



**MAPEAMENTO DE PERDAS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE AR
CONDICIONADO AUTOMOTIVO COM USO DA ESCALA LIKERT E
LÓGICA DIFUSA**

Wiliams de Souza Campos

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Edilson Marques Magalhães

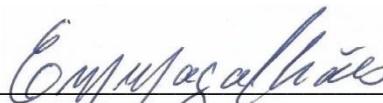
Belém
Setembro de 2020

**MAPEAMENTO DE PERDAS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE AR
CONDICIONADO AUTOMOTIVO COM USO DA ESCALA LIKERT E
LÓGICA DIFUSA**

Wiliams de Souza Campos

DISSERTAÇÃO SUBMETIDO AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA QUALIFICAÇÃO E OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

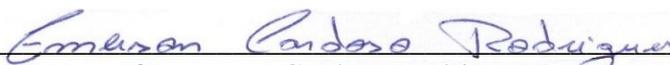
Examinada por:



Prof. Edilson Marques Magalhães, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Bruno Marques Veigas, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Prof. Emerson Cardoso Rodrigues, Dr.
(UNAMA-Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

SETEMBRO DE 2020

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA**

Campos, Williams de Souza, 1981-
Mapeamento de perdas no processo de manutenção de ar
condicionado automotivo com uso da escala Likert e lógica
difusa / Williams de Souza Campos - 2020.

Orientador: Edilson Marques Magalhães

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade
Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Processos, 2020

1. Análise de perdas 2. Função produção 3. Fluxo de
materiais e serviços I. Título

CDD 620

Dedico este trabalho especialmente para a minha amada mãe que sempre foi minha grande incentivadora dos meus estudos e que muito contribuiu para esta realização.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e principalmente e especialmente a minha mãe Maria de Nazaré de S. Campos por todo o apoio e incentivo aos meus estudos, com toda sua sabedoria e experiência profissional e de vida muito me ajudou com suas orientações para confecção deste trabalho, tirando minhas dúvidas e nos momentos de incertezas mostrando um caminho para seguir em frente. Ao meu irmão Wilkens Junior e minha irmã Camila Lopes pelo apoio e suporte nos momentos difíceis, a minha namorada Bruna Gomes pela sua parceria, carinho e paciência nesses últimos anos, e aos meus familiares pelo apoio incondicional para o alcance dos meus objetivos acadêmicos.

Meus agradecimentos se estendem também aos meus amigos pela torcida assim como aos colegas mestrados, que com muita parceria em sala de aula nos ajudávamos mutuamente para o sucesso de todos para concluir este mestrado, assim como os professores e orientadores do PPGEP e ITEGAM. Muito obrigado a todos.

“Só é dado ao homem saber aquilo que é necessário a cada etapa de sua trajetória. O impulso criador e realizador reside exatamente no terreno entre o conhecido e o desconhecido de cada ser....”

(Amanto)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

**MAPEAMENTO DE PERDAS NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE AR
CONDICIONADO AUTOMOTIVO COM USO DA ESCALA LIKERT E
LÓGICA DIFUSA**

Williams de Souza Campos

Setembro/2020

Orientador: Edilson Marques Magalhães

Área de Concentração: Engenharia de Processos

A busca por uma gestão eficiente, é uma das principais preocupações nas empresas. Por isso, eliminar perdas na manutenção pode ser efetuada no momento em que há outra maneira de se executar uma tarefa. O delineamento da pesquisa foi de estudo de caso exploratório. O objetivo foi mapear o tipo de perda crítica em um processo de manutenção automotiva nas funções operação e processo, avaliando os fatores que influenciam essa perda no fluxo de materiais e serviços. A metodologia foi dividida em três fases. A primeira fase foi a coleta de dados, através de instrumentos de investigação e ferramentas da qualidade. A segunda fase foi para realizar o mapeamento no posto de trabalho, tarefas e perdas na operação e no processo, para identificar e priorizar as variáveis críticas influenciadoras das perdas identificadas. A terceira fase foi para medir e avaliar as variáveis críticas com o uso da escala Likert e lógica Fuzzy. O resultado do mapeamento foi a identificação da perda crítica, classificada como “espera”. O problema relacionado a essa perda são os veículos parados na oficina por falta de peça com um tempo de atravessamento simples de 3 dias. Os índices de atraso para a entrega obtida na avaliação da escala de Likert é de 48,8% e na Lógica Fuzzy é 50%, tais resultados mostraram que a diferença entre os dois métodos é baixa, confirmando assim, a realidade do processo.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**LOSS MAPPING IN THE AUTOMOTIVE AIR CONDITIONING
MAINTENANCE PROCESS WITH THE USE OF THE LIKERT SCALE AND
FUZZY LOGIC**

Williams de Souza Campos

Setembro/2020

Advisor: Edilson Marques Magalhães

Research Area: Process Engineering

The search for efficient management is one of the main concerns in companies. Therefore, eliminating losses in maintenance can be done at the time when there is another way to perform a task. The research design was an exploratory case study. The objective was to map the type of critical loss in an automotive maintenance process in the operation and process functions, evaluating the factors that influence this loss in the flow of materials and services. The methodology was divided into three phases. The first phase was data collection, using research instruments and quality tools. A second phase was to carry out the mapping in the workplace, tasks and losses in the operation and in the process, to identify and prioritize the critical variables influencing the identified losses. The third phase was to evaluate and evaluate the critical variables using the Likert scale and Fuzzy logic. The result of the mapping was the identification of the critical loss, classified as "waiting". The problem related to this loss is that the vehicles stopped at the workshop due to the lack of parts with a simple delivery time of 3 days. The rates of delay for delivery obtained in the evaluation of the Likert scale is 48.8% and in Fuzzy Logic it is 50%, such results prevented that the difference between the two methods is low, thus confirming the reality of the process.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 - MOTIVAÇÃO | 1 |
| 1.2 - OBJETIVOS | 2 |
| 1.2.1 - Objetivo geral | 2 |
| 1.2.2 - Objetivos específicos | 2 |
| 1.3 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO | 3 |
| CAPITULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA | 4 |
| 2.1 - MANUTENÇÃO | 4 |
| 2.1.1 - Os principais tipos de manutenção | 5 |
| 2.1.1.1 - Manutenção corretiva | 6 |
| 2.1.1.2 - Manutenção não planejada | 6 |
| 2.1.1.3 - Manutenção preventiva | 6 |
| 2.2 - AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO | 7 |
| 2.3 - PRINCÍPIOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO | 8 |
| 2.3.1 - Mecanismo da função produção (MFP) | 9 |
| 2.3.2 - O Princípio do não custo..... | 10 |
| 2.3.3 - Análise das perdas no sistema produtivo | 11 |
| 2.3.3.1 - Perdas por superprodução | 12 |
| 2.3.3.2 - Perdas por espera..... | 12 |
| 2.3.3.3 - Perdas por transporte | 13 |
| 2.3.3.4 - Perdas por processamento em si..... | 14 |
| 2.3.3.5 - Perdas nos estoques | 15 |
| 2.3.3.6 - Perdas no movimento | 16 |
| 2.3.3.7 - Perdas por produtos defeituosos..... | 16 |
| 2.4 - FERRAMENTAS PARA INVESTIGAÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO.. | 17 |
| 2.4.1 - Brainstorming..... | 17 |
| 2.4.2 - Fluxograma | 17 |
| 2.4.3 - 5W2H..... | 18 |
| 2.4.4 - Mapeamento de perdas..... | 18 |
| 2.4.5 - Diagrama de causa e efeito | 20 |
| 2.5 - ESCALA DE LIKERT..... | 21 |
| 2.5.1 - Estudos sobre escala de Likert | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6 - LÓGICA FUZZY | 23 |
| 2.6.1 - Conjuntos Fuzzy | 24 |
| 2.6.2 - Funções de pertinência | 25 |
| 2.6.2.1 - Função de pertinência triangular | 25 |
| 2.6.2.2 - Função de pertinência trapezoidal:..... | 26 |
| 2.6.2.3 - Função de pertinência gaussiana: | 27 |
| 2.6.2.4 - Função de pertinência sigmoideal:..... | 27 |
| 2.6.2.5 - Função de pertinência gamma:..... | 28 |
| 2.6.2.6 - Função de pertinência ele: | 29 |
| 2.6.3 - Variáveis linguísticas..... | 30 |
| 2.6.4 - Regras Fuzzy..... | 31 |
| 2.6.5 - Inferência Fuzzy estilo Mamdani | 32 |
| 2.6.6 - Fuzzyficação..... | 32 |
| 2.6.7 - Defuzzyficação | 33 |
| 2.6.8 - Estudos sobre lógica Fuzzy | 33 |
| CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS | 35 |
| 3.1 - LOCAL DE ESTUDO | 36 |
| 3.2 - FASE 1 - COLETA DE DADOS | 38 |
| 3.3 - FASE 2 - MAPEAMENTO | 40 |
| 3.3.1 - Posto de trabalho e das tarefas..... | 40 |
| 3.3.2 - Mapeamento de perdas..... | 41 |
| 3.3.3 - Identificação da perda crítica e causas influenciadoras | 41 |
| 3.3.4 - Identificação das variáveis críticas | 41 |
| 3.4 - FASE 3 – MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO | 42 |
| 3.4.1 - Escala de Likert..... | 42 |
| 3.4.2 - Lógica Fuzzy | 44 |
| CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO | 45 |
| 4.1 - APLICAÇÃO DO MÉTODO | 45 |
| 4.1.1 - Fase 1 - Coleta de dados..... | 45 |
| 4.1.2 - Fase 2 - Mapeamento | 45 |
| 4.1.2.1 - Mapeamento do posto de trabalho e tarefas | 45 |
| 4.1.2.2 - Mapeamento de perdas..... | 49 |
| 4.1.2.3 - Variáveis críticas e causas influenciadoras | 51 |
| 4.1.3 - Fase 3 – Medição e avaliação..... | 53 |

| | |
|---|-----------|
| 4.1.3.1 - Resultados do questionário utilizando a escala de Likert | 53 |
| 4.1.3.2 - Lógica Fuzzy para avaliar os índices obtidos na escala de escala de Likert... | 57 |
| CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES..... | 64 |
| 5.1 - CONCLUSÕES..... | 64 |
| 5.2 - SUGESTÕES | 65 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 66 |
| APÊNDICE A - ROTEIRO DE ENTREVISTA..... | 71 |
| APÊNDICE B - LEVANTAMENTO DAS TAREFAS NO SERVIÇO DE MANUTENÇÃO..... | 72 |
| APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO VARIÁVEL GESTÃO E TECNOLOGIA ... | 73 |
| APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO ROTINA DA TAREFA | 74 |
| APÊNDICE E - VARIÁVEL ROTINA DA TAREFA..... | 75 |
| ANEXO I - O.S DE ENTRADA E N.F DE SAÍDA PARA CÁLCULO DO <i>TMA</i>s | 76 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 2.1 | Tipos de manutenção..... | 5 |
| Figura 2.2 | Sistema de ar condicionado..... | 8 |
| Figura 2.3 | Perdas no sistema Toyota de produção..... | 10 |
| Figura 2.4 | Caracterização do tipo de perdas por transporte..... | 14 |
| Figura 2.5 | Modelo de escala desenvolvido por Watson (1930)..... | 21 |
| Figura 2.6 | Modelo de escala desenvolvido por Likert (1932)..... | 22 |
| Figura 2.7 | Função de pertinência triangular..... | 26 |
| Figura 2.8 | Função de pertinência trapezoidal..... | 27 |
| Figura 2.9 | Função de pertinência gaussiana..... | 27 |
| Figura 2.10 | Função de pertinência sigmoidal..... | 28 |
| Figura 2.11 | Função de pertinência gamma..... | 29 |
| Figura 2.12 | Função de pertinência ele..... | 29 |
| Figura 2.13 | Altura de uma pessoa sob o ponto de vista da lógica fuzzy..... | 30 |
| Figura 2.14 | Sistema fuzzy de Mamdani..... | 32 |
| Figura 3.1 | Fluxograma estrutural da pesquisa..... | 35 |
| Figura 3.2 | Veículos para manutenção de ar condicionado..... | 36 |
| Figura 3.3 | Estrutura organizacional da empresa..... | 37 |
| Figura 3.4 | Arranjo físico da empresa..... | 38 |
| Figura 3.5 | Fluxo de fases com uso instrumentos e ferramentas na pesquisa..... | 39 |
| Figura 3.6 | Entrevista baseada no método 5W2H..... | 40 |
| Figura 4.1 | Manutenção de ar condicionado em ônibus, micros e vans..... | 46 |
| Figura 4.2 | Localização de componentes em micro-ônibus..... | 47 |
| Figura 4.3 | Diagrama de causa e efeito com identificação de variáveis..... | 52 |
| Figura 4.4 | Configuração inicial das variáveis no fuzzy logical toolbox..... | 59 |
| Figura 4.5 | Domínio de variáveis de entrada, limites e funções de pertinência..... | 60 |
| Figura 4.6 | Domínio da variável de saída limites e funções de pertinência..... | 60 |
| Figura 4.7 | Inferência composicional das regras utilizadas..... | 61 |
| Figura 4.8 | Visualizador de regras das variáveis de entrada, saída e resultados.... | 61 |
| Figura 4.9 | Pertinência triangular associada ao domínio das variáveis de entrada..... | 62 |

| | | |
|-------------|---|----|
| Figura 4.10 | Pertinência triangular associada ao domínio das variáveis de entrada..... | 63 |
|-------------|---|----|

