

## APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA SOLUÇÃO DE UMA NÃO CONFORMIDADE EM UMA EMPRESA METALÚRGICA

### APPLICATION OF THE ISHIKAWA DIAGRAM TOOL FOR RESOLVING A NONCONFORMITY IN A METALLURGICAL COMPANY

Gabriel de Souza Garcia<sup>1</sup>

Gilson Eduardo Tarrento<sup>2</sup>

#### RESUMO

Em uma empresa metalúrgica no estado de São Paulo, foi constatada uma não conformidade em sua linha de produção. Realizando o processo de repasse de furação, através de uma inspeção de um determinado lote de peças, o operador identificou que as medidas estavam divergentes na qual era  $\varnothing 20H7\text{mm}$ , podendo variar de acordo com a tolerância exigida pelo cliente ( $0 / + 0,021\text{mm}$ ), assim encontrava-se  $\varnothing 20,25\text{mm}$ . Foi constatado que as peças estavam fora de tolerâncias exigidas pelo cliente. Assim foi feito um estudo, levantando-se dados e informações para averiguar as causas raízes através da ferramenta de qualidade Diagrama de Ishikawa, no qual foram constatados problemas com o dispositivo de repasse que permitia o erro. Durante o levantamento de informações, o tempo de processo por peça era de 60 segundos por peça. Após a plano de ação gerado, foi desenvolvido um novo dispositivo, com algumas alterações, que atendeu 100% das tolerâncias impostas pelo cliente e também reduzindo 50% do tempo de processo, diminuindo de 60 para 30 segundos de processo, assim solucionando o problema para não ocorrer mais essa variável na linha de produção com esse produto.

**Palavras-chave:** Gráfico de causa e efeito, Linha de produção, inspeção, solucionar problema.

#### ABSTRACT

In a metallurgical company in São Paulo state, Brazil, a nonconformity was identified in the production line during the drilling process. During an inspection of a specific batch of parts, the operator detected dimensional deviations. The specified measurement was  $\varnothing 20H7\text{mm}$  with tolerance range required by the customer of  $0/+0.021\text{mm}$ . However, the measured dimension reached  $\varnothing 20.25\text{mm}$ , indicating that the parts were outside the required tolerance limits. Therefore, data and information were collected to determine the root cause of the problem using the Ishikawa Diagram, a quality management tool. The analysis revealed issues related to the transfer device used in the process, which allowed the error to occur. During data collection, it was observed that the process time was 60 seconds per part. Based on the action plan developed from the analysis, a new device was designed with several modifications. The new device achieved 100% compliance with the tolerances required by the client and also reduced the process time by 50%, decreasing it from 60 to 30 seconds per part. Consequently, the problem was resolved, and the variable responsible for the nonconformity was eliminated from the production line for this product.

**Keywords:** Cause and effect chart, production line, inspection, problem solving.

<sup>1</sup>Graduado no Curso de Produção Industrial na Faculdade de Tecnologia de Botucatu

<sup>2</sup>Docente na Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Av. José Ítalo Bacchi, s/nº; e-mail gilson.tarrento@fatec.sp.gov.br

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade é um ponto muito importante em qualquer tipo de produto, serviço ou mercadoria, a fim de atender e satisfazer o cliente. A ferramenta de qualidade Diagrama de Ishikawa é uma metodologia bastante utilizada pois busca as causas raízes e os efeitos em uma determinada situação de qualidade.

O Diagrama de Causa e Efeito, também chamado de Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de Ishikawa, visa estabelecer a relação entre o efeito e todas as causas de um processo. Cada efeito possui várias categorias de causas, que, por sua vez, podem ser compostas por outras causas (Rodrigues, 2006).

O diagrama de Ishikawa deve ser utilizado em situações que envolvam a necessidade de: identificar as causas possíveis de um problema; obter melhor visualização da relação entre causa e efeito; classificar as causas de um efeito ou resultado, organizando-as em subcausas; identificar as causas que provocam um problema; identificar a relação entre os efeitos e suas prioridades; analisar defeitos ou falhas, visando sua identificação e melhoria (Antonio; Teixeira, Rosa, 2016).

