

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – *CAMPUS* BETIM
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Arthur Willian Gonçalves Pereira

APLICAÇÃO DO MASP EM UM ESTUDO DE CASO EM UMA SIDERÚRGICA

Betim
2020

ARTHUR WILLIAN GONÇALVES PEREIRA

APLICAÇÃO DO MASP EM UM ESTUDO DE CASO EM UMA SIDERÚRGICA

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.

Orientador: Norimar de Melo Verticchio

Co-orientador: Virgil Del Duca Almeida

Betim
2020

P436a Pereira, Arthur Willian Gonçalves.
 Aplicação do MAPS em um estudo de caso em uma siderúrgica./
 Arthur Willian Gonçalves Pereira. – Betim: Instituto Federal de Minas
 Gerais, 2020.
 53 f.; il., color.

Orientador: Prof. Norimar de Melo Verticchio

Monografia (Graduação) – Instituto Federal de Minas Gerais –
Campus Betim, Bacharelado em Engenharia Mecânica.

Siderurgia - Controle de produção. 2. Lubrificação e lubrificantes. 3.
Fluidos. 4.Solução de problemas. I. Verticchio, Norimar de Melo. II.
Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Betim. III. Título

CDU 621.892

Catálogo: Luciana Batista Neves - CRB-6/2000

Arthur Willian Gonçalves Pereira

**APLICAÇÃO DO MASP EM UM ESTUDO DE CASO EM UMA
SIDERÚRGICA**

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.

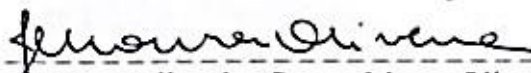
Aprovado em: 22/02/2021 pela banca examinadora:



Prof. Me. Norimar de Melo Verticchio – IFMG (Orientador)



Prof. Me. Amara Fuccio de Fraga e Silva



Prof. Me. Jaqueline das Graças Moura Oliveira

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por toda a caminhada durante o curso, aos meus pais, amigos e familiares que sempre me apoiaram em todos os momentos bons ou ruins. Ao professor orientador e co-orientador, por todo o suporte, disponibilidade e comprometimento com a qualidade do trabalho. Por fim, à equipe da linha de tratamento térmico e ajustagem da siderúrgica.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso de um problema relacionado à perda de produtividade em uma siderúrgica situada em Belo Horizonte, Minas Gerais. Este problema é a ocorrência de interrupções num ponto situado entre duas linhas de produção (de tratamento térmico e de ajustagem) de tubos de aço sem costura e decorre da necessidade de realizar a lubrificação dos tubos para prepará-los para o primeiro processo na linha de ajustagem (calibração de diâmetro). A obra teve por objetivo apresentar aos gerentes dos setores envolvidos, propostas de ação para diminuição do impacto dessas interrupções na linha, para que houvesse ganho de produtividade. Para isso, no estudo de caso aqui conduzido, foi aplicado o MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), para melhor entendimento do problema e com o intuito de tratar suas causas fundamentais, para que o problema não ocorresse mais. Para concretizar as propostas, foram utilizadas as metodologias do MASP, as ferramentas da qualidade e entrevistas. Através da aplicação deste conjunto de ferramentas, chegou-se a proposta de um protótipo com sistema de lubrificação automático que funciona à base de um sistema hidráulico de movimentação de um eixo de lubrificação. Esta solução elimina por completo a necessidade de operador para a realização da tarefa de lubrificar tubos, sendo necessário apenas a troca do eixo de lubrificação conforme necessidade por dimensões dos tubos e preparação da mistura de lubrificante, composta de água e grafite. Desta forma, as interrupções para lubrificação dos tubos cessam.

Palavras-chave: MASP. Interrupções. Protótipo.

ABSTRACT

This job shows a case of a problem related to loss of productivity in a steel company situated in Belo Horizonte, Minas Gerais. This problem is the occurrence of interruptions at point between two production lines (heat treatment and finishing) of seamless steel pipes and stems from necessity to lubricate pipes preparing it to the first process at finishing line (calibration of diameters). The work aimed to show the area managers involved in the activity, tenders to minimize the impact of its interruptions and to improve productivity. So, in this case MASP (Methods of Analyzing and Solving Problems) were applied to better understanding the problem and to deal with fundamental causes in order to block this problem. To implement the proposals, there had been used MASP methodologies, quality tools and interviews. Applying all these tools, it was proposed a prototype with an automatic lubrication system that works based on a hydraulic system for moving a lubrication shaft. This solution completely eliminates the need for an operator to perform the task of lubricating pipes, requiring only the replacement of the lubrication shaft as required by pipe dimensions and preparation of the lubricant mixture, composed by water and graphite. In this way, the interruptions for lubricating the pipes cease.

Keywords: MASP. Interruptions. Prototype.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Histograma de frequência de reclamações de moradores	23
Figura 2 - Símbolos de um fluxograma de processo	23
Figura 3 - Sequência de atividades de troca de uma lâmpada	24
Figura 4 - Carta de controle de processo produtivo.....	25
Figura 5 - Diagrama de Ishikawa - Utilizar uma imagem com melhor qualidade	25
Figura 6 - Diagrama de dispersão para correlação entre satisfação do cliente x tempo de espera (min)	27
Figura 7 - Diagrama de pareto - Melhorar a imagem	28
Figura 8 - Fotografia da banca de interligação têmpera-ajustagem.....	32
Figura 9 - Esquema da área estudada	32
Figura 10 - Fluxograma do processo de um tubo finalizado no tratamento térmico (têmpera).....	34
Figura 11 - Diagrama de Ishikawa para levantamento de possíveis causas	38
Figura 12 - Esquema da área com indicação de local de construção da máquina	41
Figura 13 - Desenho em perspectiva dos elementos do protótipo.....	42
Quadro 1 - Método de Análise e solução de problemas e PDCA.....	21
Quadro 2 - Relação entre as etapas do MASP e ferramentas de qualidade utilizadas.....	22
Quadro 3 - Folha de verificação para detecção de não conformidades	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Detalhamento do impacto gerado pelas paradas	35
Tabela 2 - Relação de horas paradas por turno no ano de 2019	37
Tabela 3 - Investigação de causas-raízes utilizando a ferramenta 5 porquês	39
Tabela 4 - Aplicação da ferramenta 5W2H ao caso do trabalho	40

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Considerações iniciais.....	11
1.2	JUSTIFICATIVA	12
1.3	OBJETIVOS	13
1.3.1	Objetivo Geral	13
1.3.2	Objetivos específicos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2.1	Masp.....	15
2.1.1	Identificação do problema	16
2.1.2	Observação	16
2.1.3	Análise	17
2.1.4	Plano de ação	18
2.1.5	Ação.....	18
2.1.6	Verificação.....	19
2.1.7	Padronização.....	19
2.1.8	Conclusão	19
2.2	As sete ferramentas da qualidade.....	22
2.2.1	Histograma.....	22
2.2.2	Fluxograma	23
2.2.3	Carta de controle.....	24
2.2.4	Diagrama de Ishikawa	25
2.2.5	Folha de verificação.....	26
2.2.6	Diagrama de dispersão.....	26
2.2.7	Gráfico de Pareto	27
2.2.8	5 Porquês	28
2.2.9	5W2H.....	29

3 METODOLOGIA.....	30
4 ESTUDO DE CASO	31
4.1 Fase 1: identificação do problema	31
4.2 Fase 2: observação do problema	36
4.3 Fase 3: análise do problema.....	38
4.4 Fase 4: plano de ação	39
5 CONCLUSÃO.....	44
REFERÊNCIAS	45
APÊNDICE A – Detalhamento técnico das peças do protótipo.....	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Com a evolução e transformação do cenário mercadológico mundial, a maior preocupação das empresas se voltou para a adoção de estratégias eficientes para se verem competitivas (MARINO, 2006). Sob esta ótica, os sistemas produtivos vêm evoluindo, se modernizando e se adaptando a novas realidades.

A organização dos processos produtivos vista sob a ótica do ramo automotivo industrial nos leva a uma história de evolução e aperfeiçoamento obtidos desde o nascimento do primeiro carro com motor de combustão interna, por Benz e Daimler (LOBO, 2015, p.1). Essa evolução também nos direciona para a automação dos processos industriais, que, segundo Alves (2005), apresenta-se como uma alternativa para melhorar a competitividade de uma empresa, uma vez que, geralmente, processos automatizados tendem a melhorar a produtividade de uma linha, célula, ou qualquer que seja o arranjo produtivo.

A melhoria da qualidade é outro fator que teve um papel fundamental no aumento da produtividade. Segundo Campos (2004), nos anos 50, o Sistema Toyota de Produção (STP) foi pioneiro na aplicação do sistema que ficou conhecido no Brasil como MASP (Método de Análise e Solução de Problemas). Bastiani (2012) destaca que este método é “um processo de melhoria constituído de oito etapas sendo que cada uma delas contribui para a identificação dos problemas e a elaboração de ações corretivas e preventivas para eliminá-los ou minimizá-los”. O MASP é empregado para solução de problemas e oportunidades de melhoria. (COUTINHO, 2017). Segundo Campos (2004), essa metodologia utiliza de uma sequência de procedimentos lógicos, baseada em fontes e dados. Esses procedimentos são compostos por etapas que se valem de ferramentas da qualidade que, aplicadas da forma correta, sanam as causas fundamentais de problemas que, por sua vez, não voltam a ocorrer por aquela razão.

Segundo Francoso (2009), o MASP é uma ferramenta que possibilita a solução de problemas de uma empresa, promovendo ações corretivas e preventivas. Kume (1993) afirma que o MASP é uma ferramenta muito utilizada em empresas que aplicam melhoria contínua. Conforme Teixeira *et al.* (2012), o MASP pode ser aplicado em todo e qualquer segmento, podendo, inclusive ser aplicado a um ou mais setores simultaneamente, sendo essencial para isso, a participação de todas as pessoas envolvidas no processo.

O trabalho foi realizado em uma das linhas produtivas de uma siderúrgica fabricante de tubos de aço sem costura, que é uma joint-venture multinacional formada por um grupo siderúrgico francês e um japonês. A empresa possui duas unidades produtoras de

tubos no Brasil, localizadas no estado de Minas Gerais, uma na capital Belo Horizonte e outra no município de Jeceaba, distante aproximadamente 110km da capital mineira. Os produtos fabricados nessas duas plantas são tubos de aço sem costura de qualidade mundialmente reconhecida, aplicados a diversos mercados, como óleo e gás, automotivo, entre outros.

O problema investigado é a ocorrência de interrupções em um ponto de ligação entre duas linhas de produção da empresa citada - a linha de tratamento térmico e a linha de ajustagem. Essas interrupções são decorrentes da atividade de lubrificação de tubos, procedimento necessário a todos os tubos que forem passar pelo processo de calibragem.

Para tanto, o MASP pode ser utilizado no intuito de analisar o problema de forma criteriosa e minuciosa para que seja tratada sua causa raiz e o mesmo não volte a acontecer, propondo, de forma ordenada e metódica, soluções humanas e tecnológicas para o atingimento dos objetivos.

Desta forma, foi conduzida pesquisa bibliográfica que, segundo Gil (2002, p.44), é aquela desenvolvida baseada em material já elaborado anteriormente, no intuito de promover melhor entendimento sobre a metodologia adotada na abordagem do problema. A metodologia aplicada no trabalho é o estudo de caso que consiste de uma descrição e análise, a mais detalhada possível, de algum caso que tenha alguma particularidade que o torna especial. (PEREIRA, *et al.*, 2018, p.65). No caso analisado, foi aplicada a metodologia MASP como alternativa para detalhamento e análise do problema. Além disso, ressalta-se a utilização de entrevistas como forma de avaliação das propostas oriundas das ações propostas após a aplicação da metodologia mencionada.

O texto se organizará da seguinte forma: o primeiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica do MASP e das ferramentas adjuntas que são utilizadas durante a condução da análise e solução do problema. No capítulo seguinte, apresenta-se a aplicação da metodologia no problema que se deseja resolver, percorrendo cada etapa de forma a detalhar a abordagem realizada e as técnicas envolvidas. Por fim, apresenta-se a conclusão, atrelando os resultados obtidos ao exposto nos objetivos.

1.2 JUSTIFICATIVA

Segundo Miranda (1994, p.5) as organizações precisam gerar produtos e serviços em condições de satisfazer as demandas dos usuários finais – consumidores sob todos os aspectos.

Ainda sob essa ótica, Cerqueira Neto (1991, p. 43) afirma que

as grandes empresas se empenham na implementação de programas de qualidade total, cujos resultados não só garantem a plena satisfação dos clientes como também reduzem os custos de operação, minimizando as perdas, diminuindo consideravelmente os custos com serviços externos otimizando a utilização dos recursos existentes.

Aliada a gestão da qualidade, a automação é um dos braços tecnológicos com maior influência na obtenção de resultados de melhoria de produtividade. Codificar (2019) afirma que a implementação de processos automatizados tendem a gerar um ambiente mais produtivo.

O MASP é uma ferramenta de qualidade que utiliza uma metodologia que auxilia os gestores na identificação dos principais problemas da empresa, sendo assim, possível solucionar o problema e promover ações corretivas e preventivas, a fim de reduzir ou até mesmo eliminar os gargalos do processo (FRANCOSO¹, 2009 apud ALVES *et al.*, 2019.)