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|---|----|
| Tabela 2.1 | Tipos e características de perdas por espera..... | 13 |
| Tabela 2.2 | A relação do 5W com 2H..... | 18 |
| Tabela 2.3 | Avaliação das perdas..... | 20 |
| Tabela 4.1 | Mapeamento de perdas na manutenção de ar condicionado automotivo..... | 50 |
| Tabela 4.2 | Escala de Likert – Resumo dos resultados do questionário..... | 55 |
| Tabela 4.3 | Resumo do construto numérico do questionário na escala de Likert..... | 56 |
| Tabela 4.4 | Resultados ponderados de avaliação e peso do questionário na escala Likert..... | 56 |
| Tabela 4.5 | Resumo dos resultados da escala de Likert..... | 57 |
| Tabela 4.6 | Resumo do construto das variáveis, base de regras e índices percentual para simulação Fuzzy..... | 58 |
| Tabela 4.7 | Comparação e resumo dos resultados obtidos com uso da escala de Likert e Lógica Fuzzy..... | 63 |

NOMENCLATURA

| | |
|--------|--|
| EPI | EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL |
| JIT | JUST IN TIME |
| LF | LÓGICA FUZZY |
| ME | MICROEMPRESA |
| MFP | MECANISMOS NA FUNÇÃO PRODUÇÃO |
| NBR | NORMA TÉCNICA BRASILEIRA |
| NF | NOTA FISCAL |
| OS | ORDEM DE SERVIÇO |
| ONU | ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS |
| STP | SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO |
| SEBRAE | SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS |

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

O setor de manutenção de uma empresa deve fomentar recursos necessários para assegurar o funcionamento de máquinas, equipamentos e instalações de uma empresa sempre estejam em perfeito estado de funcionamento (ALMEIDA, 2017). A procura incessante por eficiência na gestão tornou-se uma das principais preocupações de qualquer gestor através da introdução de processos e mecanismos de controle, que têm por objetivo eliminar as perdas, para evitar custos desnecessários e alcançar os objetivos empresariais (ANDRADE; ROSEIRA, 2018).

Para SHINGO (2007) são muitos os estudos sobre perdas de processos, desde a teoria tradicional das sete perdas até a teoria que envolve os impactos técnicos econômicos. As perdas podendo serem estimadas como custos, ações, tempo e produtos utilizados desnecessariamente. O mapeamento de processos identifica as principais etapas e decisões em um fluxo de trabalho, também controla o fluxo de informações envolvidos no processo, bem como esclarece tarefas, decisões e ações a serem tomadas período de tempo ((BARBROW; HARTLINE, 2015).

A disposição de eliminar perdas na produção ou manutenção é desenvolvida a partir do instante em que há outra maneira de executar uma dada tarefa. Quando se descobre alguma prática geradora de perda, não se pode afirmar que é inevitável e sim que não agrega valor e tem que ser mudada (ALMEIDA, 2017). A ausência de controle das perdas e a ausência de identificação das variáveis que influenciam nessa ocorrência, pode encadear maiores consequências, como prejuízos para a organização e não ser aceito o serviço prestado (GOMES, *et al.*, 2015).

E, quando se lida com setor de manutenção, é comum a lembrança de ambientes desorganizados, cheios de peças espalhadas e manchas de óleo e que remete ao atraso na manutenção, falta de transparência no orçamento, reparos mal feitos, falta de peças e outros. Nessa pesquisa mapear perdas em um processo de manutenção de refrigeração em veículos de linha pesada, busca mapear, priorizar, identificar e avaliar as perdas que aumentam o custo do serviço de manutenção prestado pela empresa (ALMEIDA, 2017).

A empresa procura atender a demanda muitas vezes através de horas extras e em outras vezes, a mão de obra fica parada em consequência de situações no desenvolvimento das atividades de manutenção. No decorrer dos últimos três anos, houve um aumento na quantidade de serviços contratados para prestar manutenção, mas não resultaram em aumento proporcional de lucratividade. Gerenciar o atendimento ao cliente é essencial para o sucesso empresarial, não sendo suficiente apenas ser simpático e cortês, precisa ter um diferencial competitivo, intensificar as relações com foco nos clientes poderá trazer benefícios futuros (MADRUGA, 2018).

As empresas que organizam e gerenciam os seus processos de negócios têm como meta o cliente final, valorizando sua equipe de trabalho, a cooperação e suas responsabilidades individuais (DE SORDI, 2018). Desta maneira, a empresa busca descobrir as possíveis causas e as possíveis ações, para o aumento do serviço possa refletir-se no crescimento da empresa em geral. Esta foi a motivação que originou a presente trabalho de investigação.

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Mapear o tipo de perda crítica em um processo de manutenção automotiva nas funções operação e processo, avaliando os fatores que influenciam essa perda no fluxo de materiais e serviços.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Investigar os tipos de perdas no fluxo de materiais e serviços na função processo e operação;
- Priorizar a perda crítica na frequência, impacto e urgência;
- Identificar as causas e variáveis críticas que influenciam as perdas no processo;
- Avaliar e comparar as variáveis sob a percepção de colaboradores e gerente com uso da escala Likert e lógica difusa.

1.3 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esse estudo está organizado em cinco capítulos. O **primeiro capítulo** é composto pela introdução, motivação, objetivo geral e específicos, contribuição da dissertação e organização do trabalho.

O **segundo capítulo**, compõe a revisão da literatura através de artigos, dissertações, teses e livros sobre o tema proposto. A revisão da literatura inicia com a manutenção entendida como um conjunto de cuidados e procedimentos para o reparo de máquinas e os principais tipos de manutenção. Também se insere a história do primeiro ar condicionado instalado em um automóvel e do primeiro ônibus com ar condicionado no Brasil e a atual de utilização de ar condicionado automotivo. Em seguida se aborda o sistema Toyota de produção com o mecanismo da função produção, Princípio do não custo, análise das perdas no sistema produtivo e as perdas por superprodução, espera, transporte, processamento em si, estoques, movimento e produtos defeituosos. Também se aborda a utilização de algumas ferramentas da qualidade, estratégicas, mensuração e avaliação.

O **terceiro capítulo** se apresenta materiais e métodos, onde se descreve o local de estudo, métodos do projeto que é composto por cinco fases: Visão geral da empresa; coleta de dados, análise dos processos, medição e avaliação.

O **quarto capítulo** é apresentado os resultados e discussão após aplicação da metodologia.

O trabalho é finalizado no **Capítulo 5** com apresentação da conclusão, limitações e sugestões para o desenvolvimento de projetos posteriores.

CAPITULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - MANUTENÇÃO

A manutenção é entendida como uma série de cuidados e procedimentos técnicos necessários ao bom funcionamento e também ao reparo de máquinas, equipamentos, peças, moldes e ferramentas. A palavra deriva do latim *manus tener*, que significa manter o que se tem, também é definida de diferentes maneiras por muitos órgãos certificadores e normalizadores, porém sempre enfatizando a preocupação com o bom funcionamento das máquinas e dos equipamentos, principalmente no sistema produtivo (ALMEIDA, 2017). A norma NBR 5462/1994 define manutenção como sendo a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou relocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Há uma necessidade de compreender de forma clara e unívoca os princípios da manutenção para reduzir os custos operacionais (XENOS, 2014).

A habilidade de adaptação do homem ditou a constante evolução das ferramentas por ele utilizadas. Desde cedo, o homem sentiu o dever de reparar essas ferramentas, enquanto considerasse que deveriam ou não serem recuperadas, em vez de substituídas. Nasceu assim a base do conceito de vida útil dos equipamentos (XENOS, 2017).

A gestão é a correta administração da manutenção, entretanto, a organização dos recursos humanos e materiais, dos insumos e do planejamento estratégico fundamentais para que equipamentos, máquinas e as instalações de qualquer empresa estejam em boas condições de funcionamento e supram as necessidades produtivas existentes (ALMEIDA, 2017).

Por esse motivo, a manutenção não se aplica somente em máquinas e equipamentos, veículos e instalações que estão em operação, ela se estende à concepção do projeto, pois a disposição de peças, a acessibilidade dos conjuntos pelo profissional mecânico, o dimensionamento de peças, tubulações e outros, devem obedecer a critérios e normas específicas que facilitem as operações futuras da manutenção, a fim de garantir facilidade e, principalmente, segurança aos profissionais de manutenção (ALMEIDA, 2017).

2.1.1 - Os principais tipos de manutenção

A classificação adotada pelas Organizações das Nações Unidas (ONU) *Apud* TAVARES (1999) considera a manutenção corretiva com certo nível de planejamento e as ações de manutenção são consideradas para atuar no equipamento enquanto estiver operando, não operando ou até que ele quebre (reparo por fadiga).

Para XENOS (2014), manutenção é um conjunto de ações técnicas e administrativas supervisionadas com a premissa de deter e recuperar uma peça, componente ou equipamento de uma forma que possa utilizar suas funcionalidades. Ou seja, manter requer fazer o que é necessário para assegurar que o equipamento continue a funcionar em consonância com seu projeto e à altura do desempenho proposto (XENOS, 2017). Logo, o conceito de atuação após a falha, nessa classificação é abordado pela manutenção por quebra ou não planejada, conforme mostra a Figura 2.1.

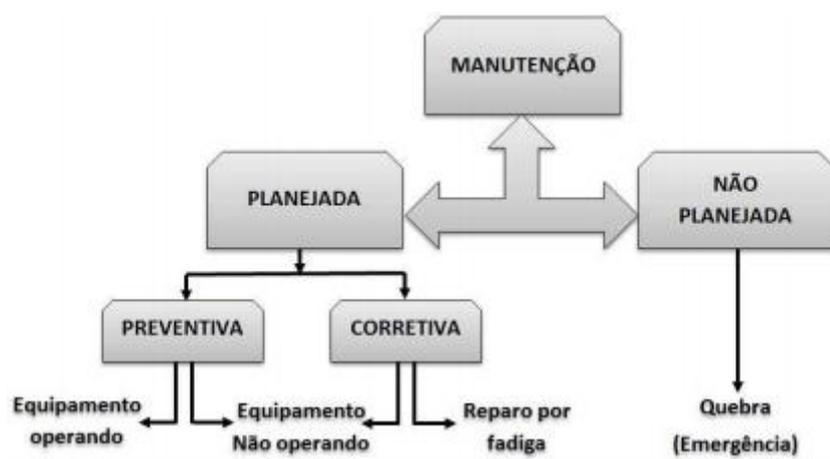


Figura 2.1 - Tipos de manutenção.
Fonte: Adaptado TAVARES (1999).

Os tipos de manutenção são as formas de encaminhar as intervenções nos instrumentos de produção, ou seja, nos equipamentos que compõem uma determinada planta. Neste sentido, quando se considera como critério “formas de intervir nos instrumentos”, observa-se que existe um consenso, salvo algumas variações irrelevantes, quanto aos tipos de manutenção (VIANA, 2002). Assim, independentemente do tipo de manutenção, cada uma delas possui uma forma de aplicação e um momento certo para ser realizada, seja como for, quaisquer organizações podem realizar um serviço satisfatório para atender sua demanda, possibilitando sempre melhorar seus serviços obtendo maior eficiência e custos menores. (NEPOMUCENO, 2018).

2.1.1.1 - Manutenção corretiva

A manutenção corretiva atua nos equipamentos para corrigir falhas, quebras ou defeitos, realizando intervenções que façam com que as máquinas retornem à operação normal. Manutenção não planejada, executada após a detecção de uma avaria, ou planejada, para repor equipamentos antes de entrarem em funções ou com vista a atividades de melhoria. Em certas situações é idêntica à manutenção curativa, com o acréscimo de serem desenvolvidas ações de melhoria juntamente com a reparação. Estas ações são já uma atividade de manutenção de natureza técnica, administrativa e de gestão. Num âmbito mais detalhado dedica-se ao estudo e projeto dos equipamentos, de forma a evitar ocorrência de novas avarias (XENOS, 2017).

2.1.1.2 - Manutenção não planejada – quebra

Para MONCHY (1987) há duas formas de aplicação desse tipo de manutenção. A primeira é considerada quando aplicada isoladamente, chamada de manutenção catastrófica ou manutenção bombeiro. A segunda é aplicada como um “complemento residual” da manutenção preventiva, qualquer que seja o nível da preventiva executada, sempre existirá uma parte de falhas que necessitem de ações corretivas. É a manutenção não planejada que é feita após a quebra do equipamento. Significa deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. “O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra de o equipamento ter ocorrido”. SLACK *et al.* (2018, p.645)

Quando esta se encaixa no tipo de manutenção planejada, logra ser: corretiva planejada, preventiva e preditiva, agora quando esta classifica-se como sendo de manutenção não planejada ela pode ser corretiva não planejada (ARSLANKAYA e ATAY, 2015).

2.1.1.3 - Manutenção preventiva

Segundo SLACK *et al.* (2018) é a manutenção que se baseia em tomada de ações com vista a evitar alguma avaria, antes de ela vir a acontecer. Tem de ser fundamentada com boa análise de previsão, viabilidade e financeira, no sentido de avaliar o benefício da sua utilização. Pressupõe um vasto conhecimento dos equipamentos ou itens alvos de Manutenção e disponibilidade em termos de mão-de-obra para a sua execução.