Para tanto, o diagrama contempla aspectos relativos a método, máquina, medida, meio ambiente, material e mão de obra, visando identificar a influência desses fatores no problema identificado. Na sua elaboração é possível verificar a causa direta relacionada a cada aspecto e a partir dessas causas aqueles aspectos que interferem, configurando as sub-causas que contribuem para o resultado, ou seja, o problema identificado (Bezerra, 2014).

É importante salientar que o uso prático da ferramenta Diagrama de Ishikawa aponta para resultados favoráveis para uma empresa, pois vários trabalhos publicados demonstram tais resultados, sendo:

Carvalho *et al.* (2021) constaram que, em uma empresa metalúrgica com sede na cidade de São José dos Pinhais, foi realizada aplicação de um projeto para redução de não conformidades, com o objetivo de melhoria em uma peça chamada caixa de bateria, as ferramentas da qualidade que foram utilizadas para a aplicação do projeto, com o diagrama de Ishikawa.

Colaborando, Fonseca *et al.* (2018) investigaram como as ferramentas da qualidade, influenciaram na melhoria da produção de embalagens secundárias, visto que o abaulamento representava 7,62% de retrabalho e 1,4% de refugo na produção, onde os resultados nos 3 meses posteriores após a implantação, fora de apenas 0,53% de retrabalho e 0,41% de refugo.

Nascimento (2023), de acordo com o Diagrama de causa e efeito, destacou como

possíveis causas problema em estudo: operador sem orientação adequada, falta de acompanhamento qualificado, falta de mão de obra para inspeção, campanha com riscos ou marcas, fios amassados, danificados, falta de análise após instalação e falta de instrução de roteiro.

Gaigher e Feroni (2021) levantaram as causas do alto índice de falta de materiais no processo de manufatura em uma montadora automotiva. Para isso, foram aplicadas algumas ferramentas de gestão da qualidade como MASP, diagrama de causa-efeito (Ishikawa), cinco porquês, 5W2H e lista de verificação. O resultado foi uma redução de 90,14% nos atrasos de fornecedores.

Neste sentido, Soares (2018) utilizou o Diagrama de Ishikawa, como ferramenta complementar, auxiliando na identificação das causas do problema deste estudo. Para esta análise foi utilizado o Diagrama de Ishikawa junto de um *brainstorming* com especialistas da área para determinar as causas-raízes e suas subcausas.

Segundo Sousa e Loos (2020), as ferramentas da qualidade são métodos utilizados para a melhoria de solução de problemas em qualidade.

Complementando, Basílio, Tachiua, Muchato (2022), comentaram que é mais comum o uso do diagrama de Ishikawa em processos industriais, daí que, esta proposta de utilização da ferramenta para identificar causas que determinam as perdas pós-colheita do tomate produzido no distrito de Angónia, que não representa um processo industrial, torna-se um dado pouco descrito no mundo da ciência agrária.

Já Almeida *et al.* (2017) afirmaram que o Diagrama de Ishikawa é um processo no qual possui as suas características. São utilizados o que se chamado 6M: Método, Máquina, Medida, Meio Ambiente, Mão de Obra e Material. Em alguns casos específicos não se aplicam todos os 6Ms na descrição das causas.

Em uma empresa metalúrgica, foi identificado um problema de qualidade em um lote na sua linha de produção. Após a identificação, foi usado a ferramenta de qualidade Diagrama de Ishikawa para levantar dados e informações sobre o ocorrido e assim poder analisar suas causa e efeito.

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar a causa raiz de um determinado problema, através da utilização da ferramenta Diagrama de Ishikawa, levantando assim possíveis causas do problema dentro dos 6M, onde o dispositivo de repasse não garantia a tolerância do produto. um novo dispositivo foi desenvolvido para substituir o antigo, eliminando o problema do repasse da furação e, desta forma contribuir para melhoria da produtividade do processo realizado neste produto, no qual reduziu tempo de processo e