O problema investigado é a ocorrência de interrupções da produção em um ponto localizado entre as linhas de tratamento térmico e ajustagem de uma siderúrgica. Essas interrupções impactam negativamente na produtividade de ambas as linhas, além de expor o colaborador ao risco de queda durante o deslocamento. A falta de lubrificação pode ocasionar a ocorrência de danos à calibradora de tubos (máquina que realiza o processo de calibragem), bem como interrupções maiores nas duas linhas.

Espera-se com este trabalho resolver o problema levantado na usina siderúrgica, aplicando a metodologia MASP, de forma que seja possível avaliar sua aplicabilidade em casos semelhantes e propor ações para resolução dos problemas relacionados a micro paradas nas linhas de produção envolvidas. O resultado dessa análise bem conduzida será observado em várias escalas: na visão das áreas envolvidas, a melhoria na produtividade será iminente; os custos envolvidos na fabricação dos produtos que passam pelo processo de calibração serão diminuídos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Apresentar à empresa propostas de ação para diminuição do impacto gerado pelas interrupções na linha.

1.3.2 Objetivos específicos

¹ FRANCOSO, F. MASP: Método de análise e soluções de problemas. Bauru: UNIP, 2009.

- Levantar informações acerca do problema;
- Detalhar a atividade de lubrificação de tubos;
- Levantar dados de produtividade relacionados a atividade;
- Levantar dados de custo relacionados à ocorrência de problemas;
- Propor ações para resolução do problema levantado;
- Projetar protótipo para automação da atividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Toledo (2008), existem dois tipos de melhoria que diferem entre si de acordo com a abordagem. O primeiro, chamado de solução de problemas, é aplicado após a ocorrência do problema e tem o objetivo de resolvê-lo o quanto antes, tratando sua causa, enquanto que o segundo, chamado de projeto de melhoria, está atrelado a objetivos estratégicos da empresa e tem a função de evitar a ocorrência do problema. A metodologia japonesa TQC (Total Quality Control), originada com o Toyotismo aproximadamente na década de 50, orienta que agir da segunda forma auxilia a reduzir drasticamente a recorrência do problema. Sob esta ótica, CAMPOS (2004) nos orienta a seguir a metodologia QC-Story, que veio para o Brasil sob o nome de MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas).

2.1 Masp

Segundo Francoso (2009), o MASP se apresenta como uma ferramenta metodológica cujo objetivo é auxiliar os gestores a analisar problemas e construir soluções pautadas em ações corretivas e preventivas, a fim de reduzir ou eliminar gargalos. Por sua vez, Campos (2004) afirma que o objetivo principal é eliminar a possibilidade de reincidência de anomalias no processo. Arioli (1998) destaca que o MASP é uma ferramenta a ser utilizada também na gestão e geração de melhorias, envolvendo um grupo de pessoas que visam à qualidade de determinado produto ou serviço.

“O QC-Story foi introduzido no Brasil por Vicente Falconi Campos, em seu livro “TQC – Controle da Qualidade Total no estilo japonês”, no ano de 1992, no qual o método foi denominado MASP – Método de Análise e Solução de Problemas.” (ORIBE, 2012² apud HENRIQUES, 2013). Campos (2004) diz que a simplificação e tradução do QC-Story foi iniciada na COSIPA (Companhia Siderúrgica Paulista), por seus engenheiros, que tinham o objetivo de construir uma tabela mais simplificada e prática para análise e solução de problemas.

Para a aplicação do MASP, porém, é necessário o esclarecimento do conceito de problema, que, segundo Campos (2004), é o resultado indesejável de um processo. Para todas as vezes que ocorre um desses resultados indesejáveis, pode-se recorrer à aplicação do MASP para que a resolução seja completa e definitiva. Essa metodologia caracteriza-se por ser

² ORIBE, Claudemir. A história do MASP. *Revista Banas Qualidade*. 2 Jul. 2012. Disponível em <http://www.qualypro.com.br/adminqualypro/upload/arquivo?nome=33.pdf&dir=pdf>. Acesso em 02 out 2012.

prescritiva, racional, estruturada e sistemática para o desenvolvimento de um processo de melhoria num ambiente organizacional, visando a solução de problemas e obtenção de resultados otimizados (ORIBE, 2012).

Conforme afirma Silva (2014), a utilização do método torna maior as probabilidades de se resolver problemas de maneira satisfatórias e suas etapas têm o objetivo de detalhar o problema ao máximo possível. Em tais etapas, as ferramentas da qualidade, vem em conjunto pois têm como fim mensurar e controlar os processos que estão sendo implantados ou utilizados na gestão (BAMFORD; GREATBANKS, 2005). Essas etapas são relacionadas a seguir.

2.1.1 Identificação do problema

Segundo Cerqueira (1997, p.18), um problema “é qualquer resultado indesejável de uma atividade ou processo”. Essa etapa consiste na identificação e detalhamento do problema que se quer resolver e é necessário a apresentação do histórico de ocorrências, suas perdas decorrentes, bem como dos ganhos obtidos por sua resolução. Em seguida, deve-se submetê-lo a análise, nomear os responsáveis e estabelecer datas para a resolução do problema. (PEARSON, 2011, p. 140). Segundo Campos, nesta etapa deve-se definir de forma clara e objetiva o problema encontrado e seu grau de importância. Teixeira *et al.* (2012) por sua vez, afirma que é necessário detectar o problema e acompanhar a linha de produção para coleta de dados e posterior análise de frequência. Menezes (2013) destaca a importância das seguintes atividades:

- a) Escolha do problema, que deve ser feita de acordo com a relevância do mesmo, comprovada em fatos e dados;
- b) Levantamento do histórico do problema, que deve reunir toda sorte de dados históricos disponíveis para estudo do problema;
- c) Demonstração de perdas atuais e ganhos previstos, que deve mostrar a situação atual gerada pelo problema e as perspectivas de melhoria quando da sua solução;
- d) Nomeação de responsáveis por tarefas.

Segundo Henriques (2013), essa etapa é de suma importância, uma vez que este é o problema que será tratado pela metodologia, portanto, se for mal definido ou mal identificado, a organização correrá o risco de não obter os resultados esperados após a aplicação da metodologia.

2.1.2 Observação

O problema deve ser observado de forma sistêmica e profunda, coletando-se todas as informações relevantes para a sua análise e solução. É a base para uma boa análise (FRANÇA; ORIBE; REZENDE, 2013). Teixeira et al. (2012) afirma que nesta etapa deve-se analisar o problema e estratificá-lo. Afirma ainda que entre os aspectos a serem observados estão o tempo, o local, o tipo, o sintoma e o indivíduo. Damazio (1998), por sua vez, diz que o objetivo desta etapa é caracterizar o problema por meio da coleta de dados sob diversas perspectivas. “Nesta fase, a demora é extremamente saudável, pois quanto maior o tempo de observação do problema, menor será o tempo gasto para resolvê-lo.” (MOTTA; MARINS³, 2012 apud DAMAZIO, 1998). Pearson (2011) sugere aqui o uso das folhas de verificação, no intuito de coletar informações para auxílio na análise do problema, enquanto que Teixeira et al. (2012) defende a utilização do diagrama de Pareto a fim de agrupar e quantificar as características de modo a identificar o principal elemento. Aqui, Menezes (2013) orienta para a condução das seguintes tarefas:

- a) Descobrir as características do problema por meio do levantamento de dados;
- b) Descobrir as características do problema por meio de observação no local, com o objetivo de adquirir informações adicionais.

2.1.3 *Análise*

Nessa fase do MASP iniciam-se as análises dos problemas. “Nesta [etapa], busca-se descobrir as causas fundamentais do problema.” (LIMA e FUZETO, 2018, p.119). Campos (2004) recomenda que estas causas passem por análise estatística para comprovação de sua influência no problema e, caso isso não se confirme, novas causas deverão ser analisadas. (PEARSON, 2011, p. 140). Teixeira et al. (2012) recomenda a realização de brainstorming (tempestade de ideias) com um grupo de pessoas diretamente ligadas ao problema para que todas as causas levantadas sejam organizadas em um diagrama de causa e efeito. Conforme Damazio (1998), após discriminação dos dados no gráfico de Ishikawa, os deve-se lançá-los em uma tabela para que se possa detalhar os motivos possíveis de cada causa apresentada no diagrama. Aqui, Menezes (2013) pontua as seguintes tarefas:

Definição das causas influentes, em que o grupo procura descobrir as verdadeiras causas prováveis do problema;

³ MOTTA, S.; MARINS, C. Análise da aplicação da ferramenta masp no controle de estoque de uma usina siderúrgica. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012. *Anais eletrônicos* [...] Resende, 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22416833.pdf>. Acesso em: 17/07/2020.

Escolha das causas mais prováveis (hipóteses), em que a causa é caracterizada no próprio local de ocorrência;

Análise das hipóteses, em que são conduzidos testes para confirmação da relação das causas escolhidas com a ocorrência do problema.

“As causas definidas como mais prováveis deverão ser analisadas a fundo, a fim de entender qual a correlação destas com os efeitos.” (HENRIQUES, 2013, p.32). Baseado em Campos (1992), essa análise a fundo pode ser conduzida com a coleta de novos dados, utilizando-se uma folha de verificação, seguida da análise destes dados por meio de ferramentas como pareto ou histograma, e finalizada com o teste dessas causas, por meio de experiências conduzidas no local.

2.1.4 Plano de ação

Nesta etapa, segundo Campos (2004) deve-se desenvolver um plano que irá resolver o problema. Teixeira et al. (2012) afirma que a fase consiste na preparação das ações necessárias para atingir o resultado desejado. Damazio (1998) orienta que este é o passo seguinte à confirmação das causas fundamentais e reafirma a importância do estabelecimento das metas a serem atingidas.

Um plano de ação deverá ser definido com o objetivo de neutralizar as causas fundamentais encontradas na fase anterior, para isso, a discussão com o grupo envolvido é fundamental. Para sua confecção, pode ser utilizada a ferramenta 5W2H, que auxilia no detalhamento de cada ação. (HENRIQUES, 2013, p. 34).

Conforme Menezes (2013), deve-se certificar que as ações eliminarão as causas e não somente os efeitos colaterais, além de estabelecimento de cronograma e definição de metas quantitativas e itens de controle.

2.1.5 Ação

Consiste na implementação do plano de ação com o objetivo de bloquear as causas raízes dos problemas. (LOBO; LOOS, 2018, p. 95). França, Oribe e Rezende (2013) descrevem esta etapa como o momento de colocar em execução o plano de ação, com o intuito de se bloquear as causas fundamentais. Teixeira et. al (2012) ressalta a importância de treinamento adequado aos colaboradores envolvidos e diz que é necessário a apresentação do plano de ação e sua justificativa. A mesma autora orienta ainda a condução de observações durante a implementação das ações, levantando pontos positivos e negativos. Henriques (2012) por sua vez, afirma que esta etapa deve ser conduzida alinhada ao plano de ação e ao

seu cronograma e Menezes (2013) sugere a aplicação da ferramenta 5W2H para nortear o processo.

2.1.6 Verificação

Nesta etapa, conforme nos diz Henriques (2013), os resultados obtidos após as ações são comparados com aqueles antes da condução do MASP, no intuito de avaliar se a aplicação da ferramenta foi benéfica e atingiu os objetivos desejados. Pearson (2011) orienta a utilização das mesmas ferramentas de utilizadas na etapa de análise, de forma que o processo seja criteriosamente avaliado e comparado com a situação anterior à aplicação da metodologia. Menezes (2013) afirma que essa comparação deve ser feita utilizando-se a mesma ferramenta nos dois momentos (etapa de análise e etapa de verificação). Teixeira et al. (2012) orienta que após o término da verificação, tem-se uma prévia da continuação ou bloqueio do problema. Caso o bloqueio tenha sido efetivado, o processo segue; caso contrário, é necessário retornar à etapa de observação e conduzir novas análises e coleta de dados. Segundo Damazio (1998) é importante também verificar os custos iniciais e os custos após a implementação das contramedidas, além de verificar se houve ganho após a utilização do MASP. Para tanto, sugere que o prazo para esta verificação não seja inferior a dois meses.

2.1.7 Padronização

“Uma vez que a solução do problema foi alcançada é importante padronizar o seu sucesso. O objetivo é evitar que o problema volte a ocorrer.” (LOBO e LOOS, 2018, p. 99). Segundo Teixeira et al. (2012), o padrão existente deve ser alterado quando o bloqueio do problema for efetivado e o sucesso na condução dessa etapa depende diretamente da divulgação do novo padrão e também de verificações periódicas de sua aplicação. Lima e Fuzeto (2018) afirmam que esta etapa deve padronizar as ações de forma a prevenir o reaparecimento do problema. Conforme Pearson (2011), chegar a essa fase é sinônimo de que resultados satisfatórios foram obtidos. É hora então de padronizar as boas práticas, com o objetivo de garantir que todos os envolvidos na atividade terão as mesmas atitudes frente ao processo.