Com base em estudos das falhas registradas em ocorrências de manutenção corretiva, este estudo identificou que o tempo de vida útil das peças informadas pelo fabricante e um diagnóstico efetuado nas máquinas assentiu o desenvolvimento de um método com base na construção de um calendário que permite paradas para substituições de peças, reparos e a lubrificação de forma planejada. (ALMEIDA, 2017)

2.2 - AR CONDICIONADO AUTOMOTIVO

O uso do ar-condicionado em automóveis, que hoje é bem comum está completando 80 anos. Antes disso, foram muitas as tentativas de climatizar o ar da cabine dos veículos, especialmente nos lugares frios. Neles, a primeira promessa de um aquecedor, paralelo, veio da Perfection Spring Service Company, com o Perfection Heater, dos anos 1910. Ele era um sistema que usava uma grade sobre o escape do carro, permitindo que o ar aquecido ali em volta pudesse subir para o habitáculo. Não deu muito certo: com o ar subia também fumaça. E o isolamento acústico não funcionava (VIEIRA, 2009).

O primeiro automóvel a oferecer o equipamento como opcional foi o Packard 1939, fabricado nos Estados Unidos. A empresa automóvel Packard lançou o primeiro automóvel ar condicionado em 1939. Era rudimentar para os padrões modernos. Não houve controle para ajustar a temperatura e o ar era soprado para a frente a partir da parte de trás do automóvel. Foi lançado em 4 de novembro de 1939 como modelo 1940. Ele era capaz de filtrar o ar e aquecê-lo, no inverno, assim como o sistema paralelo, chamado de *weather conditioner*. O carro saía da fábrica da Packard e era enviado a outra linha de montagem para a instalação do equipamento. As serpentinas, tanto de refrigeração quanto de aquecimento, eram instaladas no porta-malas, com o compressor na dianteira do carro (VIEIRA, 2009)

Em 1969 mais da metade dos carros vendidos nos Estados Unidos teria ar condicionado, conforme mostra a Figura 2.2.

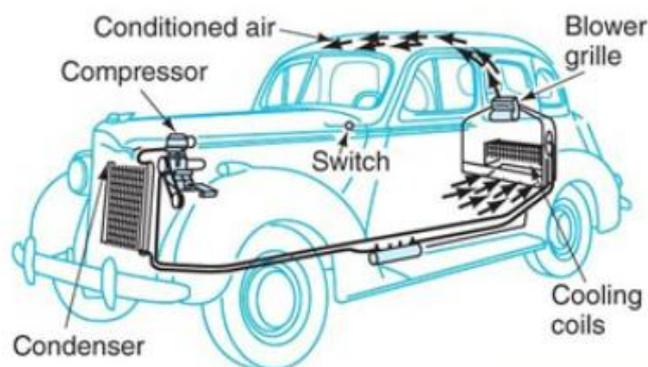


Figura 2.2 - Sistema de ar condicionado.
 Fonte: VIEIRA (2009).

Hoje, o ar condicionado deixou de ser um artigo de luxo e passou a compor a lista de bens essenciais dos brasileiros, mesmo em cidades mais frias, pois os equipamentos modernos também oferecem a função aquecimento. As variações bruscas de temperatura também contribuem para o aumento da venda de sistemas de condicionamento de ar, principalmente em grandes centros urbanos. (VIEIRA, 2009, WEB AR CONDICIONADO, 2017)

O condicionamento de ar é o processo de tratamento de ar destinado a controlar simultaneamente a temperatura, umidade e pureza do ar em um ambiente fechado. A maioria dos equipamentos vendidos de ar condicionado funciona à base do resfriamento do ar por serpentinas contendo gás refrigerante ou água gelada. O equipamento capta, filtra e devolve o ar tratado ao ambiente, promovendo o conforto térmico. Os modelos mais novos já contam com baixo nível de ruído, reduzido consumo de energia e controle remoto. (VIEIRA, 2009, WEB AR CONDICIONADO, 2017).

Segundo VIEIRA (2009), o alto custo e a longa vida útil dos equipamentos estimulam a demanda por serviços de instalação e manutenção de ar condicionado. Também há a necessidade de frequentes limpezas do filtro e demais partes do aparelho onde possa haver a concentração de fungos, bactérias e ácaros prejudiciais à saúde das pessoas WEB AR CONDICIONADO (2017).

2.3 - PRINCÍPIOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

As indústrias japonesas iniciaram uma jornada, dentro das suas organizações, para combater as perdas e desperdícios. A primeira providência foi monitorar os processos produtivos, para controlar os erros de fabricação em um país derrotado pela guerra, com

limitação de recursos naturais e financeiros. Nesse cenário, surge Taiichi Ohno da Toyota, com o sistema industrial enxuto, como controle total da qualidade dos produtos fabricados (LIKER, 2013).

Para ANTUNES (2008) o sistema Toyota de produção (STP) é estruturado, além de seus pilares de sustentação, *just-in-time* (JIT) e automação, de uma base necessária para compreensão e utilização importante para o seu eficaz funcionamento. Os princípios básicos são: i) Mecanismos da função produção (MFP); ii) Princípio do não custo e iii) Análise das perdas nos sistemas produtivos (SOUZA *et al.*, 2016).

2.3.1 - Mecanismo da função produção (MFP)

O MFP é o primeiro princípio, que de acordo SHINGO (2007) é um sistema de produção similar a uma rede ligado a operações e processos. Sendo o processo definido pela transformação de matéria prima em produto acabado, em contrapartida, as transformações são resultadas de ações das operações executadas (SHINGO, 2007; ABREU e VACCARO, 2017).

O processo é examinado e analisado no fluxo de material ou produto, no decorrer da transformação da matéria-prima no sistema de produção e o estudo das operações investigam os trabalhos concluídos sobre os produtos realizados pelo trabalhador e as máquinas (SHINGO, 2007; ABREU e VACCARO, 2017).

A função processo segundo ANTUNES, *et al.* (2008), é uma série de produtos e materiais em diversas etapas de produção. Para tanto, a função operação é estabelecida diferentes estágios em análise, nos quais se encontram relacionados aos trabalhadores e aos recursos. Portanto deve-se analisar e melhorar o processo antes de melhorar as operações, pois se houver um processo desnecessário ele poderá ser eliminado. O MFP é fundamental para a inserção de melhorias em um sistema produtivo e de extrema importância para eliminar ou reduzir perdas (ANTUNES *et al.*, 2013).

Para facilitar a compreensão do chamado mecanismo da função produção, estabeleceu-se uma diferenciação denominada *função processo* e *função operação*. Para tanto, processo é um fluxo de produtos que se movimentam de um trabalhador para outro, ou seja, as etapas em que a matéria-prima passa até transformar-se em um produto acabado. Entretanto, operação se refere a interação em que o trabalhador pode trabalhar com produtos distintos, portanto, a interação do fluxo humano, conforme mostra a Figura 2.3.

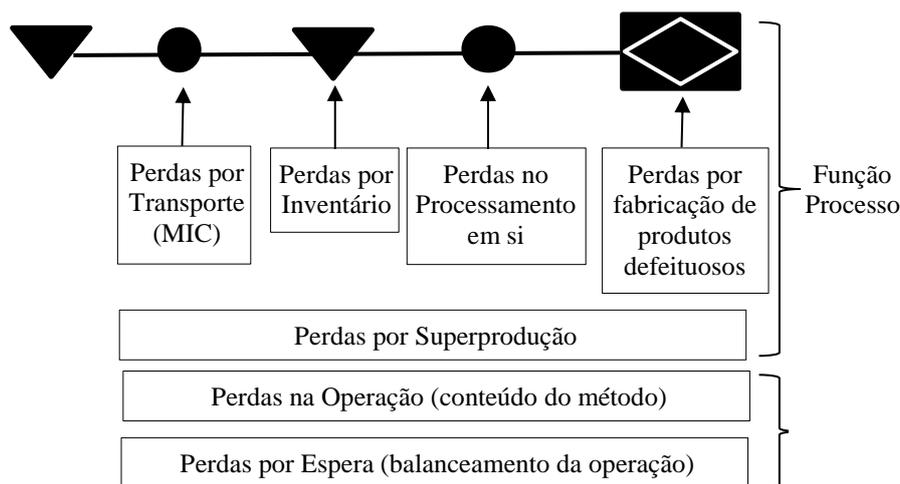


Figura 2.3 - Perdas no sistema Toyota de produção.
 Fonte: ANTUNES, *et al.*(2008).

Portanto, nesse projeto a investigação das perdas será direcionada sob o alicerce das duas visões sob a ótica do mecanismo da função produção, que permitem a observar e fazer a análise dos fenômenos que ocorrem na manutenção da empresa estudada nos fluxos:

- a. Materiais: primeira visão será para observar o fluxo do objeto de trabalho, ou seja, os materiais no tempo e espaço.
- b. Serviços: segunda visão será para observar o fluxo do sujeito do trabalho nos diferentes estágios de execução, também no tempo e no espaço, para a devida efetivação da transformação de materiais em produto ou serviço.

2.3.2 - O Princípio do não custo

O princípio do não custo é descrito segundo o princípio do STP, para SHINGO, 2007 os produtores devem permitir que o mercado determine o preço dos produtos, conforme a Eq. (2.1) a seguir.

$$\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro} \quad (2.1)$$

A ideia central, segundo o autor é que o mercado ao determinar o preço, a empresa poderá manter e aumentar o lucro pela redução dos custos de produção. Essa visão exige da empresa, esforços contínuos na redução de custos através da eliminação de perdas. BLACK (1998), afirma que a redução dos custos eliminando perdas é o motor operacional do STP. O autor ainda aponta como fator importante no sucesso econômico da

manufatura, a forma como seus recursos humanos, materiais e de capital organizados e gerenciados, podem proporcionar coordenação, responsabilidade e controle efetivos. Logo, o cerne do STP está em projetar um sistema produtivo simplificado, em que todos entendam como ele funciona e como ele é controlado.

2.3.3 - Análise das perdas no sistema produtivo

O terceiro princípio se baseia na total eliminação das perdas. O desperdício é qualquer tipo ou forma de atividade que não colabora para as operações, tais como a espera, acúmulo de peças semiprocessadas, recarregamentos, passagem de materiais de mão em mão, e outros OHNO (2005). Quanto às operações, existem duas classificações: aquelas que reúnem valor e as que não reúnem valor. As operações que não reúnem valor podem ser consideradas perdas. As operações que reúnem valor são consideradas atividades transformadoras, quanto maior o valor agregado, maior a eficiência da operação.

No cerne da produção enxuta está a redução dos sete tipos de desperdícios identificados por Taiichi Ohno (SHINGO, 2007). Defeitos, identificados nos produtos, excesso de produção, estoques à espera de processamento ou consumo, processamento, movimento e transporte desnecessários e espera (OHNO, 2005, OHNO, 2015).

Ao verificar de forma específica as perdas, (ANTUNES, *et al.*, 2008) as conceitua como os movimentos inúteis ou operações que acarretam custos e não reúnem valor e, entretanto, devem ser suprimidos do sistema, tais como: estocagem de material em processo, esperas, transportes de materiais para locais intermediários, entre outros (ANTUNES, *et al.*, 2013).

Portanto, as perdas ou desperdícios tem grande importância nos resultados menores na produtividade das empresas e dada sua devida importância, é uma grande oportunidade de melhoria da produtividade. Logo, a identificação das atividades que são fundamentais para o processo produtivo e agregam valor ao produto (GIANINI, 2007).

A completa eliminação das perdas busca maximizar o trabalho que adiciona valor, reduzir progressivamente o trabalho que não adiciona valor e abolir toda e qualquer forma de perda. O aumento da eficiência no STP só pode ser alcançado quando se produz zero perda e eleva-se a porcentagem de trabalho que adiciona valor para 100%. A primeira etapa necessária para diagnosticar as perdas existentes no processo, é através da

identificação (OHNO, 2015). No STP são consideradas sete classes de perdas (ANTUNES *et. al*, 2008).

Perdas por superprodução;

- a. Perdas por espera;
- b. Perdas por transporte;
- c. Perdas por processamento em si;
- d. Perdas nos estoques;
- e. Perdas no movimento;
- f. Perdas pela elaboração de produtos defeituosos.

2.3.3.1 - Perdas por superprodução

Para produzir os itens antecipadamente ou em menores ou maiores quantidades do que o requisitado pelo mercado. Produzir mais cedo ou em maior ou menor quantidade do necessário gera outros tipos de perdas, tais como custos com excesso de mão-de-obra, armazenagem e transporte devido ao estoque em excesso, podendo ser estoque físico ou um conjunto de informações (LIKER e MEIER, 2007, LIKER e CONVIS, 2013).

A completa eliminação de perdas por superprodução de acordo SHINGO (2007) é o primeiro objetivo em relação a melhorias no STP. O autor subdivide em dois tipos as perdas por superprodução: i) quantitativa- produzir mais produtos do que é necessário para atender a demanda requisitada pelo mercado; ii) antecipada – produzir o produto antes que seja necessário, para evitar paradas futuras. Estas perdas resultam na geração de altos estoques e transtornos que estão relacionados à disponibilidade de locais para depósitos. OHNO (2005) considera que as perdas mais significantes é a da superprodução, pois ela causa a maioria dos demais tipos de perda.

2.3.3.2 - Perdas por espera

Caracterizado por trabalhadores servindo apenas de vigias de uma máquina automatizada ou em espera para a próxima etapa do processamento ou próximo suprimento, ferramenta, ou, não conseguindo trabalhar por falta de estoque, atraso no processamento, paralisação no equipamento e gargalos de capacidade (LIKER e MEIER, 2007, LIKER e CONVIS, 2013) A Tabela 2.1, nos mostra os tipos perdas por espera.

