
Instalação equivocada do equipamento por parte do operador	3	3	3	27

Fonte: Autoria própria (2022)

Conforme o resultado da matriz GUT apresentada acima, foi possível listar e ordenar as causas de acordo com seu nível de prioridade, iniciando das que apresentaram maior relevância para as de menor relevância. Tais causas são: desarme do disjuntor, queima de um determinado componente e instalação equivocada do equipamento por parte do operador.

4.2.3 5 Porquês

Apos a aplicação da matriz gut, foi utilizada a técnica dos 5 porquês, com o propósito agora de se encontrar as causas raízes, conforme mostra o quadro 1.

Quadro 1 - 5 Porquês para falha no funcionamento dos sistemas fotovoltaicos.

Causas	1º porquê	2º porquê	3º porquê	4º porquê	5º porquê
Desarme do disjuntor	Em decorrência de um cabeamento mal conectado	Falta de atenção do operador			
Queima de um determinado componente	Existência de um componente que apresenta um defeito de fabricação.	Pois o fornecedor entrega peças defeituosas			
Instalação equivocada do equipamento por parte do operador	Falta de atenção do profissional que está realizando o serviço.	Pois durante o trabalho fica mexendo no celular	Pois a empresa não proíbe o uso de celular durante o trabalho	Pois precisa entrar em contato com o operador quando precisar	

Fonte: Autoria própria (2022)

4.2.4 5W2H

Diante dos resultados encontrados através da ferramenta dos 5 porquês no item anterior, tornou-se possível propor melhorias para serem aplicadas por meio de um plano de ação, já que as causas-raízes foram identificadas. Para construir o plano de ação utilizou-se a ferramenta 5W2H, no entanto, como neste estudo não levou em consideração os custos para realizar cada ação, retirou-se 1H, o how much (quanto custará), como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - 5W1H (Plano de ação falha no funcionamento dos sistemas fotovoltaicos)

What? (O quê?)	Why? (Porquê?)	Where? (Onde?)	Who? (Quem?)	When? (Quando?)	How? (Como?)
Realizar o reaperto e isolamento das conexões	Para diminuir a ocorrência de desarme do disjuntor.	No local da instalação do sistema fotovoltaico	Técnico de campo	Imediatamente	Utilizar a chave de fenda phillips com cabo emborrachado para fazer os reapertos e desarmar o disjuntor geral para fazer o isolamento das conexões.
Trocar o fornecedor que entrega com frequência materiais danificados.	Para resolver problemas relacionados à queima de um determinado componente.	No local da instalação do sistema fotovoltaico	Técnico de campo	Imediatamente	Buscar novos fornecedores que possuem boas recomendações sobre a qualidade dos seus materiais
Promover capacitação e treinamento constantes.	Para diminuir a ocorrência de instalação equivocada do equipamento por parte do operador	Na sede da empresa.	Setor de obras	Imediatamente	O coordenador de obra irá realizar treinamentos para realizar cada etapa do processo de instalação dos equipamentos fotovoltaicos.

Fonte: Autoria própria (2022)

De acordo com o Quadro 2 é possível obter todas as ações necessárias que, se forem realizadas, torna-se provável que ocorra melhorias nos processos para diminuir a quantidade de falha no funcionamento do sistema fotovoltaico mediante as causas apresentadas nos itens acima, de modo, a evitar retrabalho após a instalação dos sistemas fotovoltaicos no departamento de engenharia do setor de obras.

5. Considerações finais

A partir dos resultados encontrados por meio da pesquisa realizada foi possível identificar a finalidade de cada ferramenta da qualidade utilizada com o propósito de apresentar melhoria para o setor da empresa analisada. Diante disso, importa lembrar que foram utilizadas quatro ferramentas para mapear a situação da organização contemplada no estudo de caso: diagrama de causa e efeito, matriz GUT, os 5 porquês e ferramenta 5W2H. Por meio do diagrama de causa e efeito, constatou-se que as causas que seriam capazes de promover a falha no funcionamento do sistema fotovoltaico (problema identificado

nesse estudo) eram: desarme do disjuntor, queima de um determinado componente e instalação equivocada do equipamento por parte do operador.