2.1.8 Conclusão

“A etapa de conclusão é uma garantia da perpetuação do aprendizado obtido com a solução do problema na organização.” (HENRIQUES, 2013, p.38). “Nesta última etapa, é o

momento de verificar a existência de problemas remanescentes e em caso positivo, verificar uma maneira de bloqueá-los.” (TEIXEIRA et al., 2012, p.3). Damazio (1998) orienta que seja feita relação de todos os problemas que não foram resolvidos, verificando se algo deixou de ser feito e que resultados acima da expectativa devem também ser apresentados. Menezes (2013) sugere a avaliação de tudo o que foi feito, questionando os seguintes tópicos:

- a) Houve atrasos ou folgas no cronograma?
- b) Houve participação do grupo?
- c) O grupo era o melhor para solucionar aquele problema?
- d) As reuniões foram produtivas?
- e) A distribuição de tarefas foi bem estruturada?
- f) O grupo utilizou de todas as técnicas?
- g) Avaliar os itens pendentes, organizando-se para uma futura aplicação do masp.

Conforme Damazio (1998), o MASP possibilita a análise aprofundada de um problema e sua aplicação possibilita ainda perceber a importância das ferramentas da qualidade no gerenciamento de variáveis que as organizações têm de lidar.

Segundo Henriques (2013, p. 27), o MASP possui embasamento no ciclo Plan-Do-CheckAct (PDCA) - uma vez que suas etapas estão diretamente relacionadas entre si - metodologia um tanto popular adotada amplamente nas análises e soluções de problemas, atuando de forma a sanar o problema em sua causa raiz e padronizando boas práticas para que sejam repetidas independente das pessoas envolvidas no processo. Isso proporciona queda drástica na recorrência do problema. O Quadro 1 ilustra a relação entre PDCA e MASP.

Quadro 1 - Método de Análise e solução de problemas e PDCA

PDCA	ETAPA	FASE DO MASP	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir o problema e verificar sua importância
	2	Observação	Investigar as características do problema
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de ação	Conceber um plano para as causas fundamentais
D	5	Execução	Aplicar o plano para bloquear as causas
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Recapitular o processo de solução de problemas para trabalhos futuros

Fonte: CAMPOS, Vicente Falconi. TQC: Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia. Belo Horizonte: UFMG e Fundação Christiano Ottoni. Rio de Janeiro: Bloch, 1ª edição. 1994 (p. 114). – adaptação

“O MASP nos permite ter uma ideia muito mais precisa de como as ferramentas da qualidade podem ser usadas por uma organização que queira, efetivamente, pautar sua gestão pela busca da qualidade.” (PEARSON, 2011, p. 142). Segundo Aguiar (2006), a utilização eficiente do PDCA requer o uso de ferramentas da qualidade para obtenção de dados que, após passarem por análise, devem ser disponibilizados em forma de informações. Conforme relacionado no quadro acima, assume-se que é possível também alinhar as ferramentas de qualidade com o MASP. Para melhor entendimento, o quadro 2 apresenta a relação entre cada etapa do MASP e uma ou mais ferramentas de qualidade adequadas.

Quadro 2 - Relação entre as etapas do MASP e ferramentas de qualidade utilizadas

ETAPA MASP	FERRAMENTA(S) DA QUALIDADE
Identificação do problema	Folha de verificação, diagrama de pareto e/ou gráfico de tendência.
Observação	Fluxograma de processo, histograma, Diagrama de pareto e/ou folha de verificação
Análise	Brainstorming, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de dispersão, histograma, GUT e/ou 5 porquês
Plano de ação	5W2H
Execução	5W2H
Verificação	Diagrama de pareto, histograma e/ou carta de controle
Padronização	5W2H
Conclusão	-

Fonte: elaborado pelo autor. Adaptado de PEARSON (2011) e MENEZES (2013)

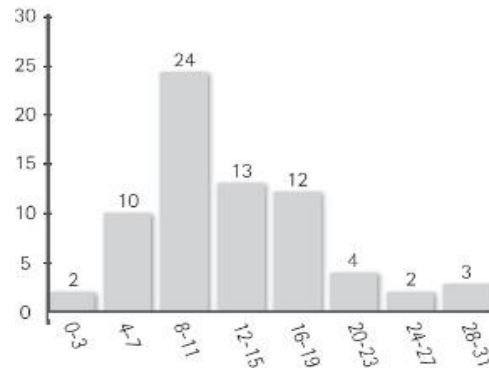
2.2 As sete ferramentas da qualidade

Segundo Toledo (2014), a efetividade da qualidade em uma organização está diretamente ligada ao desenvolvimento de técnicas de simples utilização e obtenção de resultados. Bamford e Greatbanks (2005) afirmam que os programas e ferramentas da qualidade são pilares para que os sistemas de gestão da qualidade atinjam níveis máximos de eficiência e eficácia. Neste contexto, são inseridas as sete ferramentas da qualidade que auxiliam no desenvolvimento de uma boa análise. Segundo Alonço (2018), essas ferramentas são metodologias e técnicas utilizadas para identificação e priorização de problemas, elaboração e implementação de soluções e verificação de resultados. A utilização das ferramentas é independente, isso significa que não é necessária a utilização de todas elas, sendo aconselhado, porém, uma análise prévia do problema para definição daquelas que serão utilizadas.

2.2.1 Histograma

Essa ferramenta é utilizada para verificar com qual frequência determinado evento ocorre e, por ser uma ferramenta estatística, facilita a análise descritiva dos dados. Possibilita a identificação da distribuição dos dados em uma linha temporal e também a variação de uma amostra. (PEARSON, 2011, p.103). A figura 1 mostra um exemplo de histograma que relaciona o número de vezes que moradores de um prédio ficaram sem internet no intervalo de um ano.

Figura 1 - Histograma de frequência de reclamações de moradores



Fonte: ACADEMIA PEARSON. **Gestão da qualidade**. Ed.1. São Paulo, SP: Pearson, 2011.

2.2.2 Fluxograma

Os fluxogramas, segundo Pearson (2011), são utilizados para descrever processos. Os tipos de formas utilizados no fluxograma, bem como seus papéis, são indicados na figura 2.

Figura 2 - Símbolos de um fluxograma de processo

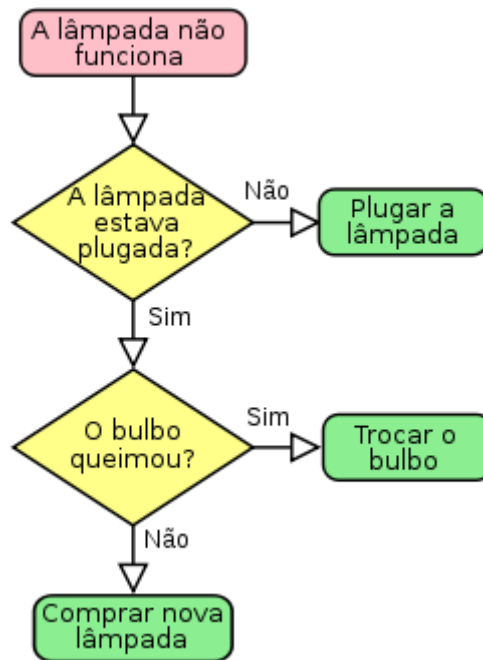


Fonte: Rockcontent⁴ (2019)

Essa forma de organização possibilita que o processo seja completamente conhecido e delimita onde começa e onde termina cada etapa, o que é de grande valia quando se tem um defeito e precisa-se saber exatamente onde ele é produzido. Podem ser utilizadas em todo e qualquer fluxo, como no exemplo da figura 3, que detalha de forma simples a troca de uma lâmpada.

⁴ Disponível em: <https://rockcontent.com/blog/fluxograma-de-processo/>. Acesso em abr. 2020.

Figura 3 - Sequência de atividades de troca de uma lâmpada



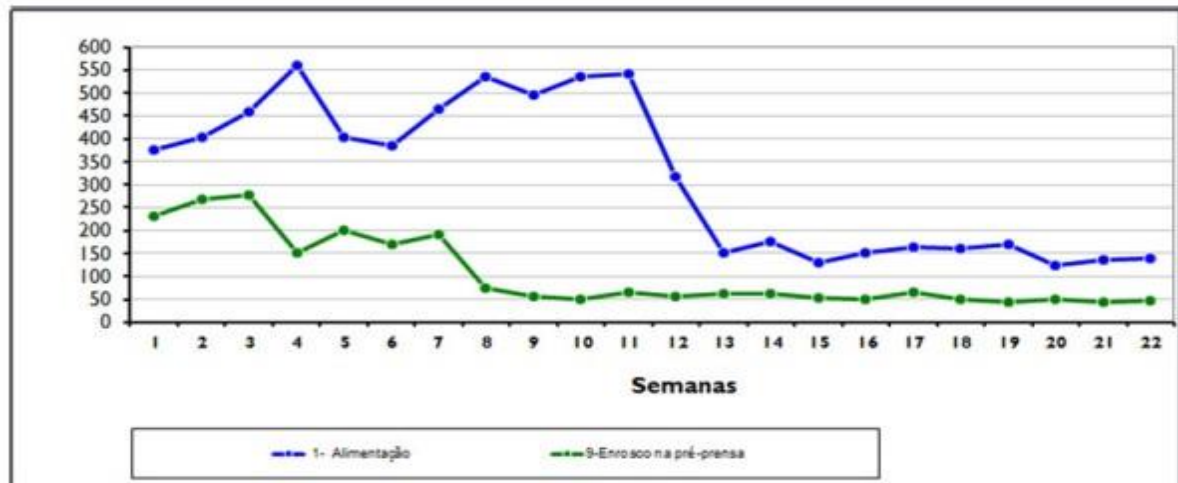
Fonte: Quem fez essa imagem, tem o nome da pessoa no Wikipedia - fluxograma⁵

2.2.3 Carta de controle

A carta de controle é um conjunto de pontos (amostras) ordenados no tempo, que tem a função de descrever como está determinado processo, tendo como referência limites de controle (superior e inferior). A interpretação do gráfico é simples, porém, para que seja uma ferramenta eficiente, deve ter seus limites de controle muito bem definidos. A partir daí, se a linha que representa o processo estiver dentro dos limites de controle estabelecidos, presume-se que sua variação está controlada; do contrário, há causas especiais agindo sobre o mesmo. Estas devem ser investigadas de modo a se agir para mitigá-las. (Pearson, 2011, p.110).

⁵ Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Fluxograma>. Acesso em abr. 2020.

Figura 4 - Carta de controle de processo produtivo

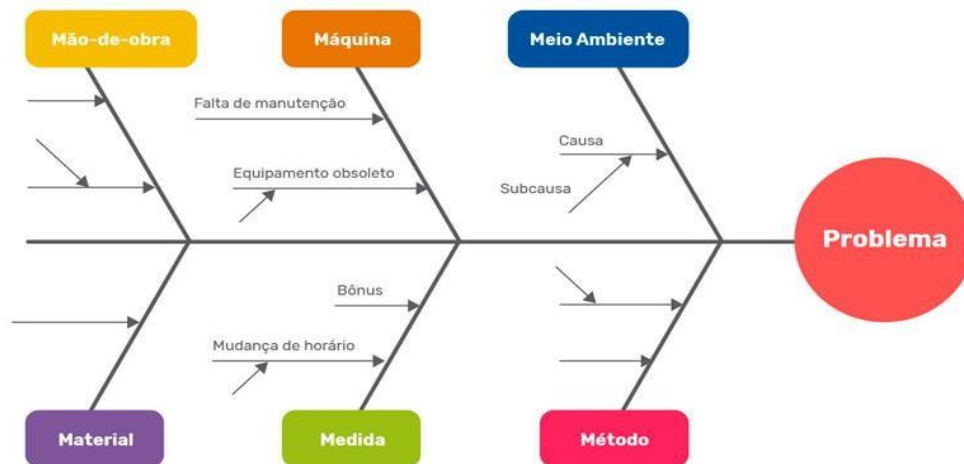


Fonte: PIENCHNICKI, A.; KOVALESKI, J. (2011)⁶

2.2.4 Diagrama de Ishikawa

Vieira (1999) afirma que este é um diagrama que tem caráter investigativo e, para levantar as possíveis causas, analisa-se o efeito sob a ótica de 6M's: medição, materiais, mão de obra, máquinas, métodos e meio ambiente, conforme mostra a figura 5.

Figura 5 - Diagrama de Ishikawa - Utilizar uma imagem com melhor qualidade



Fonte: Piperun (2019)⁷

Levantadas as possíveis causas relacionadas a cada um dos tópicos da espinha, parte-se a uma nova etapa de análise delas, mais aprofundada, no intuito de localizar a(s) causa(s) raiz(es) do efeito. É importante ressaltar que não é necessário o levantamento de causas relacionadas a todos os espinhos.

⁶ PIENCHNICKI, A.; KOVALESKI, J. Roteiro de Aplicação do Masp: um Estudo de Caso na Indústria Madeireira. VIII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2011.

⁷ Disponível em: <<https://crmpiperun.com/blog/diagrama-de-ishikawa/>> . Acesso em mar.2020.

2.2.5 Folha de verificação

As folhas de verificação “são tabelas ou planilhas usadas para facilitar a coleta e análise dos dados. [...] Uma lista serve para observação sistemática de fenômenos, permitindo uma visualização da existência dos diversos fatores envolvidos e seus padrões de comportamento.” (MOTTA; MARINS, 2012, p. 4). O quadro 3 apresenta um exemplo de folha de verificação.