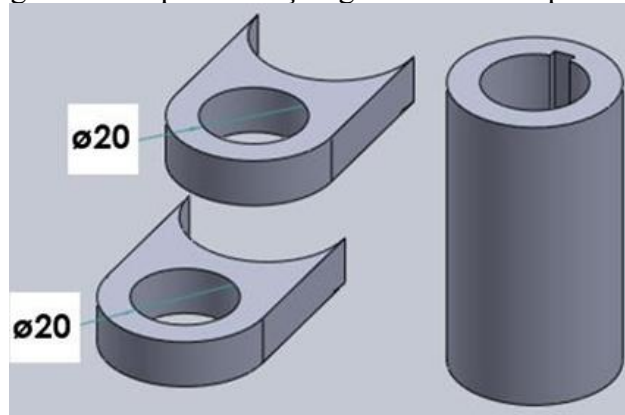
movimentos repetitivos do colaborador e atendeu as exigências do cliente.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa metalúrgica no interior do Estado de São Paulo no período de agosto a dezembro de 2023.

A empresa fabrica um produto que é composto por 3 componentes (uma bucha e duas abas), que possuem uma furação de  $\varnothing 20$  H7mm (com tolerância  $0 / + 0,021$ mm) exigidas pelo projeto do cliente, conforme identificado na Figura 2.

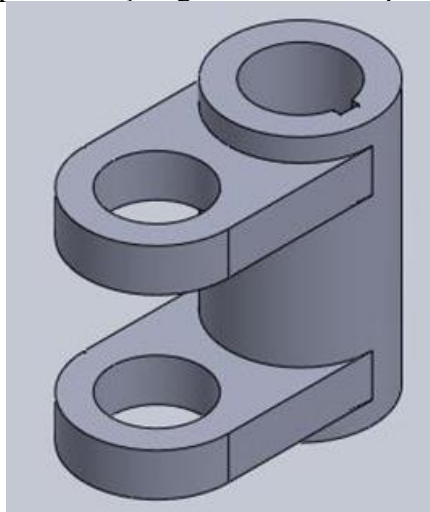
Figura 2 – Representação gráfica dos componentes



Fonte: o Autor (2023).

Após a fabricação, os componentes são soldados, pintados e são repassados os furos, nesta sequência, conforme Figura 3.

Figura 3 – Representação gráfica dos componentes soldados.



Fonte: o Autor (2023).

No setor da pintura é repassado um alargador no furo das abas para retirada da pintura naquele local, assim deixando a área indicada isolada de acordo com o especificado pelo cliente, de acordo com a Figura 4.

Figura 4 – Ferramenta Alargador



Fonte: o Autor (2023).

Após o operador realizar o processo nas 3 primeiras peças observou que as medidas do diâmetro das abas estavam fora da especificação, encontrando valores de até  $\varnothing 20,25\text{mm}$ .

A produção foi interrompida e a equipe da Qualidade, Processo e Ferramentaria, foi acionada para análise da não conformidade identificada.

Por meio da ferramenta diagrama de Ishikawa foram identificadas as possíveis causas do problema em estudo, conforme Figura 5.

Figura 5 – Diagrama de Ishikawa

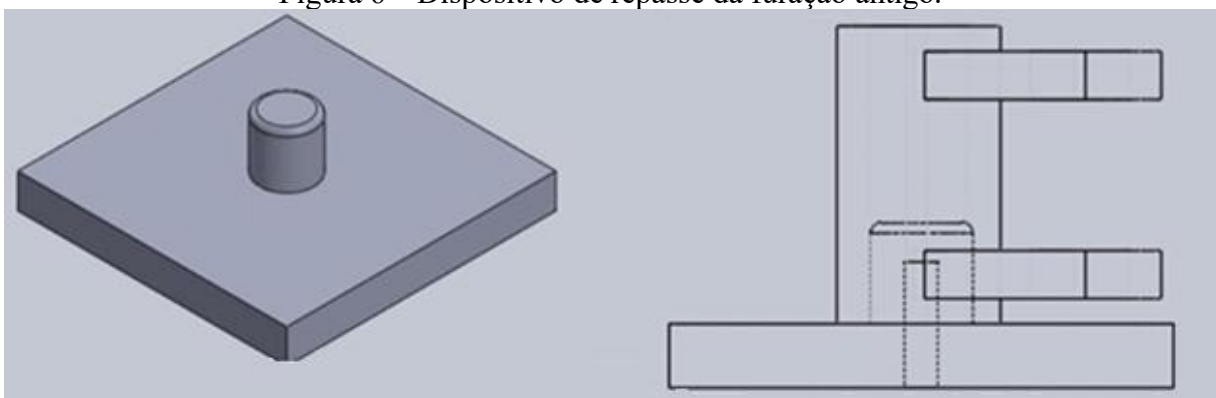


Fonte: o Autor (2023).