Tabela 2.1 - Tipos e características de perdas por espera.

| Tipos de Espera | Características |
|---------------------------|--|
| Espera do processo | Envolvem espera de todo o lote entre processos. Possíveis causas para espera podem ser geradas por falta de sincronização, problema de ritmo, variação no tamanho dos lotes próximos e processos convergentes (SHINGO, 2007). Segundo Antunes <i>et al.</i> (2008, p. 84), “implica que um lote inteiro está em situação de espera. De forma genérica, pode-se dizer que a espera do processo ocorre quando todo lote está aguardando outra atividade da função processo a ser realizada”. |
| Espera do lote | Acontece quando, durante o processamento de um lote, o lote inteiro, com exceção da parte que está sendo processada, fica aguardando em “estoque”, sendo que, neste momento todo lote está parado. Podendo ser reduzida ou até eliminada com a redução do tempo de processamento das peças. |
| Espera do operador | É a ociosidade causada pelo desbalanceamento de operações (MENEGON, NAZARENO e RENTES, 2003). Estas perdas também podem estar associadas aos períodos de tempo onde os trabalhadores e as máquinas não estão sendo utilizados produtivamente, embora seus custos horários continuem sendo despendidos (ANTUNES <i>et.al</i> , 2013). |

Fonte: Adaptado de SHINGO (2007).

A equalização e a harmonização entre processos podem reduzir consideravelmente ou até eliminar esperas de processos, e a implementação de fluxos de peças unitárias elimina as esperas do lote. Devido a essas medidas aumentarem a frequência do transporte, melhorar o *layout* é uma condição básica para sua utilização (SHINGO, 2007).

2.3.3.3 - Perdas por transporte

Perdas por transporte ocorrem quando o trabalho de transportar não gera valor ao produto, apenas gera custo. Sendo assim, abordar as perdas por transporte significa discutir a eliminação da movimentação de materiais, o máximo possível, em certo tempo (SHINGO, 2007).

A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos, pois, em geral, o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item. A redução ou eliminação do transporte deve ser vista como prioridade nos esforços que visam a redução de custos, pois, em sua maioria, o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item. Os procedimentos envolvidos no transporte nunca aumentam o valor agregado do produto. É necessário, portanto, iniciar com a redução da necessidade de transporte através de alterações para

melhorar o *layout* da planta, com objetivo principal de reduzir ou até eliminar completamente os movimentos com materiais (SHINGO, 2007).

O transporte, ou movimentação dos materiais de acordo com (SHINGO, 2007) representa um custo financeiro e de tempo para a empresa, mas não gera valor ao produto. Melhorar os processos reduzem a função de transporte. A meta é conseguir aumentar a eficiência da produção, que pode ser alcançado através do aprimoramento do *layout* dos processos. Movimentação de trabalho em processo, mesmo que de curta distância, de um local para outro. Movimentação de materiais, peças ou também de produtos acabados para estocá-los ou movimentá-los do estoque para outros locais, conforme mostra a Figura 2.4 (LIKER e MEIER, 2007, LIKER e CONVIS, 2013).

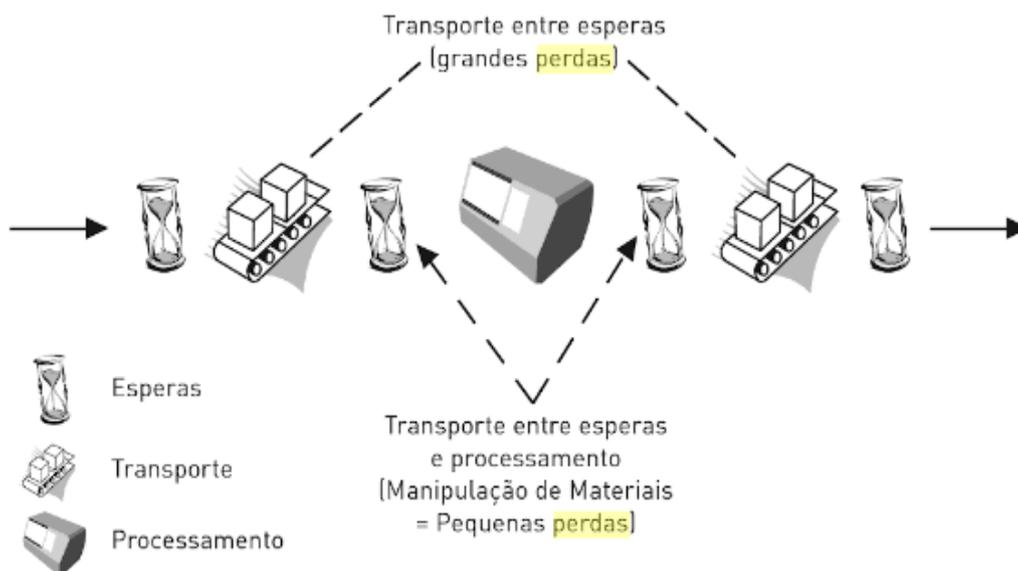


Figura 2.4 - Caracterização do tipo de perdas por transporte.
Fonte: ANTUNES *et. al.* (2008).

2.3.3.4 - Perdas por processamento em si

Realização de tarefas desnecessárias para processamento do produto. Processamento ineficiente causado pela má qualidade de ferramentas e do projeto do produto, causando deslocamentos desnecessários ou gerando defeitos. A perda é gerada quando os produtos são oferecidos com maior qualidade do que é preciso (LIKER e MEIER, 2007, LIKER e CONVIS, 2013).

Nesse tipo de perda, inúmeras atividades podem ser realizadas sem que contribuam para aumentar a qualidade do produto, sendo, desta forma, desnecessárias.

Neste caso, é preciso um trabalho de investigação para agregar valor para a identificação das mesmas e exclusão deste tipo de perdas. Portanto, são parcelas do processamento não necessárias para que o produto obtenha suas especificações funcionais (ANZANELLO *et al.*, 2009).

Consequentemente, poderá ter desperdícios no próprio processo produtivo que segundo CORRÊA e GIANESI (2019), podem ser eliminadas por questões de como e porque certos componentes devem ser feitos, qual é a sua função no produto, porque essa fase no processo é imprescindível. Segundo o autor é usual que gerentes se preocupem em agilizar o processo sem questionar os porquês de se estar fazendo.

É rotineiro que os supervisores se preocupem com a agilidade dos processos, sem ao menos questionarem sobre a sua real necessidade, conforme afirma OLIVEIRA, MENDES e COSTA (2018). Todavia, tão importante quanto à aplicação das metodologias das análises de valor, deve-se observar a simplificação ou redução do número de operações necessárias na produção de qualquer produto.

2.3.3.5 - Perdas nos estoques

É a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado. Significam desperdício de investimento e espaço. Uma grande barreira para o ataque às perdas por estoque é a vantagem que os estoques proporcionam de aliviar os problemas de sincronia entre os processos. No ocidente, os estoques são vistos como um mal necessário (SHINGO, 2007). O mapeamento da cadeia de valor permite identificar a posição da perda por estoque e aplicar contramedidas de forma a reduzi-la gradativamente. A redução dos desperdícios de estoque deve ser feita através da eliminação das causas geradoras da necessidade de manter estoques. Isto pode ser feito reduzindo-se os tempos de preparação de máquinas e os leads times de produção, sincronizando-se os fluxos de trabalho, reduzindo-se as flutuações de demanda, tornando as máquinas confiáveis e garantindo a qualidade dos processos.

As ações de reduzir os ciclos de produção, eliminar quebras e defeitos, investigar causas, enquanto se busca corrigir o problema, além de reduzir os tempos de setup para que possa produzir em pequenos lotes. São estratégias que se deve colocar em prática, que sem dúvida, trará resultados que possibilitará respostas rápidas às flutuações da demanda (SHINGO, 2010).

2.3.3.6 - Perdas no movimento

O colaborador pode parecer estar ocupado, mas em algumas ocasiões, segundo SLACK *et al.*, (2018), nada está agregando valor no produto pelo trabalho realizado. Os autores ainda completam que a simplificação do trabalho é sem dúvida, a rica fonte de redução de desperdício de movimentação.

Logo, movimentos não necessários como se abaixar para pegar uma ferramenta que poderia até estar ao alcance das mãos em um local padrão, são responsáveis para que o tempo não aproveitado, e o movimento que, está sendo efetuado, não agregam valor ao produto sejam considerados perdas, e mais, que o aperfeiçoamento dos equipamentos antes das melhorias nos movimentos básicos das operações, traz como resultado a mera mecanização de operações geradoras de desperdícios (SHINGO, 2010).

Nesse sentido, a perda por movimentação desnecessária está presente nas mais diversas operações que se executam em uma fábrica. Para ele, a economia nos movimentos aumenta a produtividade e reduz os tempos associados ao processo produtivo. A Consistência contribui para o aumento da qualidade (CORRÊA, GIANESI e CAON, 2019)

2.3.3.7 - Perdas por produtos defeituosos

Segundo SHINGO (2007), a maneira e reduzir estas perdas é a inspeção para prevenir defeitos, pois não tem sentido fazer uma inspeção só depois que já foram produzidos com defeito. Certamente, este tipo de perda está ligado diretamente a problemas de qualidade que geram os maiores desperdícios no processo.

Produzir produtos com defeitos significa desperdício de disponibilidade de mão de obra, materiais, de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem entre outros (CORREA, GIANESI e CAON, 2019).

Esse tipo de perda é normalmente bastante significativo nas empresas, mesmo que as medidas reais de qualidade sejam limitadas. Os custos de qualidade são normalmente muito maiores do que se têm sido considerados, sendo, portanto, mais importante atacar as causas destes custos (SLACK *et al.*, 2018).

2.4 - FERRRAMENTAS PARA INVESTIGAÇÃO DE PERDAS NO PROCESSO

2.4.1 - Brainstorming

O *brainstorming* pode revelar-se de grande utilidade para a solução de problemas em equipe devido ao potencial de geração de ideias, esta ferramenta baseia-se nos princípios da suspensão do julgamento e da geração do maior número possível de ideias. Busca-se assim a livre expressão, sem críticas, proporcionando naturalidade e maior participação dos componentes da equipe. O *brainstorming* deve seguir as seguintes regras básicas: não criticar as ideias apresentadas, apresentar as ideias conforme surgem em mente, gerar o maior número possível de ideias, selecionar as ideias relevantes para a solução do problema, apresentar os resultados aos participantes (POSSARLE, 2014).

Brainstorming é uma metodologia de trabalho que consiste em auxiliar na construção de novas ideias por meio de um assunto ou problema. Essa metodologia pode estimular a criatividade em grupo e desencadear uma série de soluções para os assuntos em voga. O *brainstorming* pode ser adaptado para o português como “tempestade de ideias” e é considerado uma das mais eficientes técnicas de geração de ideias em equipe (POSSARLE, 2014).

2.4.2 – Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta básica da qualidade que representa através de símbolos geométricos a sequência de atividades de um processo e permite a visualização de movimentos ilógicos e a dispersão de recursos materiais e humanos. Constitui o fundamento básico de todo o trabalho racionalizado, pois não basta fazer sua divisão, sendo necessário bem dispô-lo no tempo e no espaço (CURY, 2015).

Por meio de uma completa, ordenada, detalhada e fidedigna disposição e fatores pertinentes ao funcionamento de uma empresa, o autor afirma que os fluxogramas auxiliam a descobrir os pontos que, representando falhas de naturezas diversas, podem responder pelas deficiências constatadas na execução dos trabalhos (DAYCHOUM, 2008). Um fluxograma ponto abrange um grande número de operações, em um espaço relativamente pequeno. O fluxograma é apontado graficamente como o coração do mapeamento de processos, frequentemente utilizado para fins de processamento de informações (LUCAS *et al.*, 2015).

2.4.3 – 5W2H

É uma ferramenta de estratégia que estrutura perguntas no sentido de as informações primordiais que servirão de apoio ao planejamento de uma forma geral. A ferramenta 5W2H tem origem nos termos da língua inglesa Who, Why, Where, When, How Much, How Many. Essa ferramenta, também pode ser aplicada em várias áreas do conhecimento, servindo como base para o planejamento (DAYCHOUM, 2008).

Do mesmo modo, a ferramenta 5W2H permite, a qualquer momento, identificar dados e rotinas mais importantes de um projeto ou de uma unidade de produção. Também possibilita identificar quem é quem dentro da organização, o que faz e porque realiza tais atividades. O método é constituído de sete perguntas, utilizadas para implementar soluções, conforme nos mostra a Tabela 2.2 (SEBRAE, 2018).

Tabela 2.2 - A relação do 5W com 2H.

| 5W2H | | | |
|------|----------------|---------------|--------------------------------------|
| 5W | <i>What</i> | O que? | Que ação será executada? |
| | <i>Who</i> | Quem? | Quem irá executar/participar da ação |
| | <i>Where</i> | Onde? | Onde será executada a ação? |
| | <i>When</i> | Quando? | Quando a ação será executada? |
| | <i>Why</i> | Por que? | Por que a ação será executada |
| 2H | <i>How</i> | Como? | Como será executada a ação? |
| | <i>HowMuch</i> | Quanto Custa? | Quanto custa para executar a ação? |

Fonte: Adaptado do (SEBRAE, 2018).