Quadro 3 - Folha de verificação para detecção de não conformidades

Lista de Verificação												
Data:												
Estágio de Verificação:		Seção:										
Produto:		Máquina:										
Total Inspecionado:		Inspetor:										
Lote:		Turno:										
Especificação (peso)	Variação	Verificações										Frequência
	menor que -0,09	X										
	-0,09	X	X	X								
	-0,02	X	X	X								
	-0,01	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
5,20	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	0,01	X	X	X	X	X	X					
	0,02	X	X	X								
	0,03	X	X									
	maior que 0,03	X										
											TOTAL	

Fonte: Voitto (2019)⁸

Registram dados e itens a serem verificados momentaneamente e também serve para detectar não conformidades no processo. Os resultados da folha de verificação não são definitivos, de forma que necessitam também de análise aprofundada para produzir resultados que podem ser utilizados para melhoria efetiva do processo.

2.2.6 Diagrama de dispersão

Os Diagramas de dispersão, ou Gráficos de Dispersão, são representações de duas ou mais variáveis que são organizadas em um gráfico, uma em função da outra. É utilizado para mostrar a existência, ou não, de correlação entre estas duas. (PEARSON, 2011, p.108). A figura 6 mostra a existência de uma relação entre a satisfação de clientes em uma pesquisa de atendimento, em função do tempo de espera.

⁸ Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/7-ferramentas-da-qualidade>. Acesso em mar. 2020.

Figura 6 - Diagrama de dispersão para correlação entre satisfação do cliente x tempo de espera (min)



Fonte: Templum (2018)⁹

Segundo Rodrigues (2015), a análise desse tipo de gráfico permite decidir empiricamente:

- Se um relacionamento linear entre as variáveis deve ser assumido;
- Se o grau desse possível relacionamento é forte ou fraco, conforme os pontos se organizam ao redor de uma reta imaginária, que deve ser traçada alinhando da melhor forma possível os pontos do gráfico.

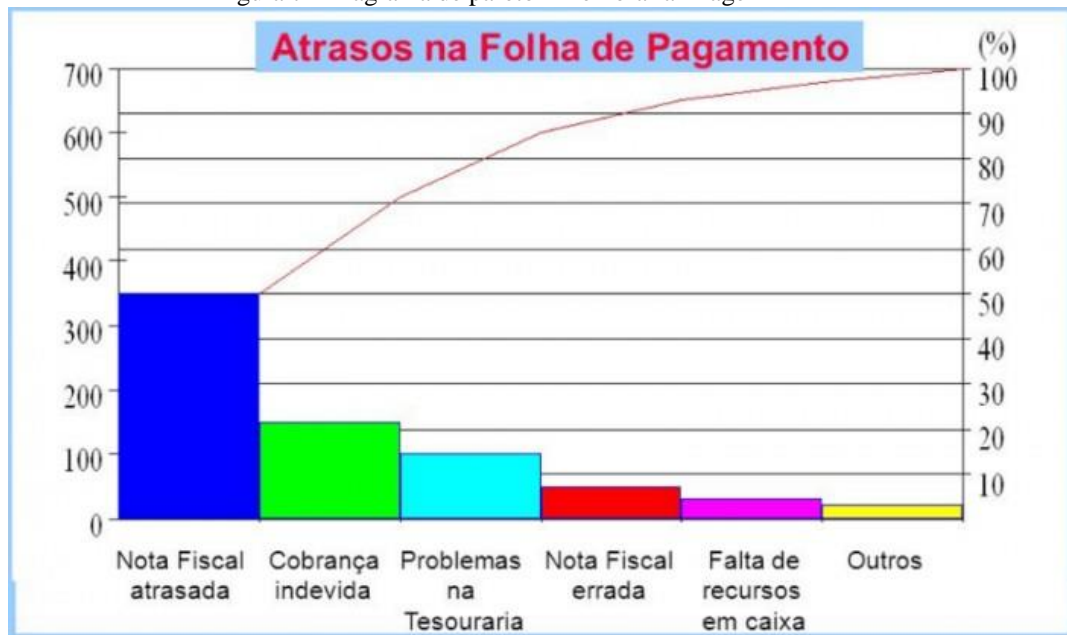
A análise dessas relações é chamada de análise de regressão linear.

2.2.7 Gráfico de Pareto

O gráfico de pareto “é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas.” (WERKEMA, 2015, p.27). Exibe as barras em ordem decrescente de forma que os fatores mais relevantes em número de ocorrências são exibidos em destaque. Conta ainda com a informação de percentual acumulado, que mostra o quanto determinada ocorrência é representativa em relação a quantidade total de ocorrências. Sua construção é baseada no princípio de Pareto (também conhecido como 80/20), que afirma que 80% dos problemas estão relacionados a 20% das causas. (PEARSON, 2011, p. 106). Vê-se um exemplo no figura 7, que mostra motivos para o atraso na folha de pagamento de uma empresa.

⁹ Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/as-sete-ferramentas-da-qualidade/>. Acesso em mar.2020.

Figura 7 - Diagrama de pareto - Melhorar a imagem



Fonte: MIRANDA (2018)¹⁰

Interpretando o Gráfico de Pareto apresentado na Figura 3 verifica-se que os esforços devem ser concentrados nos problemas relativos à notas fiscais atrasadas, cobranças indevidas e problemas na tesouraria que, somados, são responsáveis por mais de 80% do total de ocorrências de defeitos.

2.2.8 5 Porquês

Essa é uma técnica que explora as relações entre causa e efeito de um determinado problema. Filho (2003) afirma que a ferramenta é utilizada para conduzir a análise de maneira aprofundada e descobrir a causa raiz das não conformidades. Santos (2018) afirma que este é um método de explorar relações entre causa e efeito e deve ser aplicada de forma a evitar que a ocorrência se repita no futuro, por meio das tratativas das causas raízes encontradas. Sua utilização consiste apenas de se perguntar repetidamente “por que?” sobre as ocorrências e as respostas encontradas. Quando não há mais respostas para a pergunta (por que), chegou-se a causa raiz. A relação estabelecida entre as possíveis causas levantadas no diagrama espinha de peixe é que todas elas aparecem como um primeiro porquê, que deverá ser investigado a fundo.

Segundo Santos (2018), quando aplicada a investigação de quase-acidentes, pode ajudar a evitar ocorrências futuras e desastres decorrentes da não tratativa destes. Para que a ferramenta seja eficiente de fato, deve se focar no processo em si, não em seu comportamento,

¹⁰ Disponível em: <<https://www.gp4us.com.br/diagrama-de-pareto-na-pratica/>>. Acesso em mar.2020.

para que se aja sobre as causas, não sobre os efeitos. Um exemplo de aplicação da metodologia foi retirado do artigo de Costa *et al.* (2016) e é apresentado abaixo:

- Motor não foi desarmado pelos manutentores. Por quê?
- Os manutentores não agiram de forma preventiva. Por quê?
- Não existe um plano de manutenção adequado.

Desta forma, ao chegar à última resposta e perguntar novamente “por que?”, não se chega a algo conclusivo (Por que não existe um plano de manutenção adequado? Porque não foi elaborado) e assim, chegou-se a causa raiz (não havia um plano de manutenção adequado). Portanto deve-se iniciar a elaboração de um plano adequado e assim, o problema não ocorrerá novamente.

2.2.9 5W2H

Segundo Rodrigues (2019), este é um método de gestão que consiste em responder sete perguntas essenciais para o mapeamento de uma atividade em uma empresa. Esta ferramenta é muito utilizada na confecção do plano de ação, uma vez que essas perguntas têm a capacidade de esmiuçar uma tarefa, deixando claramente definidos:

- *O que* será feito (*What*);
- *Quem* será o responsável (*Who*);
- *Quando* será feito (*When*);
- *Onde* será feito (*Where*);
- *Por que* será feito (*Why*);
- *Como* será feito (*How*); e
- *Quanto* custará para ser feito (*How much*).

Rodrigues (2019) afirma que ao responder as perguntas-chave do 5W2H sobre um determinado processo, é possível saber qual a maneira mais produtiva de se realizar as tarefas propostas, e assim, poder controlá-las melhor.

3 METODOLOGIA

Segundo Silveira e Córdova (2009), a pesquisa científica é o resultado de uma investigação ou exame minucioso que tem o objetivo de resolver um problema. Dentre vários tipos de pesquisa, trata-se aqui do estudo de caso que, conforme Fonseca (2002) pode ser caracterizado como um estudo de uma organização em que o pesquisador não pretende intervir sobre o objeto a ser estudado, mas revelá-lo tal como ele o percebe.

Neste trabalho foram conduzidas as etapas do MASP de identificação do problema (etapa 1), observação (etapa 2), análise (etapa 3) e plano de ação (etapa 4). Na primeira, foram levantadas informações detalhadas acerca do problema. Para tal, foram realizadas visitas ao local onde o problema ocorre, entrevistas com os operadores envolvidos na tarefa, bem como uma descrição detalhada da atividade envolvida, um fluxograma do processo, a delimitação do problema e levantamento dos impactos humanos e financeiros envolvidos, por meio de dados levantados a partir do relatório de produção da calibradora de tubos. Para a etapa 2, os dados levantados na fase anterior foram condensados em um gráfico, no intuito de evidenciar o impacto do problema na atividade. Posteriormente, verificou-se a possibilidade de haver algum “vício de turno” (algum turno que tinha tido maior prejuízo de produtividade), de modo que, caso houvesse, seria feita análise aprofundada neste. Em seguida, foi feita uma análise de Pareto, evidenciando qual dos problemas levantados tinha maior impacto na produtividade das linhas. Na etapa 3, foram aplicadas as ferramentas da qualidade diagrama de Ishikawa e 5 Porquês, para levantamento de possíveis causas e descobrimento das causas fundamentais, respectivamente. Por fim, na etapa 4, o plano de ação foi elaborado com base na aplicação da ferramenta 5W2H. Na sequência foi apresentado o protótipo, com o detalhamento de seus componentes e de seu funcionamento.

Por fim, procedeu-se à entrevista dos gerentes dos setores envolvidos, para apresentação do protótipo e coleta de suas opiniões. Segundo Gil (2002), a entrevista é uma das diversas maneiras de se realizar coleta de dados e é obtida através da manipulação de determinadas condições e observação dos efeitos produzidos. Ressalta-se ainda, conforme o mesmo autor que este método de obtenção de dados, constitui o mais flexível entre todos, podendo ser caracterizado por ser informal, focalizado, parcialmente estruturado ou totalmente estruturado. A entrevista conduzida junto aos gerentes caracteriza-se por ser focalizada, pois, “[...] embora livre enfoca tema bem específico, cabendo ao entrevistador esforçar-se para que o entrevistado retorne ao assunto após alguma digressão.” (GIL, 2002, p.117).

4 ESTUDO DE CASO

Neste tópico é conduzida aplicação do MASP no problema da empresa siderúrgica. Conforme mencionado anteriormente, serão aqui percorridas as etapas um, dois, três e quatro - identificação do problema, observação, análise e plano de ação, respectivamente - ressaltando-se que as etapas cinco, seis, sete e oito - execução, verificação, padronização e conclusão, respectivamente - não foram concluídas devido à dificuldades impostas pela situação do novo coronavírus (COVID-19).

4.1 Fase 1: identificação do problema

O problema a ser resolvido é a ocorrência de interrupções de produção, na unidade de Belo Horizonte, no ponto de ligação entre duas linhas produtivas: a linha de tratamento térmico e a linha de ajustagem; ambas utilizam como matéria-prima, tubos laminados na laminação automática. Esse ponto é um leito de correntes com 15 posições, conforme mostra a figura 8; a figura 9 apresenta um esquema dos pontos e equipamentos envolvidos no problema.

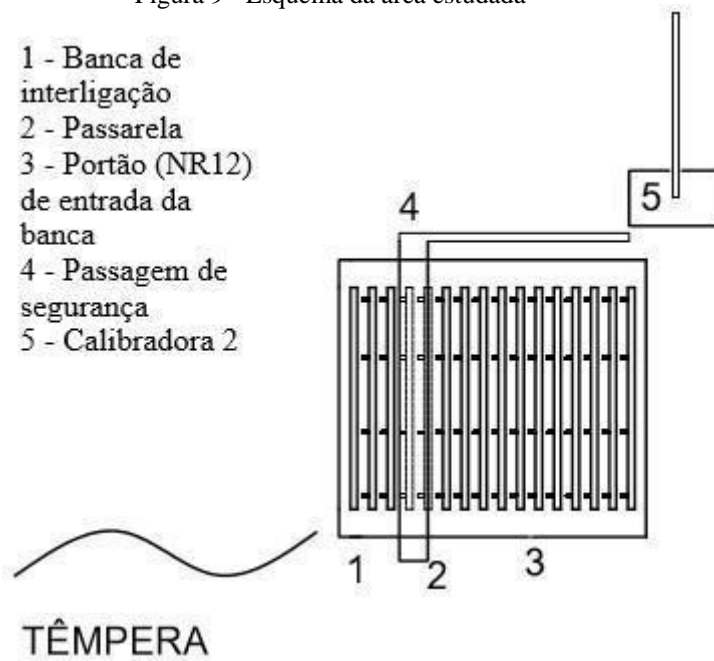
Figura 8 - Fotografia da banca de interligação têmpera-ajustagem.