Após *brainstorming* e análise das possíveis causas, as equipes da Produção, Qualidade e Ferramentaria, concluiu-se que o dimensional do dispositivo de repasse da furação estava fora do especificado, conforme a possível causa dispositivo gasto permitindo erro.

Observou-se que o eixo do dispositivo apresentava desgaste e o comprimento do eixo permitia inclinação da peça, houve também a identificação do qual o eixo sendo curto, gerava um modo de falha do processo, correndo risco de a peça soltar do dispositivo e causar um acidente com o operador, com isso também afetaria a segurança do operador ao realizar a atividade. Além disso, o operador posicionava visualmente e manualmente a peça com o alargador. A Figura 6 ilustra os componentes e o dispositivo.

Figura 6 – Dispositivo de repasse da furação antigo.



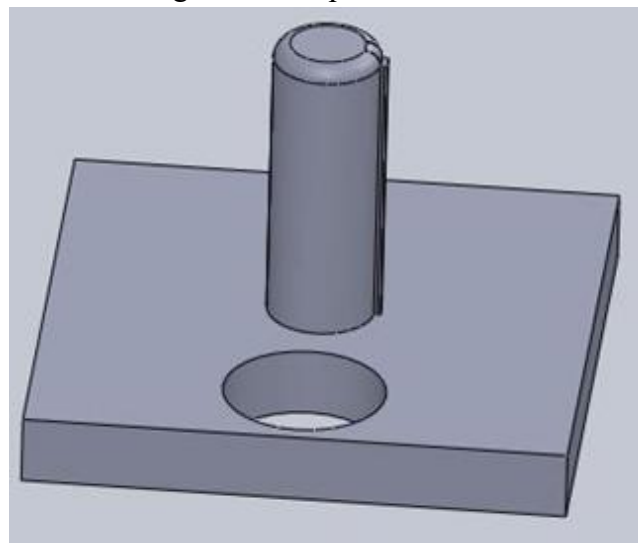
Fonte: o Autor (2023).

O processista também em conjunto, analisou que ao fazer o repasse o dispositivo não

permitia que fizesse a usinagem nas duas abas de uma só vez e realizou a cronoanálise através de um cronômetro e indentificou o tempo de 60s por peça que o colaborador utilizava para realizar o processo, com isso se gerava tempo excessivo e exposição a riscos ergonômico no operador por movimentos repetitivos. Após análise, conclui-se que necessitava substituição do dispositivo.

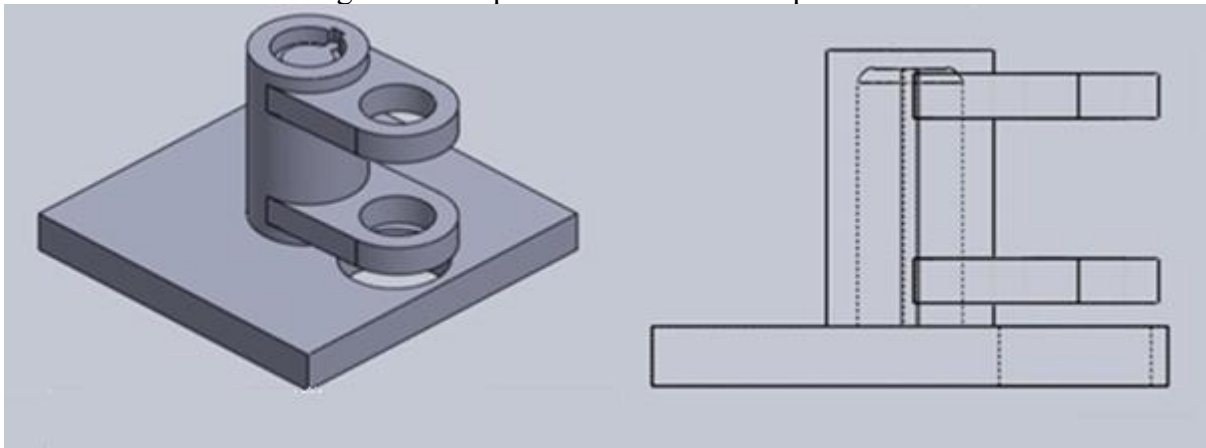
Um novo dispositivo foi fabricado pela ferramentaria, alterando o comprimento do eixo e acrescentando uma chaveta guia na qual se encaixava a bucha pela chaveta, para que fique fixa na hora do processo, aumentando o contato, não permitindo que a bucha incline durante o processo no qual ocorria na linha de produção e também a oportunidade de melhoria detectada a fim de eliminar o risco de acidente com o operador pelo motivo do antigo dispositivo, portanto o aumento do comprimento do eixo trouxe maior segurança para o processo. Na base acrescentou um furo de alívio para passagem do alargador e saída de cavaco, permitindo repassar as duas furações de uma só vez, otimizando tempo de processo, conforme Figuras 7 e 8.