2.4.4 - Mapeamento de perdas

Mapear significa realizar diversas ações para identificar as atividades e tarefas, sendo essas necessárias, juntamente com suas respectivas sequências de realização para então, visualizá-las. Com efeito, essa visualização pode proporcionar correções de inconsistências no processo e conseqüentemente a realização de um serviço ou produto com valor na perspectiva do cliente. O mapeamento é realizado para visualizar a necessidade de transformações no processo para que o produto adquira características de qualidade ao longo da sequência de produção ou realização do produto ou serviço (SLACK, 2018).

Ainda segundo SLACK (2018) sob o mesmo ponto de vista, um processo envolve a identificação das atividades individuais, sequência, tempo, quem executa e como é executado para que possa atender os objetivos do referido processo. Então, o mapeamento também é uma descrição de como o processo é executado, relacionando as diversas atividades e suas relações.

O mapeamento de perdas de acordo com os princípios do STP são ações para identificar, visualizar, medir, analisar o fluxo de materiais em diferentes estágios, o fluxo do método do trabalho e o tempo de sua realização com objetivo de eliminar as perdas no processo produtivo. A literatura disponibiliza várias metodologias para se mapear processos de perdas na produção, de fato, a maioria das técnicas identificam as diferentes variações do fluxo de material e método de trabalho. Sendo assim, esse estudo é adaptado na metodologia proposta por (SANTINO, 2018) que utilizou um mapeamento de perdas diferente do tradicional em uma área operacional na produção de ferroligas, na indústria da metalurgia. A autora relacionou o mapeamento com comunicação; processo; tipo de perda; localização e problemas relacionados à perda do processo.

Nesse projeto o mapeamento será relacionado com as funções de processo e operação no fluxo de materiais e serviços e tipo de perdas. Para priorizar as perdas, será atribuído um valor de importância relativa entre as perdas mapeadas para que, aquelas com maior importância sejam tratadas em primeiro lugar. Então, para a priorização, será utilizado a seguinte forma:

- Frequência (*F*), que avalia a frequência de ocorrência da perda ou falha, em um determinado cenário.
- Impacto (*I*), que avalia o impacto social, econômico e ambiental que esta perda/falha causa no processo, para este item será utilizado como nota final soma dos três tipos de impactos dividido por 3 (três).
- Urgência (*U*), que avalia a urgência na tomada de ação em um processo.
- O impacto da perda no processo, de acordo com o modelo, será considerado três tipos de análises:
 - Impacto social: envolve a análise de riscos e ou acidentes que a perda mapeada pode causar ao trabalhador, durante a geração.
 - Impacto econômico: envolve os custos que a geração dessa perda pode agregar no processo.

- Impacto ambiental: analisa os riscos da perda em comprometer o ambiente operacional e o meio ambiente.

Tabela 2.3 - Avaliação das perdas.

| Frequência (F) | Peso |
|--------------------------------------|-------------|
| Mais de 4 vezes na semana | 3 |
| De 2 a 4 vezes por semana | 2 |
| 1 a 2 vezes por semana | 1 |
| Impacto (I) | Peso |
| Alto | 3 |
| Médio | 2 |
| Baixo | 1 |
| Urgência (U) | Peso |
| Precisa de ação imediata | 3 |
| Precisa de ação o mais cedo possível | 2 |
| Precisa de ação, mas pode esperar | 1 |

Na Tabela 2.3 mostra o resultado da priorização e avaliação das perdas que será dado pelo maior resultado do número em escala ordinal da Eq. (2.2) seguinte:

$$\text{Priorização (P1)} = \text{Frequência (F)} \cdot \text{Impacto (I)} \cdot \text{Urgência (U)} \quad (2.2)$$

Para que seja conhecido o desempenho na execução de operações de manutenção corretiva, que tem por finalidade colocar o ar condicionado dos veículos em manutenção em perfeitas condições de funcionamento para o sistema produtivo é preciso controlar o tempo gasto nas operações de manutenção.

2.4.5 - Diagrama de causa e efeito

A ferramenta que apresenta a relação existente entre o resultado e os fatores do processo, que, por razões técnicas podem afetar o resultado é o diagrama de causa e efeito. Essa ferramenta, também é chamada de diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa. Da mesma forma, o diagrama representa a correlação entre efeito e causa e as possíveis causas para que o mesmo aconteça, ou seja, consegue mostrar as causas principais de uma ação, as quais direcionam para as subcausas, levando o pesquisador a um conhecimento sobre o resultado, perdas, falhas ou inconsistências de um processo (LOUREIRO *et al.*, 2020).

As causas são variáveis ou fatores que contribuem para a variação ou para o grau de intensidade do efeito resultante. Os efeitos, em geral, são uma característica de desempenho que resulta de causas específicas e é manifestado por um dado sintoma. A ferramenta é de simples utilização e deve ser relacionada com outra ferramenta para a coleta de informações, sugestões, ideias. Assim, para sua elaboração e interpretação, deve-se dividi-la em duas dimensões: as causas tangíveis (máquina, matéria prima, ferramentas, medição e outros) e as intangíveis (meio ambiente, mão de obra, método, processo informações e outros). Essa divisão, te a facilitar a visualização das causas envolvidas no estudo (LAURINTINO *et al.*, 2019).

2.5 - ESCALA DE LIKERT

Batizada com o nome de seu criador Rensis Likert, essa escala foi aplicada pela primeira vez em 1932 com cinco pontos com um ponto médio para registro da manifestação de situação intermediária, de indiferença ou de nulidade, do tipo “ótimo”, “bom”, “regular”, “ruim” e “péssimo”. No entanto, vale ressaltar que já haviam outras avaliações subjetivas com uso de escalas. CUMMINS e GULLONE (2000) ressaltam o trabalho foi por Freyd em 1923, onde já havia discussão sobre as formas de escalas disponíveis, tendo por base o formato de 10 pontos ou de 100 pontos.

A explicação para o uso destas escalas estava ligada a fácil compreensão do sistema de numeração de 0 a 10. No ano de 1941, Ferguson defendeu também o uso desse tipo de escala tendo em vista a vantagem de se ter uma percepção de equivalência psicométrica da distância entre os pontos escala. Ainda segundo CUMMINS e GULLONE (2000), essa é uma hipótese essencial quando tal competência é usada em combinação com estatísticas paramétricas. Anos depois, WATSON (1930) publicou uma escala de mensuração equivalente, onde o entrevistado poderia marcar um ponto em qualquer parte na linha horizontal. Para analisar os dados, o autor sugeria que fossem utilizados valores de 0 a 100, e a sua escala apresentava o formato conforme a Figura 2.5:

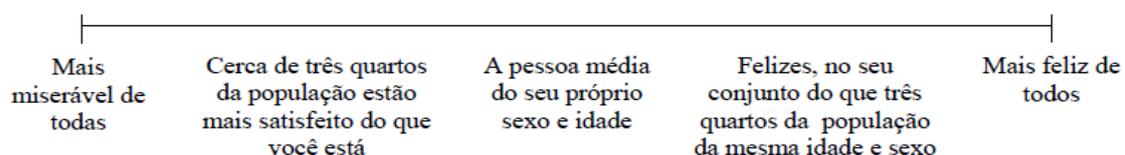


Figura 2.5 - Modelo de escala desenvolvido por WATSON (1930).
Fonte: WATSON (1930).

Com base nos modelos anteriores, LIKERT (1932) fez uma redução no número efetivo de pontos de escolha, tendo em vista inicialmente o sistema de medida era contínuo. Na escala de Likert, as pessoas precisavam apenas marcar os pontos fixos estipulados na linha, dentro de um sistema de cinco categorias de resposta (pontos) que vão de “aprovo totalmente” a “desaprovo totalmente”.

LIKERT (1932) introduziu também a escala bidimensional e introduziu no meio da escala um ponto neutro. O sucesso da aplicação e resultados recebidos, tornou a escala uma referência de mensuração qualitativa e, até hoje tem sido amplamente utilizada, sendo na sua forma original ou com adaptações para diferentes objetos de estudo, logo se tornou frequentemente utilizada em pesquisas investigativas, conforme nos mostra a Figura 2.6.

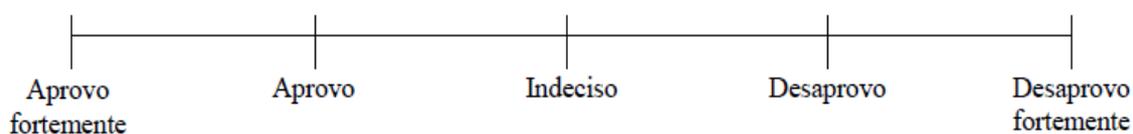


Figura 2.6 - Modelo de escala desenvolvido por LIKERT (1932).
Fonte: LIKERT (1932).

A escala Likert é uma ferramenta com escalas itemizadas que constituem componentes básicos de escala de múltiplos itens e exige que os entrevistados indiquem um grau de concordância ou discordância para uma série de afirmações sobre objeto de estímulos. A simplicidade dessa escala é a definição do número de pontos e o diferencial semântico a ela atribuído. Por exemplo: concordo plenamente; concordo; não concordo nem discordo; discordo; discordo plenamente (ANDERSON, SWEENEY, *et al.*, 2019).

A elaboração do questionário e a definição das escalas de mensuração devem ser feitas, de maneira que não haja ambiguidade em medidas de concordância, o pesquisador deve expressar-se com afirmações polares de referências a categoria de máxima apresentação do diferencial semântico. Assim, a medida qualitativa, não só será mais informativa, como também, será mais versátil para processamentos subsequentes em que essa medida venha a ser transformada com outras, como por exemplo, para criação de indicadores para avaliação (FAVERO e BELFIORE, 2017).

Nesse estudo, será utilizada a escala de pontos original de Likert e o diferencial semântico apresentado por (ANDERSON, SWEENEY, *et al.*, 2019). A opção central neutra “não concordo nem discordo” é fornecida com o uso de um número ímpar de pontos na configuração de 1 a 5 pontos.

2.5.1 - Estudos sobre escala de Likert

O estudo de ANTONIALLI *et al.* (2017) objetivou constatar se os possíveis originais da escala Likert foram ou não considerados nos artigos publicados nos anais do EnANPAD, utilizando para análise a distribuição de frequência e média aritmética. Para seleção dos artigos foi realizado uma busca nos anais pela denominação Likert quando constava no resumo. Os resultados mostraram que 98,1% de artigos possível originais da escala Likert não foram considerados, no entanto a maioria os autores justificaram com sendo usada a escala tipo Likert.

- O estudo proposto por GIANNINI (2016) objetivou comparar as respostas referentes aos sintomas vocais em dois tipos de questionários, com respostas em escala Likert e em escala visual analógica, realizando assim um estudo sobre os distúrbios na voz em um determinado período de tempo. Os resultados mostraram que a maioria dos sintomas apresentou boa (rouquidão, voz fina, voz variando etc....) ou regular (perda de voz, falha na voz, voz grossa etc....).

- O estudo de ROBAYO-AVENDANO (2018), objetivou avaliar a percepção de organismos geneticamente modificados em estudantes de graduação e pós-graduação da Universidade Autônoma com o uso da escala de Likert. O estudo mediu atitudes relacionadas a: disseminação de informações, aplicações na agricultura e impacto no meio ambiente, uso de rótulos e impacto de organismos geneticamente modificados na saúde humana. O resultado evidenciou o interesse dos alunos em conhecer mais sobre as informações imparciais dos organismos geneticamente modificados, seu impacto no meio ambiente e na saúde e a relevância do uso de rótulos nos produtos geneticamente modificados.

2.6 - LÓGICA FUZZY

A influência da lógica aristotélica também pode ser percebida na nossa forma de pensar, tornando-se quase como uma “lei do raciocínio”, trazendo reflexos em nossas tradições e comportamento ético, favorecendo a exclusão dos “meios-termos” – por exemplo: a pessoa é confiável ou não confiável, é amiga ou inimiga (CAMPOS FILHO, 2004).

Ao se buscar uma função que represente corretamente um conjunto de dados, o pesquisador encontrará inúmeras ferramentas estatísticas. Porém, é percebido que

nenhuma função estatística simples pode ser considerada como a melhor opção de representação para todos os sistemas Fuzzy possíveis (SILVA, 2008).

A ambiguidade, ambivalência, abstração e fenômenos empíricos que os modelos matemáticos muitas vezes lidam, podem ser facilmente resolvidos pela lógica Fuzzy. Por suas características intrínsecas, a lógica Fuzzy associa o conhecimento objetivo (de dados numéricos) ao conhecimento subjetivo (de informações linguísticas), abrangendo várias áreas do conhecimento (BRAGA, MOITA e ALMEIDA, 2016).

Tal afirmativa é concebida por não existir padrão específico para um sistema genérico Fuzzy, em decorrência da falta de regras, pesos, normas de implicação, agregação e especificação. Assim, é importante uma cuidadosa avaliação sobre a melhor forma de representação em cada situação particular, que no caso poderá ser única e também, deverá ter uma cuidadosa avaliação (BRAGA, MOITA e ALMEIDA, 2016).

2.6.1 - Conjuntos Fuzzy

Um conjunto Fuzzy é uma extensão dos conjuntos clássicos.

Se “X” é o universo de discurso e seus elementos são representados pela letra X então um conjunto C Fuzzy é definido por:

$$C = \{ x, m_C(x) \mid x \in X \} \quad (2.3)$$

A Eq. (2.3), chama-se $m_C(x)$ de função de pertinência de x em C. A função de pertinência mapeia cada elemento de X como um valor de pertinência na faixa de 0 a 1.