Fonte: elaborado pelo autor

Figura 9 - Esquema da área estudada

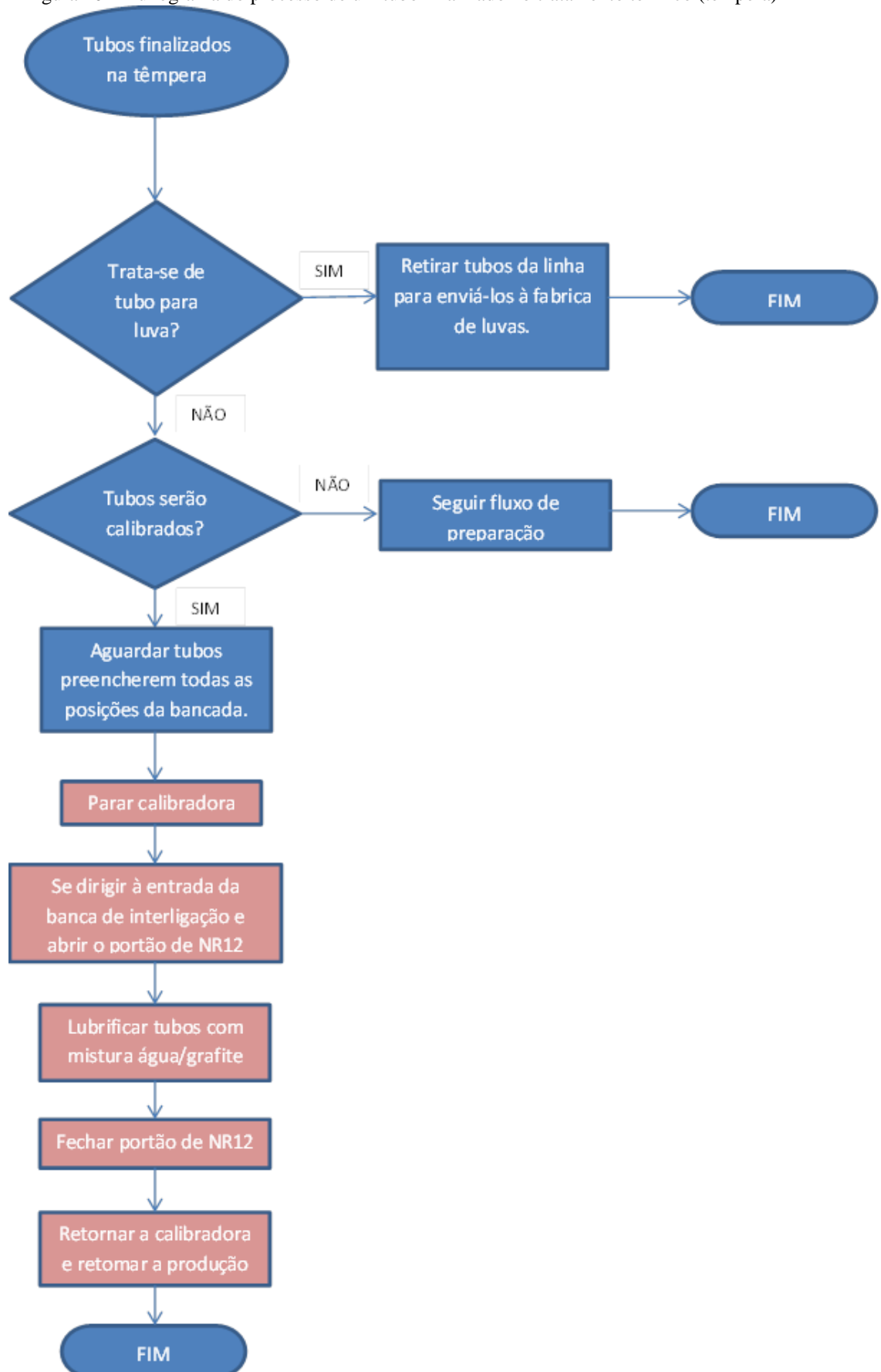
- 1 - Banca de interligação
- 2 - Passarela
- 3 - Portão (NR12) de entrada da banca
- 4 - Passagem de segurança
- 5 - Calibradora 2



Fonte: elaborado pelo autor

As linhas de produção de tratamento térmico e ajustagem da laminação automática possuem o sistema de controle MTS (*Material Tracking System*) para controle de fluxo, rastreabilidade e produtividade, de forma que é programado para registrar automaticamente paradas acima de três minutos em qualquer ponto da linha. As paradas de que trata este trabalho ocorrem no leito de correntes chamado de banca de interligação e são registradas na calibradora 2. Apresenta-se o fluxograma da figura 10 para detalhamento do processo de um tubo após a finalização de trabalho no setor de tratamento térmico (têmpera).

Figura 10 - Fluxograma do processo de um tubo finalizado no tratamento térmico (têmpera)



Fonte: elaborado pelo autor.

Conforme evidenciado no fluxograma, é necessário que todos os tubos a serem calibrados, sejam lubrificados, e são as etapas destacadas em vermelho na figura quatro que compreendem as micro-paradas que serão analisadas. Ressalta-se que tubos com parede maior do que 16,00mm não passam pelo processo de calibragem e, para aqueles que possuem parede menor, há casos em que a calibração é dispensada. Para detalhamento do impacto gerado pelas paradas, apresenta-se a tabela quatro.

Tabela 1 - Detalhamento do impacto gerado pelas paradas

IDENTIFICAÇÃO	PERDAS	HISTÓRICO	ENVOLVE
Micro-paradas na banca de interligação têmpera-ajustagem	Produtividade	Para média de ciclo de 75s; perda de capacidade de produção de 96 tubos	Serra Linsinger (fornecedor) Teste hidrostático
	Ferramentas	R\$800	Calibradora 2 (máquina)
	Máquina parada (custo)	R\$35/min	Serra Linsinger (fornecedor)
	Risco de queda para o operador (SEGURANÇA)	O operador está constantemente exposto a este risco durante a execução da atividade. Considerando uma média de execução de 10 vezes ao turno, conclui-se que nessas 10 vezes, está exposto a um risco de 72RPI.	Teste Hidrostático (cliente 2)

Fonte: elaborado pelo autor

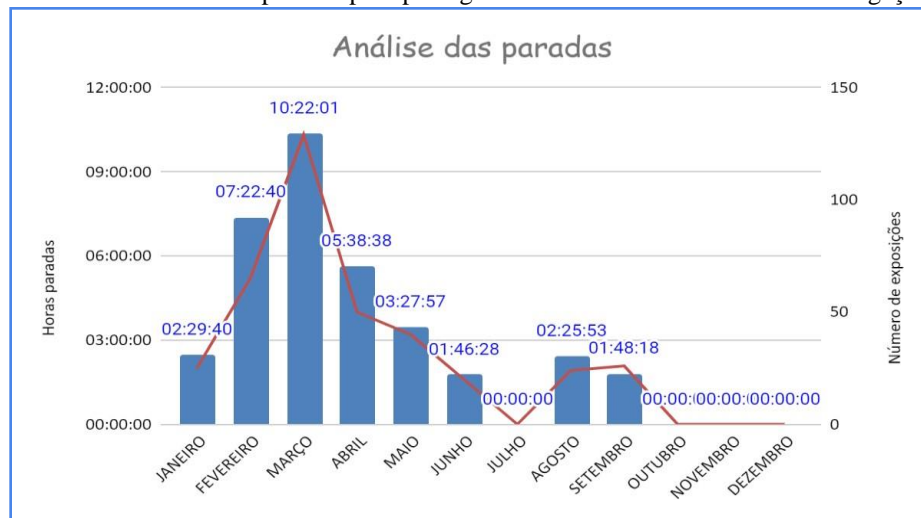
A tabela 1 apresenta todo o impacto gerado pelas micro paradas originadas pela atividade de lubrificação de tubos na banca de interligação. A primeira perda apontada no quadro é relativa a produtividade, em que foi considerado ciclo médio de 75s por tubo, culminando na perda de capacidade de 96 tubos. Esta perda envolve a serra Linsinger (fornecedor interno da calibradora) e o teste hidrostático (cliente interno). Na sequência, tem-se a perda com ferramentas. No caso de um tubo chegar à calibradora e passar pelo processo de calibragem sem o lubrificante, é necessário a recuperação da matriz e mandril do equipamento, uma vez que ambos sofrem arranhões e ficam, a partir daí, inaptos ao processo. Esse custo é de, aproximadamente, R\$300. Há também o custo com a parada da máquina (e, conseqüentemente, das linhas de produção) para o conserto/substituição do ferramental. Por fim, há o risco de segurança envolvido na atividade, uma vez que, para executar a tarefa, o colaborador deve se deslocar passando por piso escorregadio e necessitando de subir e descer escadas a cada vez que realiza-la. O método de cálculo de RPI (Risk Priority Index, ou Índice

de Priorização de Risco) envolve a avaliação do risco conforme quatro aspectos: sua severidade, que avalia o risco de acordo com a lesão potencial por ele provocada; exposição, que relaciona o número de colaboradores envolvidos na tarefa com a quantidade de vezes a que ele fica exposto; probabilidade, que relaciona o possível acidente com o histórico de ocorrências semelhantes; e controle, que trata do nível de controle da situação atual.

4.2 Fase 2: observação do problema

Para esta fase, foram analisadas as ocorrências de todo o ano de 2019. A análise foi conduzida com base no relatório de paradas da calibradora 2, obtido pelo MTS, de forma que foram consideradas apenas aquelas relacionadas à passagem de grafite nos tubos na banca de interligação. O resultado é apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Análise das paradas para passagem de lubrificante na banca de interligação



Fonte: elaborado pelo autor

Percebe-se, por meio do Gráfico 1, que a perda relacionada à atividade de lubrificação de tubos chegou a mais de dez horas em um mês. Considerando apenas os meses com alta demanda de material calibrado, a média de horas paradas é de 6,65hs. Destaca-se que no primeiro semestre a demanda de material calibrado foi em média 8% maior do que no restante do ano e que no mês de julho não houve produção de tubos que deveriam ser calibrados. Nos meses de outubro, novembro e dezembro, por motivos não conhecidos, não houve apontamento de paradas por motivos relacionados à lubrificação de tubos.

Foi analisada também a possível influência de turno nas ocorrências, conforme a tabela 2.

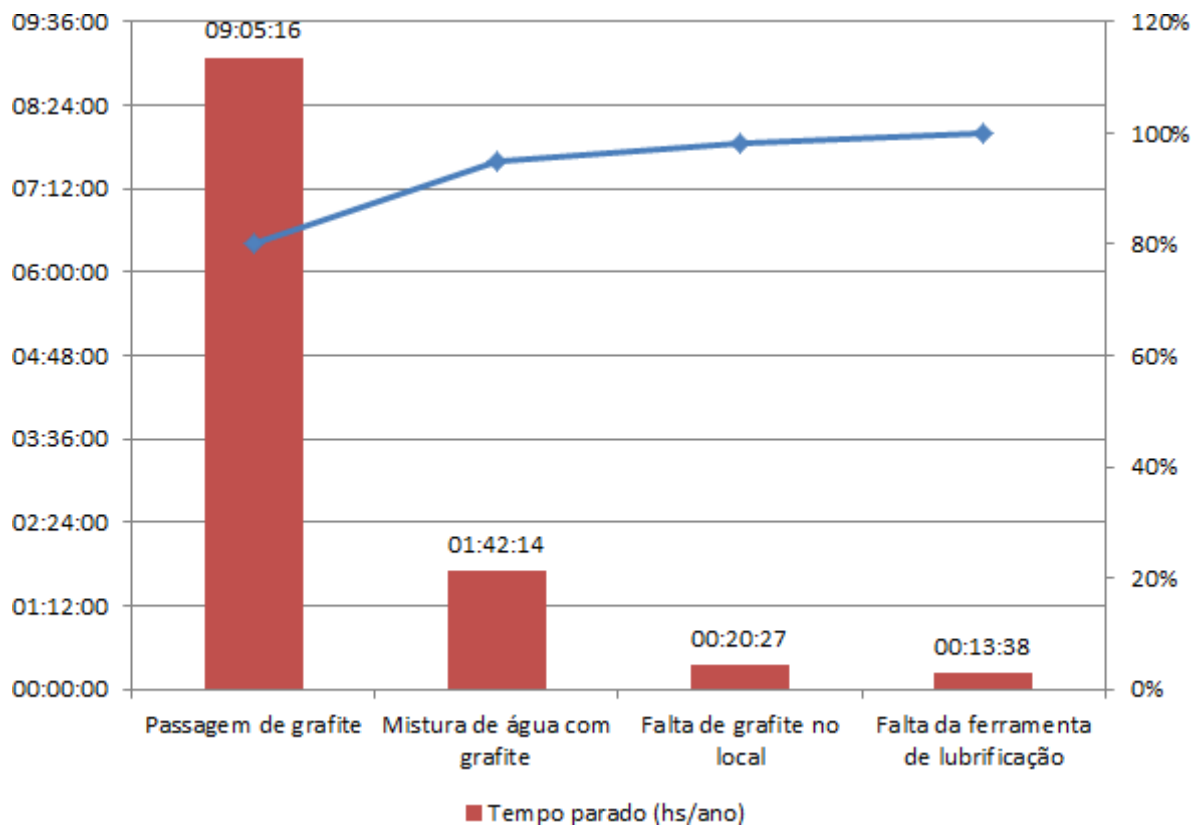
Tabela 2 - Relação de horas paradas por turno no ano de 2019

TURNO	HORAS
TURNO 1	11:13:51
TURNO 2	13:13:09
TURNO 3	10:54:35

Fonte: elaborado pelo autor

Sendo a diferença entre os turnos um e três muito pequena, investigou-se o motivo pelo qual o turno dois apresentou maior tempo parado. Este fato ocorreu porque aquele foi o turno com maior produção de material calibrado. Foi elaborado um pareto para apresentação dos problemas levantados, que é apresentado no gráfico 2.