Figura 7 – Dispositivo novo.



Fonte: o Autor (2023).

Figura 8 – Dispositivo novo com componente.



Fonte: o Autor (2023).

Ao concluir o processo de fabricação do novo dispositivo, foi enviado ao setor de qualidade para inspeção do mesmo, a fim de identificar se ficou de acordo com as especificações do novo projeto.

Após a qualidade coletar as informações, foi identificado que estava de acordo com o projeto, sendo liberado e encaminhado para ferramentaria novamente para realizar os testes em peças coletando as informações se o dispositivo atendeu a necessidade.

O colaborador da área de repasse de peças, recebeu o dispositivo e fez a fabricação do lote de peças acompanhado pelo responsável de qualidade que foi acionado, processista e o ferramenteiro pelo qual desenvolveu o dispositivo.

O operador realizou o processo em amostra de 10 peças, foi acompanhado para realização de inspeção do lote para averiguar as medidas estavam conformes as exigências do cliente, e o resultado foi aprovado 100%, atendendo todas as medidas do projeto e deste modo liberando o dispositivo para linha de produção realizar a fabricação das peças.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um novo dispositivo foi desenvolvido para substituir o antigo, eliminando o problema do repasse da furação e, desta forma contribuir para melhoria da produtividade do processo realizado neste produto, no qual reduziu tempo de processo e movimentos repetitivos do colaborador e atendeu as exigências do cliente.

Foi realizada a inspeção do lote de amostra, foi identificado que a medida atendeu a 100% da tolerância exigida pelo cliente conforme o desenho, a seguir mostra os valores inspecionados, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Relatório de inspeção

Quantidade de peças	Medida	Encontrado
10	ø20H7mm (0 / + 0,021mm)	ø20,005 - ø20,018

Fonte: o Autor (2023).

As medidas inspecionadas pela qualidade apontaram que o lote de peças de amostra para primeiro lote que foi realizado do processo naquele dispositivo apontou que 100% das peças estavam atendendo a medida exigida pelo cliente, assim então sendo liberado para produção normal de fabricação.

O processista cronometrou o tempo na qual era realizada o processo de repasse dos furos e encontrou os seguintes resultados, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Tempo de processo

	Quantidade de peças	Tempo de processo (s)
	1	30
Total	10	300

Fonte: o Autor (2023).

Após a realização do processo, concluiu-se que o tempo de processo reduziu para 30s por peça durante o processo de repasse da furação, assim o dispositivo também atendeu o projeto desenvolvido em conjunto entre processo, qualidade e ferramentaria, em cima das informações disponibilizadas pelo cliente.

Todos os resultados obtidos pelo novo dispositivo apontaram que atendeu o novo projeto e as necessidades informadas, garantindo a medida imposta pelo cliente e reduzindo tempo de processo, na qual gerava excesso de tempo e movimentos no qual acarretava ao colaborador exposição a riscos ergonômicos por movimentos repetitivos.