Existe uma série de tipos de funções de pertinência. As mais usuais são: triangular, trapezoidal, curva do sino, gaussiana, sigmoidal e curvas p.

É possível afirmar que os conjuntos Fuzzy que classificam os dados de um determinado universo são menos rigorosos do que aqueles usados na teoria clássica uma vez que eles reconhecem classes incompletas de pertinência. Então o espaço de entrada é muitas vezes chamado de *universo de discurso*. Embora o nome seja “pomposo” seu conceito é elementar. Um conjunto clássico pode ser expresso pela Eq. (2.4) a seguir:

$$c = \{x \mid x > 6\} \quad (2.4)$$

2.6.2 - Funções de pertinência

Uma função de pertinência é uma aplicação $\mu_A: X \rightarrow [0, 1]$ que associada a um conjunto Fuzzy, representa a caracterização deste conjunto Fuzzy, esta função em geral é pré-fixada e poderia ser interpretada como o relaxamento no conjunto imagem da função característica de um conjunto.

O sub índice A na função de pertinência é usado de forma análoga à função característica de um subconjunto clássico. É assim que nesta seção serão mostradas as funções de pertinência mais comuns.

2.6.2.1 - Função de pertinência triangular

A função de pertinência triangular é totalmente descrita por três parâmetros denotados por $\{a, b, c\}$ ou (a, b, c) com $a < b < c$ onde $(a, 0)$ e $(c, 0)$ denotam os extremos do triângulo e $(b, 1)$ o extremo central do triângulo. Dita função de pertinência para um conjunto Fuzzy A está descrita pela Eq. (2.5):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{se } a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b} & \text{se } b \leq x \leq c \\ 0 & \text{se } c \leq x. \end{cases} \quad (2.5)$$

Equivalentemente poderíamos descrever esta função pela seguinte Eq. (2.6) alternativa:

$$\mu_A(x) = \max \left(\min \left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right), 0 \right) \quad (2.6)$$

E cujo gráfico é representado pela Figura (2.7):

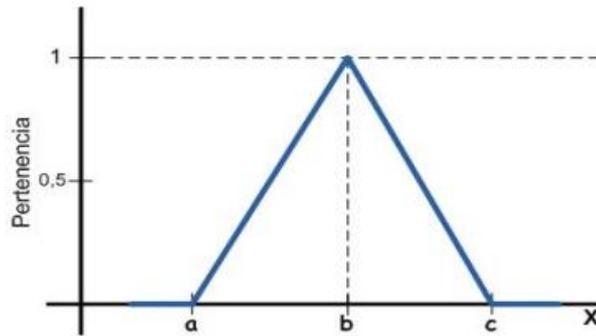


Figura 2.7 - Função de pertinência triangular.

2.6.2.2 - Função de pertinência trapezoidal

A função de pertinência trapezoidal está totalmente descrita por quatro parâmetros denotados por $\{a, b, c, d\}$ ou (a, b, c, d) com $a < b < c < d$ onde $(a, 0)$ e $(d, 0)$ denotam os extremos inferiores do trapézio e $(b, 1)$ e $(c, 1)$ os extremos superiores do trapézio. Dita função de pertencia para um conjunto Fuzzy A está descrita pela Eq. (2.7):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{se } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{se } b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & \text{se } c \leq x \leq d \\ 0 & \text{se } d \leq x. \end{cases} \quad (2.7)$$

Equivalentemente poderíamos descrever esta função pela seguinte Eq. (2.8) alternativa:

$$\mu_A(x) = \max \left(\min \left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c} \right), 0 \right) \quad (2.8)$$

E cujo gráfico é representado pela Figura (2.8):

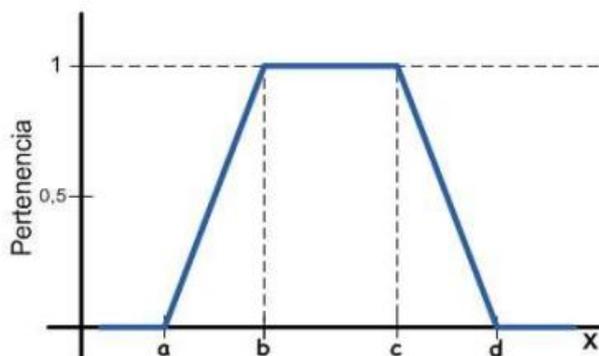


Figura 2.8 - Função de pertinência trapezoidal.

2.6.2.3 - Função de pertinência gaussiana

A função de pertinência gaussiana tem dois parâmetros: m que é responsável do seu centro e σ que é responsável da sua largura, dita função de pertinência para um conjunto Fuzzy A está descrita pela Eq. (2.9):

$$\mu_A(x) = e^{-\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)^2} \quad (2.9)$$

O gráfico correspondente a função de pertinência gaussiana é representada pela Figura (2.9):

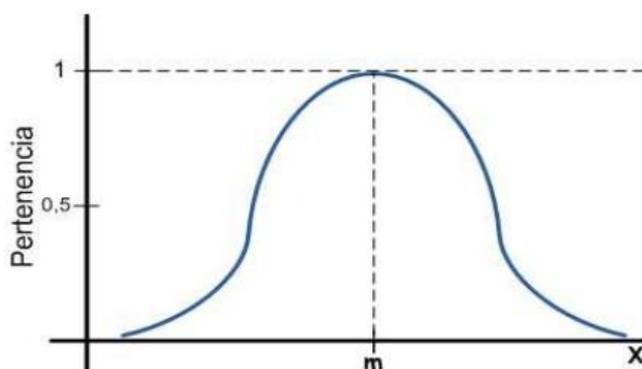


Figura 2.9 - Função de pertinência gaussiana.

2.6.2.4 - Função de Pertinência sigmoideal

A função de pertinência sigmoideal é totalmente descrita por dois parâmetros: m responsável do seu grau de inclinação, e $x = c$ o ponto de inflexão, dita função de pertinência para um conjunto Fuzzy A está descrita pela Eq. (3.0):

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + e^{-m(x-c)}} \quad (3.0)$$

A gráfica correspondente a função de pertinência sigmoidal é representado pela Figura (2.10):

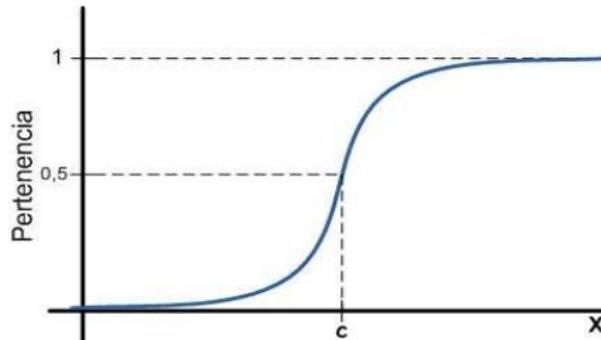


Figura 2.10 - Função de pertinência sigmoidal.

2.6.2.5 - Função de pertinência gamma

A função de pertinência *gamma* está totalmente descrita por dois parâmetros: a responsável pela coordenada do extremo inferior da gráfica da função e b responsável pela coordenada do extremo superior da gráfica da função de pertinência, dita função de pertinencia para um conjunto Fuzzy A está descrita por:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a} & \text{se } a \leq x \leq b \\ 1 & \text{se } b \leq x. \end{cases} \quad (3.1)$$

O gráfico correspondente a função de pertinência gamma é representado pela Figura (2.11):

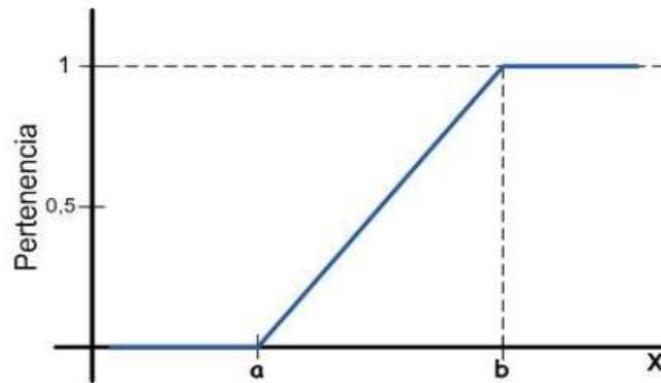


Figura 2.11 - Função de pertinência gamma.

2.6.2.6 - Função de Pertinência ele

A função de pertinência *ele* está totalmente descrito por dois parâmetros: *a* responsável pela coordenada pelo extremo superior do gráfico da função de pertinência e *b* responsável pela coordenada do extremo inferior da gráfica da função de pertinência, dita função de pertence para um conjunto Fuzzy *A* está descrita por:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \leq a \\ -\frac{x-b}{b-a} & \text{se } a \leq x \leq b \\ 0 & \text{se } b \leq x. \end{cases} \quad (3.2)$$

O gráfico correspondente a função de pertinência *ele* é representado pela Figura (2.12):

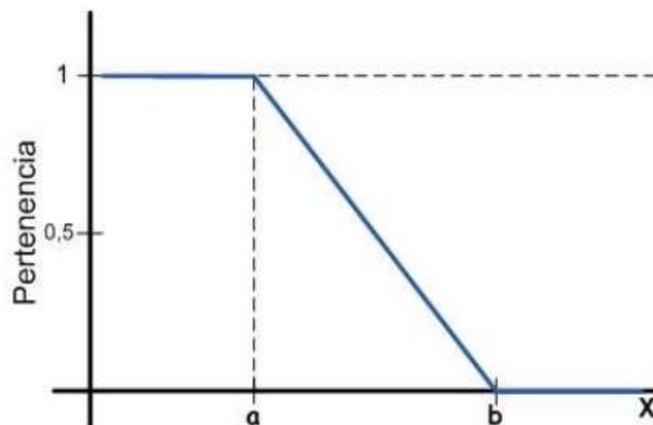


Figura 2.12 - Função de pertinência ele.

2.6.3 - Variáveis linguísticas

A definição de uma variável linguística é assimilada como uma entidade para representar de modo impreciso e, portanto, linguístico, um conceito ou uma variável de um dado problema. Os valores são admitidos somente com expressões linguísticas, também chamados por termos primários. Esses termos podem ser exemplificados como “frio”, “muito grande”, “aproximadamente alto” etc. Tais valores contrastam com os valores assumidos por uma variável numérica, que admite apenas valores precisos, ou números.

Então, podemos tomar como exemplo os termos “baixo”, “médio” e “alto” em um sistema Fuzzy, que são tratadas como sendo variáveis linguísticas introduzidas na discussão visando a criação do ambiente de análise qualitativa ou humanística que desempenham importante papel no tratamento da imprecisão no sistema, onde se pode considerar essas, as variáveis para representar a imprecisão, o linguístico de uma variável em um determinado problema, diferente de uma variável numérica que irá admitir apenas valores definidos no contexto dos conjuntos Fuzzy que as está utilizando. (PONCIANO *et al.*, 2011;).

Podem-se considerar as variáveis linguísticas como sendo entidades utilizadas para representar a imprecisão, o linguístico de uma variável em determinado problema, sendo que esta variável, diferentemente de uma numérica, irá admitir apenas valores definidos no contexto dos conjuntos Fuzzy que a estará utilizando (MARRO, SOUZA, *et al.*, 2013).

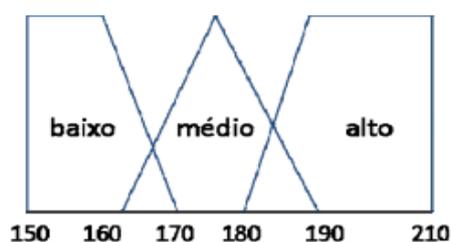


Figura 2.13 - Altura de uma pessoa sob o ponto de vista da lógica Fuzzy.

Fonte: Adaptado de MARRO, SOUZA, *et al.*, (2013).

A Figura 2.13 representa um elemento x qualquer, o mesmo pertencerá a um dos conjuntos do gráfico; por exemplo, se $x = 1,65$, então x pertence ao conjunto médio e não

aos demais, ou seja, um elemento pertence ou não a um determinado conjunto e, além disso, tal elemento não pertence a mais de um conjunto.

2.6.4 - Regras Fuzzy

Toda regra tem pelo menos um antecedente e um conseqüente, as regras Fuzzy é a forma pelo qual se relaciona os conjuntos Fuzzy de entrada e de saída. Podemos dizer que o conjunto dessas regras forma a base de regras Fuzzy que, em conjunto com o módulo de inferência Fuzzy, é considerada o Núcleo do Controlador Fuzzy. Por finalidade essas regras descrevem situações específicas em uma determinada problemática que possibilita pela inferência Fuzzy, obter o resultado desejada.

Conforme Ortega (2004, p. 479), “A regra Fuzzy é uma unidade capaz de capturar algum conhecimento específico, e um conjunto de regras é capaz de descrever um sistema em suas várias possibilidades”.

Uma base de regras tem a seguinte forma:

R_1 : “Proposição Fuzzy 1”

R_2 : “Proposição Fuzzy 2”

R_n : “Proposição Fuzzy n”

Tendo uma composição na forma de condicional, no qual as condições e as ações são variáveis linguísticas que são modeladas por conjuntos Fuzzy. Os conjuntos Fuzzy referentes às condições e às ações são denominados, respectivamente, de antecedentes (entrada) e conseqüentes (saída). Desse modo cada proposição Fuzzy é da forma:

Se “condição” **então** “ação”.