Gráfico 2 - Análise por pareto das paradas na calibradora

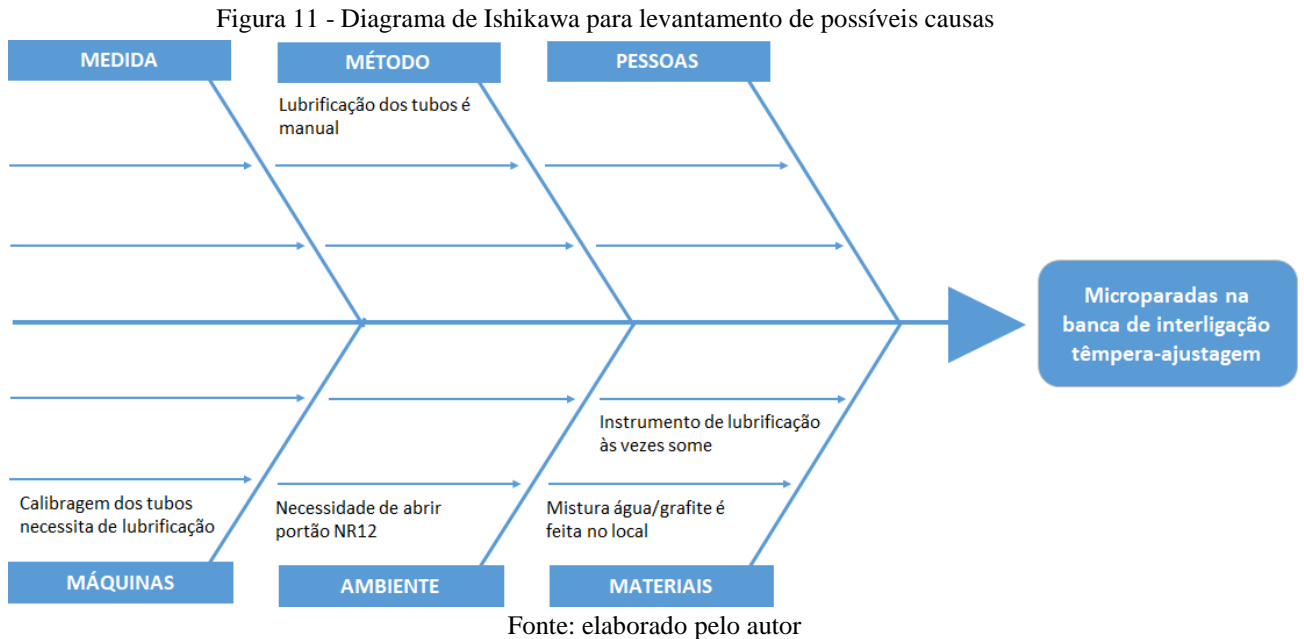


Fonte: elaborado pelo autor

O principal motivo apontado no campo de observações do relatório de paradas da calibradora foi a passagem de grafite. Porém, foram observadas também paradas maiores para elaboração da mistura água e grafite e até para busca de grafite no magazine onde o mesmo fica armazenado. Por serem atividades que também estão relacionadas à lubrificação de tubos, o tempo gasto nelas também será incluído nas análises.

4.3 Fase 3: análise do problema

Com o objetivo de identificar a causa raiz do problema de microparadas na banca de interligação, foi utilizado o diagrama de Ishikawa, por meio de uma entrevista com o operador da calibradora. Após a entrevista, foi obtido o diagrama apresentado na figura 11.



De posse do levantamento constante do diagrama de espinha de peixe, parte-se a investigação de suas causas raízes. Para tal, foi utilizada a ferramenta de 5 Porquês, que, segundo Santos (2018), é um método de explorar relações entre causa e efeito e deve ser aplicada de forma a evitar que a ocorrência se repita no futuro, por meio das tratativas das causas raízes encontradas. Sua utilização consiste apenas de se perguntar repetidamente “por que?” sobre as ocorrências e as respostas encontradas. Quando não há mais respostas para a pergunta (por que), chegou-se a causa raiz. A relação estabelecida entre as possíveis causas levantadas no diagrama espinha de peixe é que todas elas aparecem como um primeiro porquê, que deverá ser investigado a fundo. A tabela 3 apresenta a utilização da ferramenta aplicada ao problema tratado neste trabalho.

Tabela 3 - Investigação de causas-raízes utilizando a ferramenta 5 porquês

Causa	Por que?	Por que?	Por que?
Lubrificação dos tubos é manual	Processo não é automatizado	Não existe componente que realiza o processo de forma automática	Falta de automatização do processo
Calibragem dos tubos necessita de lubrificação	Calibragem a seco danifica a máquina calibradora	Processo de calibragem possui atrito entre componentes da máquina e tubo	
Necessidade de abrir o portão NR12	Porque é necessário acessar a banca de interligação	Porque a lubrificação de tubos é manual	Processo de calibragem sem lubrificante danifica a máquina
Mistura água/grafite é feita no local	Componentes da mistura ficam no local	Mistura é feita manualmente	Não existe componente que realiza o processo de forma automática

Fonte: elaborado pelo autor

Tratando-se as causas raízes com ações efetivas, o problema não deverá ocorrer por aquelas causas novamente. Todas as causas aqui levantadas serão tratadas no plano de ação, na próxima etapa do MASP. Das causas raízes descritas

4.4 Fase 4: plano de ação

Após a determinação das causas raízes encontradas para cada uma das possíveis levantadas, deve-se agir sobre aquelas para evitar a recorrência do problema. Aqui se utilizou da ferramenta 5W2H para definição precisa de cada ação. A tabela 4 mostra a aplicação da ferramenta com as ações e seu detalhamento.

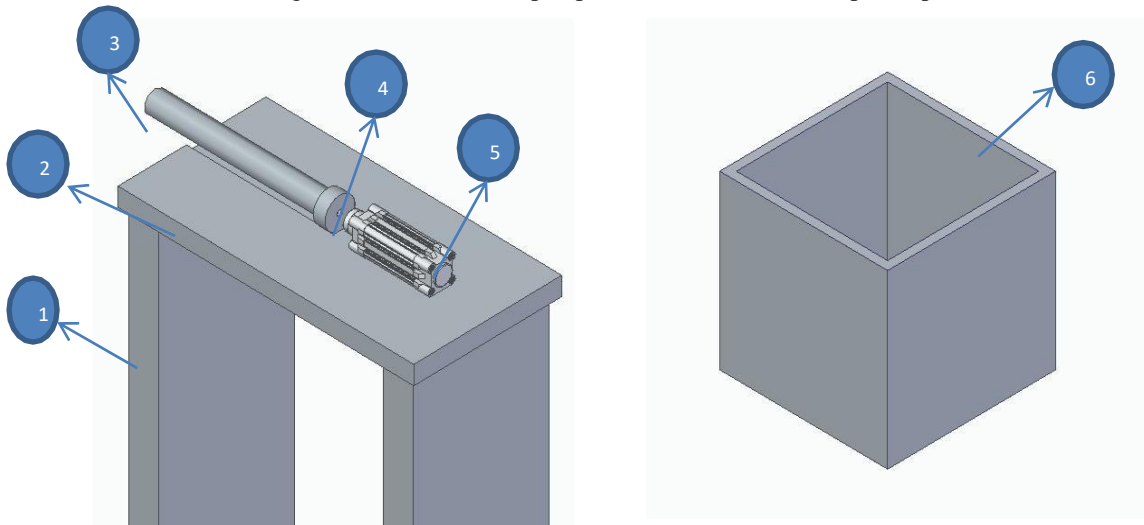
Tabela 4 - Aplicação da ferramenta 5W2H ao caso do trabalho

WHAT (O QUE)	WHERE (ONDE)	WHO (QUEM)	WHEN (QUANDO)	WHY (POR QUE)	HOW (COMO)	HOW MUCH (QUANTO CUSTA)
Modelamento de protótipo de lubrificadora de tubos	IFMG	ARTHUR	nov/20	Falta de automatização do processo	Utilizando software de desenho (solid edge)	R\$ 0,00
Modelamento de tanque de mistura com sistema retornável.	IFMG	ARTHUR	nov/20	Não existe local para armazenamento da mistura água-grafite	Utilizando materiais baratos (vasilha de manteiga)	R\$ 0,00
Substituir a ferramenta que atualmente é utilizada por um eixo ligado a lubrificadora	IFMG	ARTHUR	nov/20	Não existe local adequado para estocagem do instrumento	Utilizando materiais baratos (palito de dente)	R\$ 0,00

Fonte: elaborado pelo autor

As ações propostas estão voltadas para o desenvolvimento do protótipo de uma máquina que resolverá os problemas apresentados. A proposta é de uma máquina que funcione automaticamente e seja constituída de base, mesa, uma peça desenvolvida chamada de luva para eixo, eixo de lubrificação e cilindro hidráulico para acionamento do conjunto luva/eixo. Além disto, será modelado também um tanque com circuito de retorno para aproveitamento da mistura de lubrificante que excederá de cada tubo. A máquina será montada na posição de número 10, local em que haverá maior área disponível para sua montagem (aproximadamente 4m²) da banca de interligação, conforme mostra a figura 12.

Figura 13 - Desenho em perspectiva dos elementos do protótipo



Fonte: elaborado pelo autor

1 – Base: base da mesa, que será da altura necessária para que o eixo de lubrificação tenha acesso aos tubos, sem maiores problemas;

2 – Mesa: mesa que suportará os componentes responsáveis pela lubrificação dos tubos de fato. A mesa apresenta uma estrutura de rabo de andorinha que servirá de encaixe para a luva de eixo, que possuirá livre movimentação por ele, limitada apenas pelo curso do cilindro hidráulico;

3 – Eixo de lubrificação: eixo que realizará a lubrificação dos tubos por intermédio de esponja. Possuirá circuito externo para encharque da esponja de lubrificação externa, bem como furo para encharque da esponja de lubrificação interna;

4 – Luva de eixo: peça que faz a conexão do eixo com a mesa e o cilindro hidráulico de movimentação. Possuirá base em formato de rabo de andorinha, com estrutura circular e furo rosqueado para encaixe do eixo de lubrificação, além de furo anterior para encaixe do cilindro hidráulico que fará a movimentação do conjunto;

5 – Cilindro hidráulico: componente mecânico que será responsável pela movimentação do conjunto luva de eixo e eixo de lubrificação;

6 – Tanque de lubrificação: componente que armazenará o lubrificante e será constituído também de sistema de retorno do excedente da substância.

Concluído o plano de ação, apresentou-se o modelo ao gerente do setor de tratamento térmico. Abaixo, está a consideração escrita pelo mesmo:

“Arthur, obrigado pela dedicação e apresentação da proposta de automação da lubrificação dos tubos pré calibragem de pontas. Realmente este é um projeto que temos interesse em dedicar tempo em seu desenvolvimento e implementação. Como ponto positivo,

posso destacar: eliminação de um posto de trabalho, melhor controle da aplicação do lubrificante e conseqüentemente uma melhoria no processo e na redução de custo. Infelizmente não tivemos como ver um protótipo em funcionamento, mas com certeza será promissor.

Obrigado.”

5 CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu avaliar a eficácia da aplicação de metodologia MASP na análise de um problema e chegar a propostas de ações para melhoria de produtividade de uma linha de produção. Essa conclusão foi possível após a condução de um estudo de caso em uma siderúrgica que, após análises detalhadas da atividade, sua observação, custos e impactos envolvidos, gerou como ação principal o modelamento de um protótipo que foi apresentado aos gerentes dos setores envolvidos. Conforme mencionado no depoimento apresentado, a ideia do protótipo foi bem recebida pelos mesmos, que consideraram a possibilidade de desenvolver a máquina.

A metodologia MASP permitiu a completa análise do problema, desde sua etapa de apresentação, passando pela fase de observação, análise e plano de ação. As demais fases não foram aqui apresentadas, pois, devido às graves consequências enfrentadas em todo o mundo provocadas pelo novo coronavírus, não foi possível a implementação do modelo.