Além do mais, utilizando a ferramenta matriz GUT conseguiu-se dispor essas causas de acordo com seu nível de prioridade, iniciando das que apresentaram maior relevância para as de menor relevância. Com isso, chegou-se à seguinte ordem: desarme do disjuntor, queima de um determinado componente e instalação equivocada do equipamento por parte do operador. O uso dos 5 porquês tornou possível encontrar as causas raízes e de forma associada, a ferramenta 5W2H auxiliou na proposta de melhorias para serem aplicadas por meio de um plano de ação.

Diante desses resultados, concluiu-se que a utilização estratégica das ferramentas da qualidade facilita o percurso em busca de soluções para problemas enfrentados pelas empresas, visto que cada uma delas assume papel importante nos processos de identificação, categorização, proposta de solução e elaboração de plano de ação para o cenário problemática encontrado.

A título de trabalho futuro, acredita-se ser de grande contribuição científica a implementação das melhorias propostas neste estudo de caso. Assim, será possível identificar a efetividade do que foi proposta e alinhar o plano de ação de acordo com os resultados da eventual implementação.

Referências bibliográficas

FONSECA, Erika Aline Polisel *et al.* A influência das ferramentas da qualidade na produção de embalagens secundárias. **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**, p. 76, 2020.

HIGA, Carla Moreira Lorentz *et al.* Incidente de queda com dano: diagrama de Ishikawa e plano de ação. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 1, p. 3231-3239, 2021.

LIMA, Brenda Gomes Silva *et al.* Levantamento das manifestações patológicas de uma residência unifamiliar no município de Imperatriz-MA com aplicação da matriz GUT. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 8, n. 4, p. 14177-01e, 2022.

MELLO, Lucas Rodrigo Garcia de *et al.* Ferramentas para investigação de eventos adversos: revisão de escopo. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 56, 2022.

NOVASKI, Vanessa; FREITAS, Jéssica Lopes; BILLIG, Osvaldo Alencar. Aplicação de matriz gut e gráfico de pareto para priorização de perdas no processo produtivo de uma

panificadora. **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 11, p. 42203-42207, 2020.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. atlas, 2003.

OLIVEIRA, José Eduardo Ferreira *et al.* Aplicação da Análise de Pareto através de um experimento fatorial para o coeficiente de capacidade (Cdl*)—um estudo de caso relacionado à grandeza torque. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 7396-7412, 2021.

PRADO, Matheus Borges *et al.* Determinação e gestão de causas raízes de falhas e proposta de melhoria por meio do 5W2H no setor de atendimento de uma pizzaria em de Minas Gerais. **Brazilian Journal of Business**, v. 3, n. 4, p. 3295-3305, 2021.

SANTOS, Marcus Vinicius Souza; SILVA, Flávio Pires. Redução dos desvios de qualidade na fabricação de sacos para lixo com alças utilizando ferramentas do gerenciamento da qualidade. **Episteme Transversalis**, v. 10, n. 3, 2019.

SILVA, Jean Marcos; LUZ, Josiane Paula. Anais da Jornada Científica de Gestão e Negócios LabSiga/IFSul: v. 2, 2019. **Anais da jornada científica de gestão e negócios LabSiga/IFSul**, v. 2, 2019.

TERTULIANO, Tarsila Melo; AZEVEDO, Caio Oliveira; GAMA, Fábio Júnior Clemente. Utilização de Ferramentas da Qualidade na Atenção Pré-Natal: Uma abordagem a partir do SINASC para o Estado da Paraíba. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 15, n. 2, p. 51-70, 2021.

VENTURA, Katia Sakihama; SUQUISAQUI, Ana Beatriz Valim. Aplicação de ferramentas SWOT e 5W2H para análise de consórcios intermunicipais de resíduos sólidos urbanos. **Ambiente construído**, v. 20, p. 333-349, 2019.