As regras Fuzzy são compostas por mais de uma condição e de uma ação, as quais são ligadas através dos conectivos lógicos de conjunção E disjunção OU. Ainda, Ortega comenta que:

As regras são processadas em paralelo, ou seja, todas as regras (circunstâncias) são consideradas ao mesmo tempo, e ao final obtemos uma resposta que pode ser tanto um valor numérico clássico como um conjunto Fuzzy, a depender do tipo de conseqüente utilizado (ORTEGA, 2004, p. 480).

Ainda, evidencia-se a importância de um especialista na elaboração das regras, pois o conjunto destas constitui o item fundamental dos modelos linguísticos Fuzzy.

2.6.5 - Inferência Fuzzy estilo Mamdani

Ebrahim Mamdani professor da Universidade de Londres (Reino Unido) em 1975 criou o estilo de inferência Mamdani no contexto do desenvolvimento de sistemas Fuzzy baseando-se em regras de conjuntos Fuzzy com intenção de representar experiências da vida real. Para construir esse sistema, foi definido um processo de raciocínio dividido em quatro passos: (1) fuzzyficação, (2) avaliação das regras Fuzzy (3) agregação das regras Fuzzy através da máquina de inferência Fuzzy e (4) defuzzyficação (WANG, 1997).

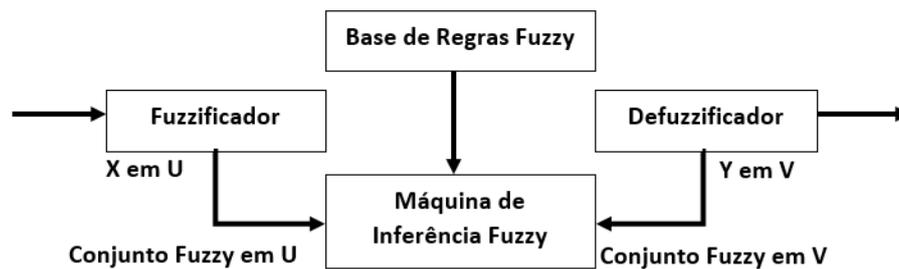


Figura 2.14 - Sistema Fuzzy de MAMDANI.
Fonte: WANG (1997).

A Figura 2.14 apresenta os módulos do sistema Fuzzy de Mamdani, onde:

- Fuzzificador - converte os valores reais de entrada em um grau de pertinência a conjuntos Fuzzy, para que sejam tratados pela máquina de inferência;
- Base de regras - consiste de um conjunto de regras "Se-Então", sendo considerada o “coração” de um sistema Fuzzy, uma vez que todos os outros componentes são usados para implementar as regras de modo eficiente;
- Máquina de inferência Fuzzy - combina as regras Fuzzy "SE-Então", existentes na base de regras, no mapeamento de um conjunto Fuzzy de entrada para um conjunto Fuzzy de saída;
- Defuzzificador – converte o conjunto Fuzzy, produzido pela máquina de inferência, em um valor real.

2.6.6 - Fuzzyficação

A fuzzyficação é usada para transformar um valor numérico em um conjunto nebuloso. Esta modificação é feita usando funções de pertinência. Nesta fase adquire o grau de pertinência de cada entrada pertence a cada conjunto Fuzzy. Cada uma das

entradas foram de antemão limitadas ao universo de discurso em questão e sendo associadas a um determinado grau de pertinência em cada conjunto Fuzzy por meio do conhecimento de um especialista. No entanto, para se chegar ao grau de pertinência de uma certa entrada crisp (não Fuzzy) é só pegar esse valor na base de informação do sistema Fuzzy.

Conseguir o grau de pertinência de cada entrada pertença a cada conjunto Fuzzy. Sendo que determinadas entradas foram de antemão limitadas no universo de discurso em voga e agregado a um grau de pertinência em cada conjunto Fuzzy pelo entendimento do especialista. Dessa maneira, para conseguir o grau de pertinência de uma certa entrada crisp é só pegar esse valor na base de conhecimento do sistema Fuzzy.

2.6.7 - Defuzzyficação

A *defuzzyficação* mais simples é denominado média dos máximos (MoM), no qual se calcula a média dos máximos de cada um dos conjuntos Fuzzy da variável de saída ponderada pelas pertinências obtidas através do sistema de inferência, calculada pela Eq. (2.5):

$$saída_{var} = \frac{\sum_{i \in conjuntos_{var}} \mu_i * \max(i)}{\sum_{i \in conjuntos_{var}} \mu_i} \quad (2.5)$$

Dessa forma, obtém-se um valor de saída para a variável de interesse que pode ser usado em um controlador, um previsor ou qualquer explicação em que se pretende aplicar a lógica Fuzzy.

Hoje a LF é uma ferramenta importante em diversos sistemas, sendo considerada uma técnica de excelência no universo computacional. Possuindo uma enorme aceitação na área de controle de processos. Fica claro a importância da LF para obter os resultados mais apropriados de forma quantitativa.

2.6.8 - Estudos sobre lógica Fuzzy

- O estudo de MELO e MORAES (2018) objetiva desenvolver um sistema de suporte para tomada de decisões baseado na informação espacial, que permite considerar

diferentes informações agregado a um sistema baseado em regras fuzzy para identificar áreas prioritárias para o combate epidemiológico.

- O estudo de LIMA *et al.* (2018) visa conhecer sobre variabilidade espacial de atributos do solo ajudou em seu manejo. Com este estudo seu objetivo é aplicar a lógica fuzzy e geoestatística para definir a variabilidade espacial cadenciada da fertilidade do solo cultivado com seringueira. Esse método possibilitou reduzir o número de mapas na interpretação da fertilidade do solo na área, no que permitiu visualizar a variabilidade espacial e gradual das necessidades na área.

- O estudo de SANTINO (2018) propõe uma Metodologia para mapeamento das perdas em um processo de fundição com aplicação da Escala Likert e da Lógica Fuzzy. Este estudo de caso foi realizado em uma indústria metalúrgica, com produção em ferroligas. A pesquisa apresenta o mapeamento de perdas de um processo de fundição, com avaliação das variáveis que influenciam na principal perda (perda crítica). Os resultados apresentaram importância significativa, permitindo identificar as variáveis críticas que contribuem para ocorrência da falha na tarefa, que ocasionam perdas no processo estudado.

- O estudo de PAULA *et al.* (2019) sobre o modal fluvial é um dos meios de transportes mais utilizados por pessoas e cargas na Região Amazônica. O objetivo desse estudo é analisar através da lógica Fuzzy os riscos ao meio ambiente e à saúde em relação aos efluentes sanitários das embarcações fluviais e da água para consumo humano distribuída a bordo. Os resultados estatísticos e o modelo proposto através da lógica Fuzzy, mostra que o risco para o meio ambiente e para a saúde das pessoas é muito alto em detrimento da ausência de saneamento nas embarcações.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesse capítulo é apresentado os materiais e métodos utilizados, para o alcance das respostas pretendidas nesse estudo, que iniciou com seleção da bibliografia já publicada em livros, revistas, artigos, dissertações e teses e periódicos eletrônicos sobre perdas em processos produtivos e de manutenção embasadas nos princípios das sete perdas do STP. A partir do levantamento bibliográfico houve a necessidade da definição de uma sequência de fases para executar a pesquisa, a fim de mapear as perdas críticas e avaliar os fatores que influenciam essa perda no processo de manutenção. Na literatura pesquisada, ficou evidente que não há um único modo correto para mapear processos, pois os métodos para estudá-los e ferramentas a serem utilizadas, dependerão da natureza do processo e da informação disponível quando a pesquisa for iniciada. Assim, o método foi testado em um estudo de caso, descritivo, porque procurou descrever características da empresa e exploratório por investigar um tema com pouco conhecimento sistematizado em pequena empresa prestadora de serviços. As informações coletadas e analisadas serão utilizadas para mapear as perdas no processo de manutenção de ar condicionado em uma oficina automotiva de linha pesada. A estrutura geral da pesquisa como mostra na Figura 3.1, define os passos a serem seguidos dentro da metodologia adotada.

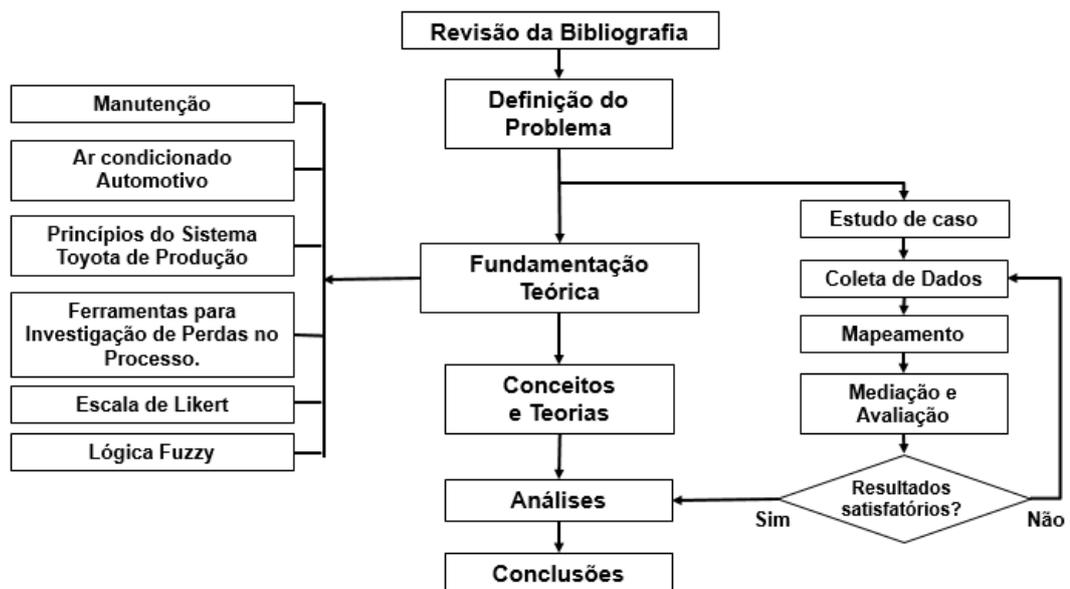


Figura 3.1 - Fluxograma estrutural da pesquisa.

3.1 - LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma empresa que iniciou suas atividades na cidade de Manaus em 2012. A empresa está localizada no bairro de Flores, na zona centro sul da cidade de Manaus. Seu quadro funcional atualmente é composto por dezesseis colaboradores, divididos entre técnicos, auxiliares e administrativos.

A empresa presta serviços de manutenção de refrigeração em Ônibus, Micro-Ônibus, Caminhões, Vans. Tais veículos são classificados de acordo com resolução 396/2011 do Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) como veículos de linha pesada, conforme Figura 3.2.



Figura 3.2 - Veículos para manutenção de ar condicionado.
Fonte: REFRIBUS (2019).

A organização da estrutura é centralizada com unidade de comando do proprietário. Além disso, não há formalização de regras de atuação gerencial. De maneira geral, as comunicações na empresa, ocorrem sem o reforço das regras e são estabelecidas informalmente.

Diante disso, é comum, ocorrer o acúmulo de múltiplas responsabilidades por uma única pessoa. Esta situação foi observada pelo pesquisador em decorrência da inexistência de uma divisão clara de papéis dos colaboradores.

Os processos executados acontecem a partir de algumas particularidades decorrentes das características advindas, principalmente, do seu porte reduzido. Em consequência da força destas particularidades, a empresa é gerenciada de acordo com a necessidade de produção de serviço de manutenção do momento.

Ainda assim, mesmo que informalmente, os objetivos organizacionais são perseguidos igualmente aos das grandes empresas. Para facilitar o entendimento, foi representado o mapeamento da organização dos setores para representar como a empresa funciona na Figura a 3.3 a seguir.

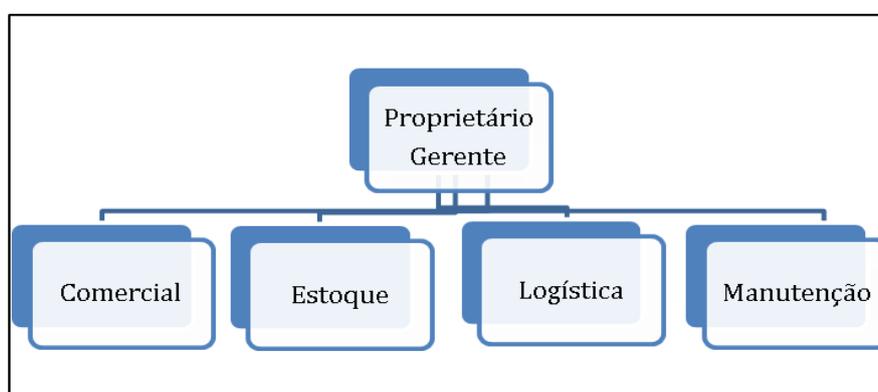


Figura 3.3 - Estrutura organizacional da empresa.

Nessa estrutura a área financeira e comercial é executada pelo proprietário, que acumula as funções, em decorrência da simplicidade da estrutura. A área financeira possui pequena assessoria de apoio, prestada pelo colaborador que também assume responsabilidades na área comercial. É fato, que na empresa, há diferenciação mínima entre as unidades e pequena hierarquia administrativa, quer seja pela organização da estrutura e pelo seu porte. Em sua maioria, os serviços são oriundos de contratos firmados com empresas que possuem frotas para transporte de trabalhadores para as fábricas do distrito industrial. Logo, esses contratos são celebrados para prestação de serviços de manutenção em caráter preventivo e corretivo, com fornecimento de peças e acessórios originais e sem uso, para atender as necessidades dessas empresas clientes.