Sugere-se, portanto, como recomendação para trabalhos futuros, a condução das etapas de execução verificação e conclusão do MASP para o problema aqui analisado, aproveitando as etapas que foram desenvolvidas nesta obra. A conclusão do ciclo do MASP poderia ainda ser aproveitada para possíveis melhorias tanto nas ações aqui apresentadas, como para futuras novas ações.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Minas Gerais/Nova Lima: INDG, 2006.
- ALONÇO, G. **As sete ferramentas da qualidade**. Templum. 2018. Disponível em: <https://certificacaoiso.com.br/as-sete-ferramentas-da-qualidade/>. Acesso em: 12/03/2020.
- ALVES, S.; SOUZA, E.; RODRIGUES, M.; REGES, R.; PEREIRA, R. Implantação da metodologia MASP com auxílio de ferramentas da qualidade: um estudo de caso em uma empresa hospitalar. **Revista Eletrônica Calafiori (online)**, v.3, n.1, p. 100-114, Jun. 2019.
- ALVES, T. **Automação Industrial II**. Tomar: Escola Superior de Tecnologia de Abrantes, 2004/2005.
- ARIOLI, E. **Análise e solução de problemas: o método da qualidade total com dinâmica de grupo**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. 340 p.
- BAMFORD, D.; GREATBANKS, R. The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/02656710510591219>. Acesso em: 05/11/2020.
- BASTIANI, J. **MASP (Método de Análise e Solução de Problemas) - Parte 1**. Qualiex: Blog da Qualidade. Cornélio Procopio, 2012. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/masp-metodo-de-analise-e-solucao-de-problemas-parte-1/>. Acesso em: 15/06/2020.
- CAMPOS, V. **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Nova Lima, 2004.
- CAMPOS, V. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 1ed. 1999. INDG Tecnologia e Serviços Ltda. Minas Gerais, MG.
- CERQUEIRA, A.; NETO, B.P. **Gestão da qualidade princípios e métodos**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1991.
- CERQUEIRA, J. **Metodologia de Análise e Solução de Problemas**. São Paulo, editora Pioneira, 1997.
- CODIFICAR. **O impacto da tecnologia na produtividade**. Marketing para a indústria. 2019. Disponível em: <https://www.marketingparaindustria.com.br/fabricacao-inovacao-industrial/o-impacto-da-tecnologia-na-productividade/>. Acesso em: 04/07/2020.

- COUTINHO, T. **Método de Análise e Solução de Problemas (MASP): o que é e como funciona?** Voitto. 2017. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/metodo-de-analise-e-solucao-de-problemas>. Acesso em: 15/06/2020.
- COUTINHO, T. **Lean Manufacturing: o que é e como funciona?** Voitto. 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/lean-manufacturing>. Acesso em: 15/06/2020.
- DAMAZIO, A. **Administrando com a Gestão Pela Qualidade Total**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- EQUIPE CONVENIA. **Aumento da produtividade: Principais formas de alcançar**. Convenia. 2019. Disponível em: <https://blog.convenia.com.br/como-aumentar-a-produtividade/#:~:text=O%20aumento%20da%20produtividade%20%C3%A9,de%20lideran%C3%A7a%20em%20uma%20empresa>. Acesso em: 04/07/2020.
- FILHO, G. **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática**. Campinas: Alínea, 2003.
- FONSECA, J. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
- FRANÇA V.; ORIBE, C.; LOUREIRO F. A aprendizagem das organizações gerada pelas práticas formais no ambiente de trabalho. **RAM**. Revista de Administração Mackenzie, v. 14, n. 4, 2013.
- FRANCOSO, F. **MASP: Método de análise e soluções de problemas**. Bauru: UNIP, 2009.
- GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GONÇALVES, V. **7 Ferramentas da Qualidade: você sabe quais são elas?** Voitto. 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/7-ferramentas-da-qualidade>. Acesso em: 12/03/2020.
- HENRIQUES, L. **Aplicação do MASP no desenvolvimento de programas de prevenção de acidentes ferroviários**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012. Disponível em: https://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2012_3_Luiza.pdf. Acesso em: 03/11/2020.
- KUME, H. **Métodos Estatísticos para Melhoria da Qualidade**. São Paulo, editora Gente, 1993.
- LIMA, A.; FUZETO, A. Gestão de processos com a aplicação do MASP e ferramentas da qualidade aplicada em instituição beneficente localizada em Bebedouro - SP. **Revista Produção em Destaque**, Bebedouro, 2018. v.2, n. 1, p.116-139, 2018. Disponível em:

<http://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistaproducaoemdestaque/sumario/96/11082020135601.pdf>. Acesso em: 10/10/2020.

LOBO, P. Do Sistema Fordista ao Sistema Hyundai: uma análise comparativa entre quatro sistemas de produção oriundos da indústria automotiva. **Revista eletrônica Machado Sobrinho**, Juiz de Fora, v.10, n.01, p.43-53, jan./jul. 2015.

LOBO, R.; LOOS, M. Utilização das Ferramentas do MASP para Aumento de Produtividade de Máquina de Corte e Dobra. **Revista GEPROS**, Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 14, nº 2, p. 95 - 107, 2019.

MARINO, L. Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., 2006, Bauru.

MIRANDA, R. **Qualidade total: rompendo as barreiras entre a teoria e a prática**. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

MOTTA, S.; MARINS, C. Análise da aplicação da ferramenta masp no controle de estoque de uma usina siderúrgica. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012. **Anais eletrônicos** [...] Resende, 2012. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22416833.pdf>. Acesso em: 17/07/2020.

MENEZES, F. **MASP: Metodologia de Análise e Solução de Problemas**. Porto Alegre, 2013. Apostila.

ORIBE, C. **A história do MASP**. **Revista Banas Qualidade**. 2 Jul. 2012. Disponível em <http://www.qualitypro.com.br/adminqualitypro/upload/arquivo?nome=33.pdf&dir=pdf>. Acesso em: 02/10/2020.

ORIBE, C. **Descrição e Análise Detalhada do MASP, 2013**. Disponível em: <http://www.qualitypro.com.br/adminqualitypro/upload/arquivo?nome=71.pdf&dir=pdf>. Acesso em: 25/04/2020

PEARSON EDUCATIONAL DO BRASIL. **Gestão da Qualidade**. 1.ed, São Paulo: Pearson, 2011.

PIRES, R. **Veja como utilizar um fluxograma de processo na agência**. Clips. 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/blog/fluxograma-de-processo/>. Acesso em: 12/03/2020.

RODRIGUES, L. **Regressão linear simples**. São Paulo. 2015.

RODRIGUES, M. **5W2H: Ferramenta de qualidade para desenvolver seu negócio**. Puc Consultoria Jr. 2019. Disponível em: https://blog.pucconsultoriajr.com.br/5w2h/?gclid=CjwKCAjwte71BRBCEiwAU_V9h9WwH

[1QQEPzp3VbJ6T85nEUMi6I1kweZlo8qiXI-qUG4hYft4I3yLhoC_10QAvD_BwE](https://www.fm2s.com.br/5-porques-como-utilizar/). Acesso em: 20/03/2020.

SANTOS, V. **5 porques: como utilizar essa ferramenta na prática?** FM2S. 2018.

Disponível em: <https://www.fm2s.com.br/5-porques-como-utilizar/>. Acesso em: 19/03/2020.

SILVEIRA, E. **Diagrama de Ishikawa**. 8Quali. Blumenau, 2014. Disponível em:

<http://www.8quali.com.br/blog/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 12/03/2020.

SILVEIRA, D.; Córdova, F. **A pesquisa científica**. In: GERHARDT, Tatiana; SILVEIRA, Denise. (org.). **Métodos de Pesquisa**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2009. p. 31. Disponível

em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 11/11/2020.

TEIXEIRA J. *et al.* Metodologia para análise e solução de problemas: conceito, ferramentas e casos Sadia Concordia S/A e Albras Alumínio Brasileiro S/A. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 32., 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento

Gonçalves: ABEPRO, 2012. Disponível em:

http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2012_tn_sto_157_913_21081.pdf. Acesso em:

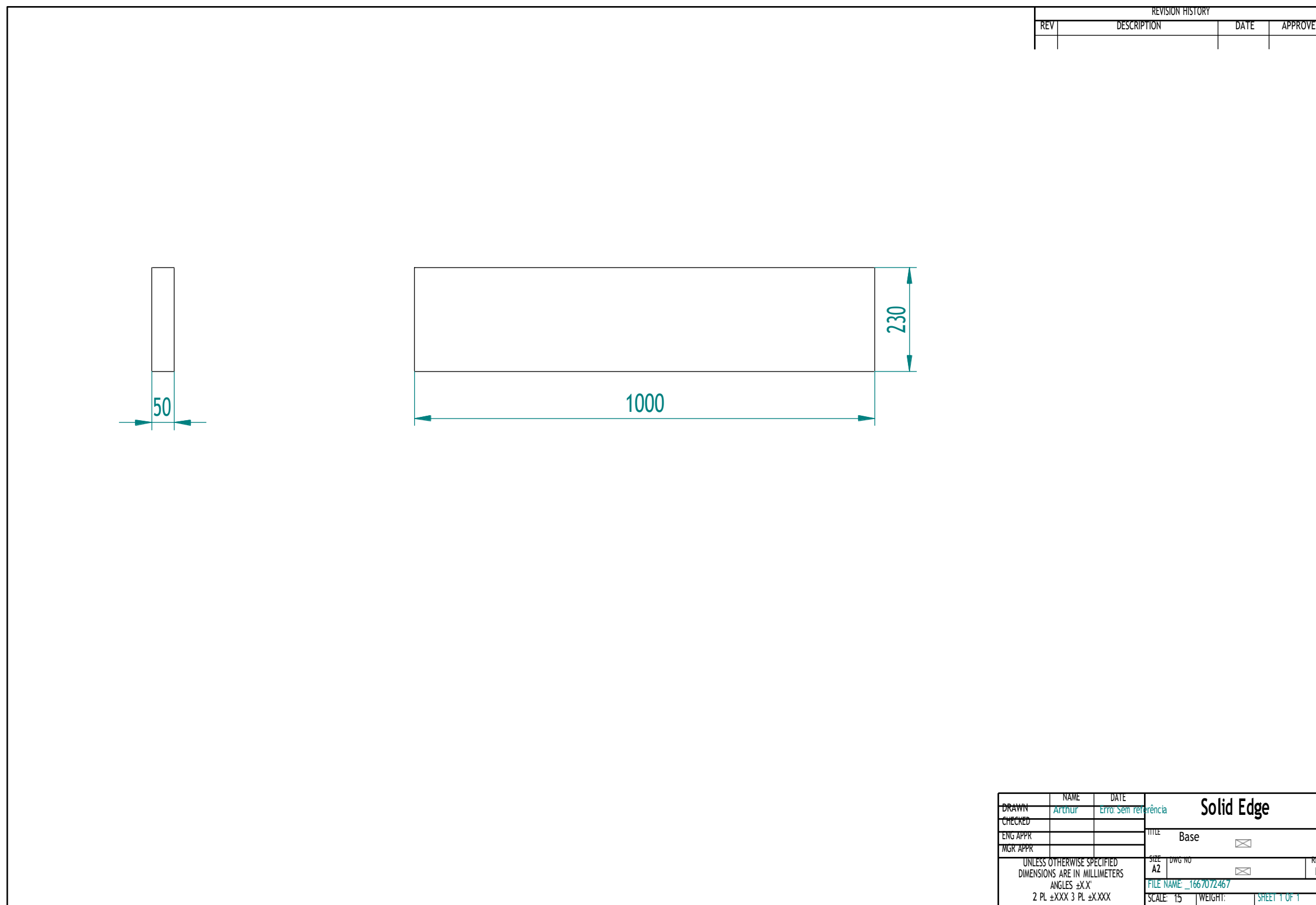
03/11/2020.

TOLEDO, J. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

VIEIRA, S. **Estatística para Qualidade**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 1999.

WERKEMA, M. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. In: As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. 1995. p. 128-128.