#### 4 CONCLUSÕES

O antigo dispositivo não estava atendendo as medidas e tolerâncias impostas pelo cliente, por causa do desgaste no eixo no qual permitia a não conformidade e também o seu comprimento poderia surgir uma possível causa de acidente com o operador, pelo risco da peça escapar do dispositivo.

O tempo de processo também era maior que o novo, 60 segundos, devido as movimentações desnecessárias, com isso se gerava tempo excessivo para o processo de repasse, sendo assim menos produtivo.

O novo dispositivo atendeu as necessidades exigidas pelas medidas e tolerâncias do cliente, minimizou 50% do tempo de processo, de 60 segundos para 30 segundos, garantindo maior produtividade com menor tempo e diminuindo fadigas ergonômica por movimentos repetitivos do operador, causado pelo antigo dispositivo que não permitia realizar todo processo de uma só vez.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C.A.; VILELA, D.J.A.; SILVA, J.M.; RIBEIRO, R.B.; ROSA, J.L. **Aplicação de ferramentas de gestão de estoque em uma empresa de comunicação visual**. Revista H-TEC Humanidades eTecnologia, v. 1, n. 2, p. 29-46, 2017. Disponível em: <https://www.fateccruzeiro.edu.br/revista/index.php/htec/article/view/57/29>. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

ANTÓNIO, N. S.; TEIXEIRA, A.; ROSA, A. **Gestão da qualidade - de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM. 2. ed. rev. e aum.** Lisboa: Sílabo, 2016.

BASILIO, TACHIUA, MUCHATO. **Proposta de diagrama de Ishikawa para identificação das possíveis causas de perdas pos-colheita do tomate (*solanum lycopersicum*) produzido no distrito de Angónia, Moçambique**. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/230613526.pdf>. Acesso em: 13 de setembro 2023.

BEZERRA, F. **Diagrama de Ishikawa: princípio da causa e efeito. (2014)**. Disponível em: <http://www.portal-administracao.com/2014/08/diagrama-de-ishikawa-causa-e-efeito.html>. Acesso em: 30 de agosto de 2023.

CARVALHO, A. H. et al. **Redução do índice de não conformidade da peça caixa de bateria em uma indústria metalúrgica**. Inova+ Cadernos de Graduação da Faculdade da Indústria, São José dos Pinhais, PR, v. 2, n. 2, p. 443-465, ago 2021. Disponível em: <http://app.fiepr.org.br/revistacientifica/index.php/inovamais/article/view/626/586>. Acesso em: 30 de agosto 2023.

FONSECA, E. A. P.; PEDRO, J. A. de. F.; SILVA, R.; NASCIUTTI, A; **A influência das ferramentas da qualidade na produção de embalagem secundárias**. XXXVIII Encontro Nacional De Engenharia De Produção. Anais; Maceió, AL: ENEGEP, 2018. p. 2-18. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_SD\\_259\\_487\\_35828.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_SD_259_487_35828.pdf). Acesso em: 30 de agosto de 2023.

GAIGHER, H. A.; FERONI, R. C. **Aplicação da metodologia de análise e resolução de problemas (masp) em uma indústria montadora automotiva**. Brazilian Journal of Production Engineering, Espírito Santo, ES, v. 7, n.2, p. 183-193, dez. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/bjpe/article/view/37036/24345>. Acesso em: 13 de setembro 2023.

**NASCIMENTO, Aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade em uma indústria encarroçadora de ônibus**, Disponível em:

<http://revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/909/510>. Acesso: 13 de setembro 2023.

**RODRIGUES, Marcus Vinicius. Ações para Qualidade, Gestão Integrada para Qualidade.**

Rio de Janeiro. Editora: Qualitymark. 2006.

**SOUSA, R. S & LOOS, M. J. Aplicação do ciclo PDCA e Ferramentas da Qualidade na redução de Custos e Perdas em uma Distribuidora de hortifruti. Journal of Perspectives in Management.** 4, p. 68-83, 2020. Disponível em:

[file:///C:/Users/gabri/Downloads/mfontana,+245375-177356-1-LE+\(1\).pdf](file:///C:/Users/gabri/Downloads/mfontana,+245375-177356-1-LE+(1).pdf) Acesso em: 30 de agosto de 2023.