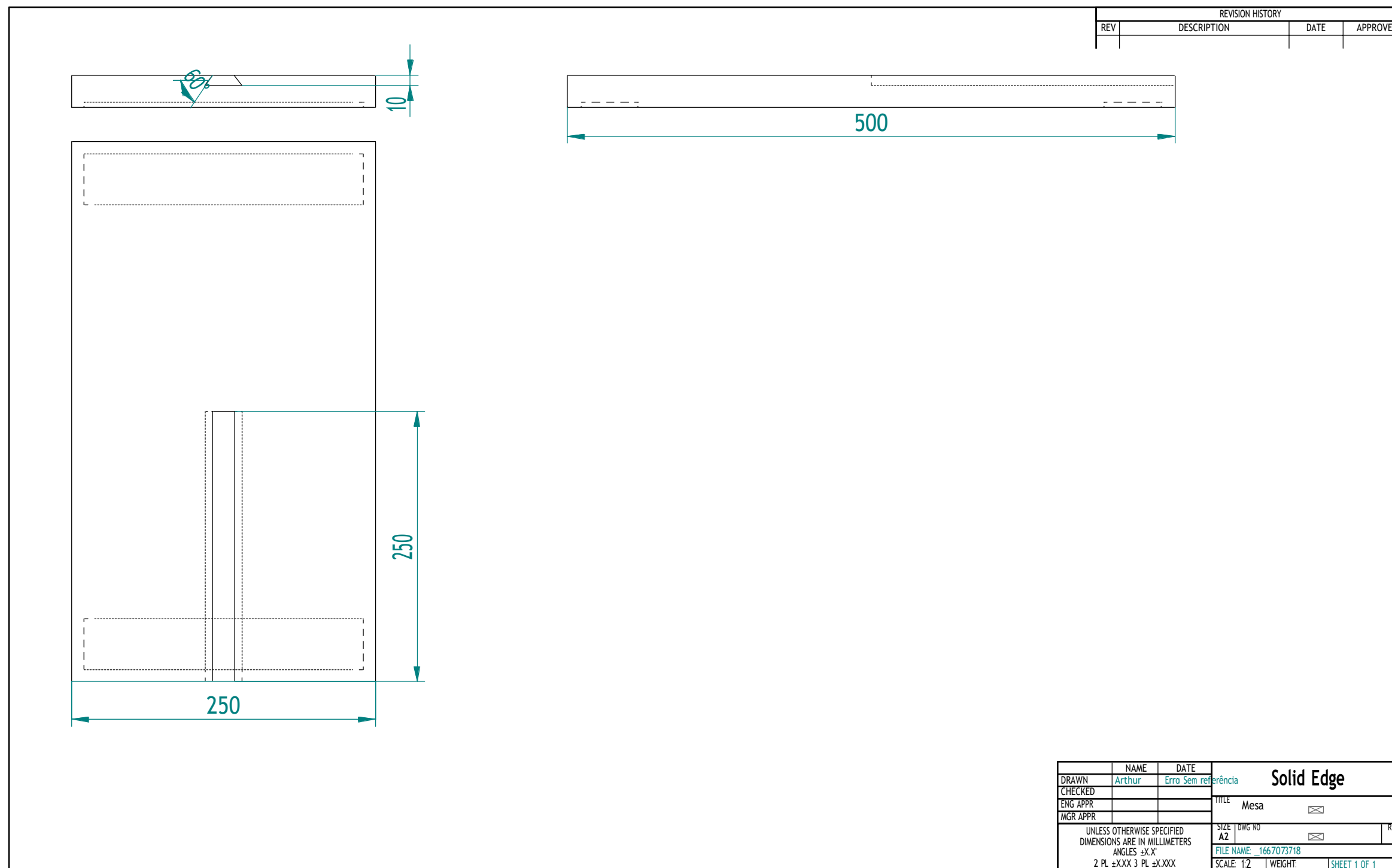
APÊNDICE A – Detalhamento técnico das peças do protótipo



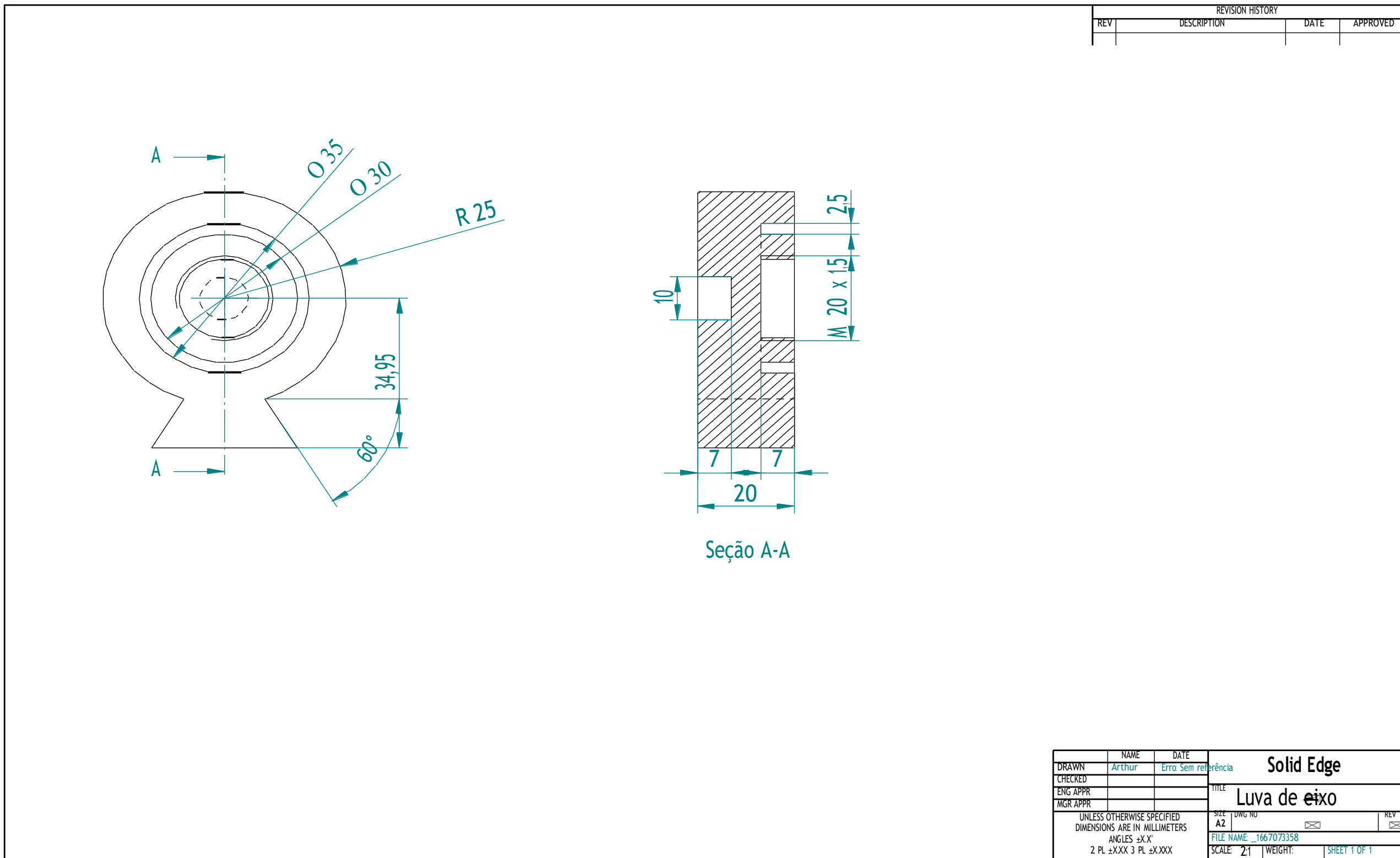
REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

DRAWN	NAME	DATE	Solid Edge	
CHECKED	Airthur	Erro: Sem referência	TITLE Base	
ENG APPR				
MGR APPR				
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES ±X° 2 PL ±XXX 3 PL ±X.XXX			SIZE A2	DWG NO
			FILE NAME: _1667072467	REV
			SCALE: 1:5	WEIGHT: SHEET 1 OF 1

APÊNDICE A – Detalhamento técnico das peças do protótipo



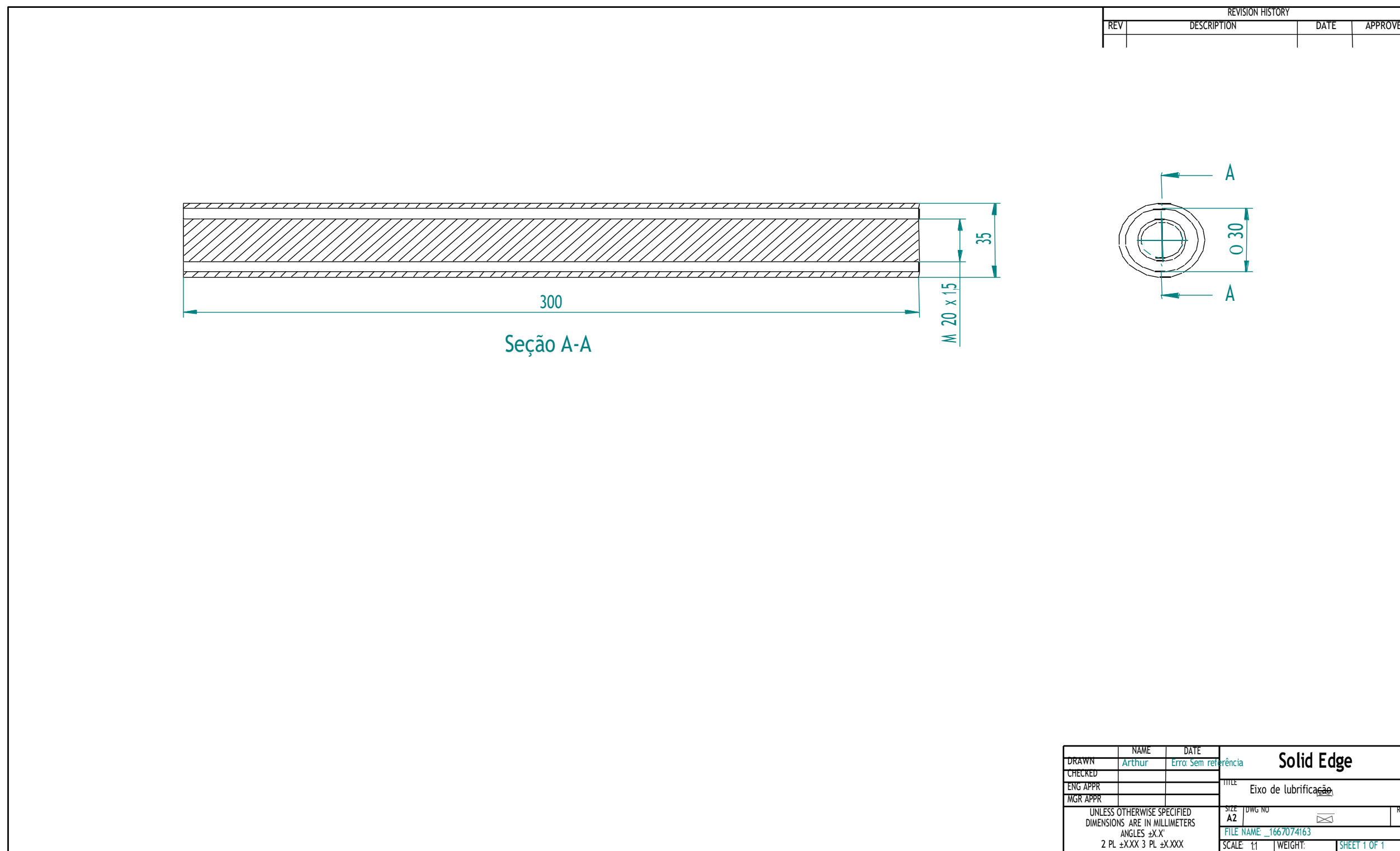
APÊNDICE A – Detalhamento técnico das peças do protótipo



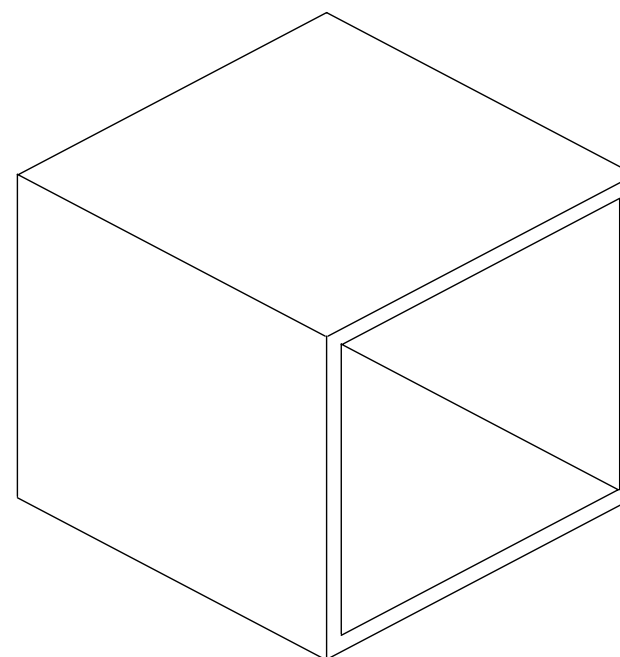
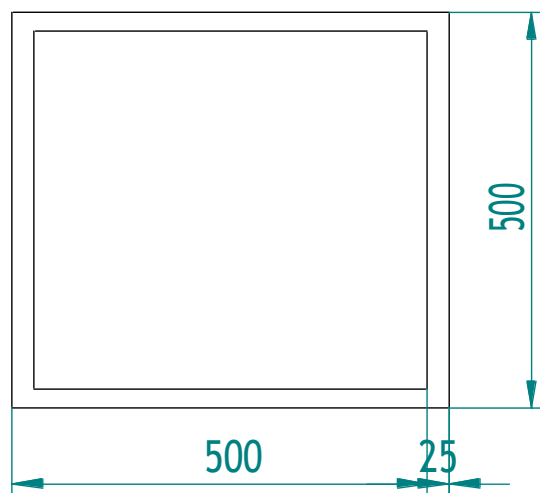
REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

DRAWN	NAME	DATE	Solid Edge TITLE Luva de eixo
CHECKED	Arthur	Erra Sem referência	
ENG APPR			
MGR APPR			
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES ±X° 2 PL ±XXX 3 PL ±XXXX			SIZE DWG NO REV A2 FILE NAME: _1667073358 SCALE: 2:1 WEIGHT: SHEET 1 OF 1

APÊNDICE A – Detalhamento técnico das peças do protótipo



APÊNDICE A – Detalhamento técnico das peças do protótipo



REVISION HISTORY			
REV	DESCRIPTION	DATE	APPROVED

DRAWN	NAME	DATE	Solid Edge TITLE Tanque
CHECKED	Arthur	Erra Sem referência	
ENG APPR			
MGR APPR			
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS ANGLES ±X° 2 PL ±XXX 3 PL ±X.XXX			SIZE A2 DWG NO. <input type="text"/>
FILE NAME: _1667074437			SCALE: 15 WEIGHT: SHEET 1 OF 1