O compromisso declarado da empresa é fornecer produtos e serviços qualificados para atender a demanda por esses serviços, disponibilizando mão de obra especializada,

certificada e treinada para atender as necessidades operacionais de seus clientes, confirmando assim, certeza na prestação de serviços em tempo e prazo.

Para tanto, a empresa procura manter equipamentos de última geração, garantindo maior eficácia para diagnosticar possíveis anomalias no sistema de refrigeração onde será aplicada a manutenção preventiva ou para que seja feita a manutenção corretiva.

Em suma, o objetivo da empresa é deixar os seus clientes satisfeitos, tendo como missão organizacional a “Excelência em servir”.

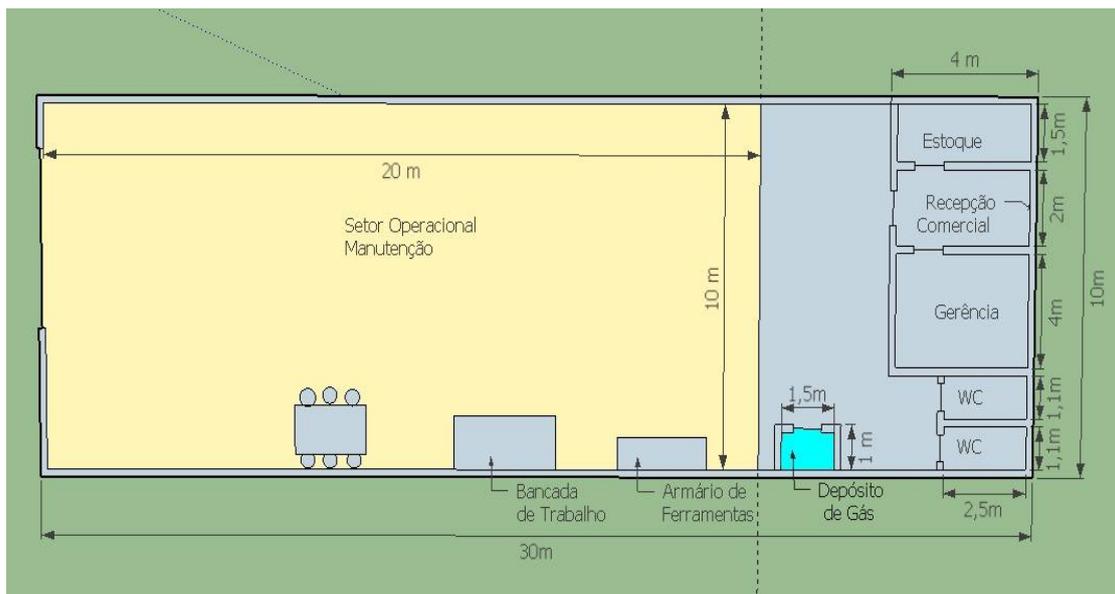


Figura 3.4 - Arranjo físico da empresa.

Na Figura 3.4 nos mostra o layout atual da empresa. Uma visão sobre os aspectos organizacionais é imprescindível, pois, cada organização tem uma forma específica de gestão, e é pela definição do seu negócio, todas as tecnologias e formas de controles estarão condicionadas.

Cada processo é elaborado para dar a sua contribuição a um ou mais objetivos da empresa e é partindo desse princípio que qualquer desvio do objetivo traçado para o alcance das metas estabelecidas pela organização, incorrem em perdas e desperdícios nos processos e que são os maiores divisores do percurso para os objetivos traçados.

3.2 - FASE 1 - COLETA DE DADOS

Os instrumentos utilizados para tornar possível a coleta e análise de dados e permitir chegar aos objetivos pretendidos, foram: entrevista, questionários, observação

direta e pesquisa em documentos da empresa. Também foram utilizadas ferramentas da qualidade para executar o mapeamento como o diagrama de causa e efeito, *brainstorming*, 5W2H. Em seguida, serão utilizadas as ferramentas de avaliação como o método da escala de Likert e lógica Fuzzy.

Dessa forma, os instrumentos e ferramentas foram aplicados de acordo com a necessidade de cada fase do projeto, onde também será descrito seu fluxo de utilização e aplicação de acordo com a Figura 3.5.

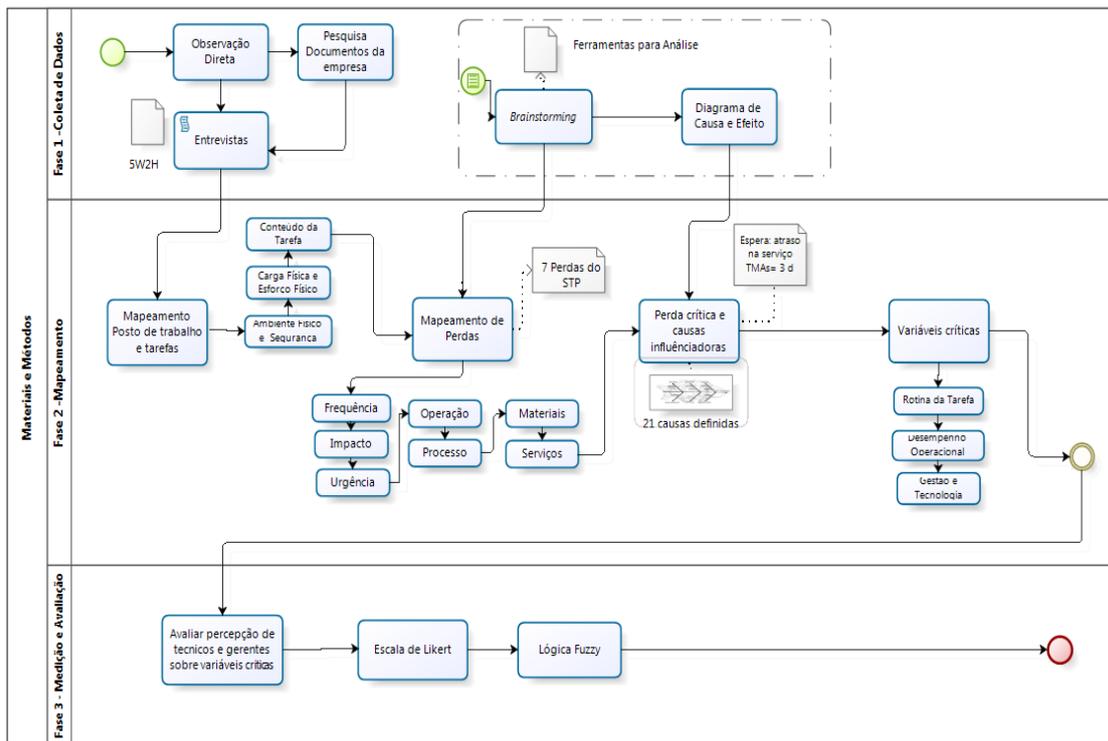


Figura 3.5 - Fluxo de fases e utilização de instrumentos e ferramentas na pesquisa.

A entrevista foi estruturada utilizando a metodologia 5W2H, onde as perguntas foram em termos descritivos dos processos, atividades e os principais riscos na execução, conforme Figura 3.6.

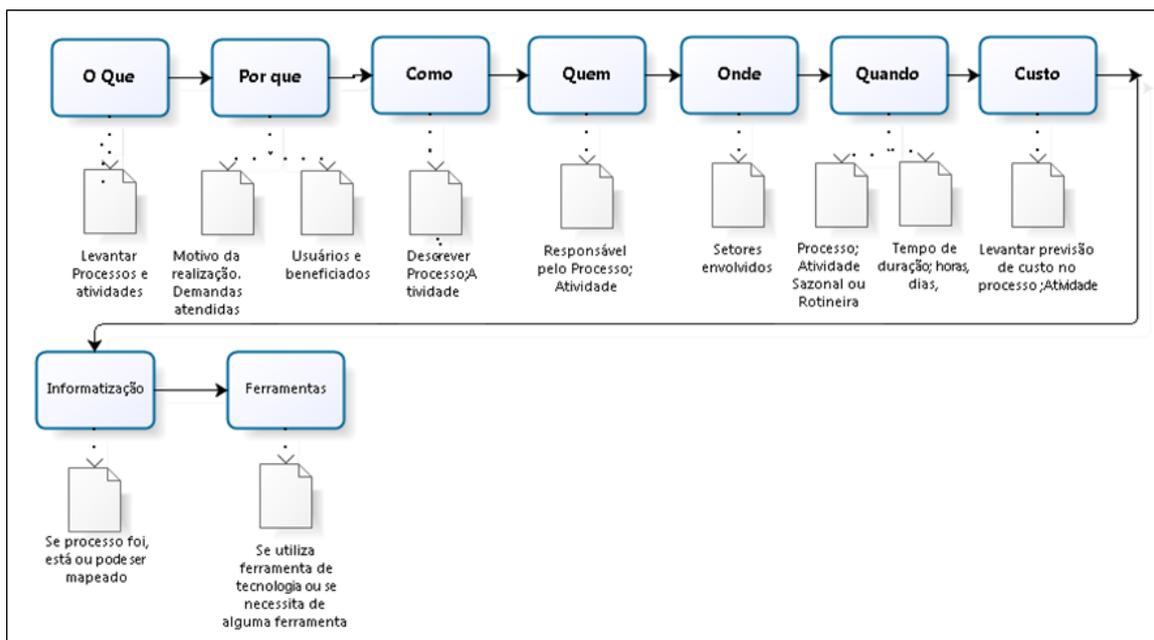


Figura 3.6 - Entrevista baseada no método 5W2H.

3.3 - FASE 2 - MAPEAMENTO

3.3.1 - Posto de trabalho e das tarefas

O mapeamento foi realizado centrado nas condicionantes da estrutura organizacional. Tais condicionantes foram objetivos estabelecidos pela empresa, que faz parte de sua gestão, a tecnologia aplicada no processo e as pessoas que a compõe, considerando suas habilidades, capacitações. O mapeamento foi realizado levando em consideração o ambiente físico, segurança, carga física, esforço físico e conteúdo da tarefa. Uma tarefa é feita considerando as condições das pessoas no ambiente, técnicas e organizacionais do trabalho (ROJAS, 2015).

Assim, foram investigadas as principais tarefas realizadas nos processos e o tempo em que elas são executadas. Essa informação foi utilizada, para mapear os desperdícios e perdas existentes que podem afetar diretamente os processos e os objetivos da empresa.

Nessa fase, o método de pesquisa incluiu a observação direta e a combinação de entrevista como no APÊNDICE A e questionário como no APÊNDICE B. Com o resultado da primeira entrevista, houve necessidade de estruturar as tarefas executadas no setor, de modo a facilitar o levantamento do tempo de execução.

3.3.2 - Mapeamento de perdas

O mapeamento de perdas está direcionado para situações ocultas nos processos da empresa e que podem representar grandes fontes de prejuízos. Essas perdas, quase que invisivelmente oneram todo o sistema de manutenção e contribuem para que a empresa fique menos competitiva no mercado em relação a seus concorrentes.

Em virtude de a empresa não possuir registros de dados e informações de nenhum tipo sobre as perdas e desperdícios em seus processos, o levantamento foi realizado, inicialmente, por uma semana através da observação direta, dois dias para realizar entrevistas e um dia para aplicação de questionário estruturado com foco na análise das perdas nos sistemas produtivos do STP.

Os resultados foram organizados por tipo de perda em uma planilha e apresentado para gerentes, técnicos e colaboradores do administrativo para avaliar a frequência que ocorre, impacto social, ambiental, econômico e perdas prioritárias.

3.3.3 - Identificação da perda crítica e causas influenciadoras

As variáveis foram identificadas após o mapeamento e após a priorização da perda crítica. Então, foram sumarizadas as possíveis causas diretamente ligadas a essa perda e em seguida foi identificado as variáveis que as influenciam diretamente.

Nessa etapa foi realizado brainstorming juntamente com a ferramenta diagrama de causa e efeito com o método 6M (Pessoas, Método, Medida, Materiais, Meio Ambiente, Maquinas). Logo foi definido nesse brainstorming que o efeito no diagrama seria a perda crítica identificada no mapeamento. A partir das análises das causas, foram identificadas as variáveis que estão diretamente ligadas as condicionantes da estrutura organizacional, que são gestão, tecnologia aplicada no processo e as pessoas que executam as tarefas de manutenção.

3.3.4 - Identificação das variáveis críticas

Para identificar as variáveis críticas, primeiramente foi preciso conhecer as causas que influenciam direta e indiretamente as perdas no processo. Nessa fase, as variáveis críticas foram definidas por gerentes, técnicos e colaboradores que seriam focadas na

estrutura organizacional e operacional nas causas evidenciadas no diagrama de causa e efeito.

3.4 - FASE 3 – MEDIÇÃO E AVALIAÇÃO

3.4.1 - Escala de Likert

O questionário na escala de Likert foi aplicado para dezesseis colaboradores, dentre eles, técnicos, auxiliares e gerentes. O intuito foi avaliar a influência das variáveis críticas na entrega dos veículos para o cliente.

O questionário foi elaborado com trinta e sete questões sendo quatorze para o variável *desempenho operacional*. Doze questões para a variável *rotina da tarefa*, e dez questões para a variável *gestão e tecnologia*. Para o *desempenho operacional*, as questões foram elaboradas levando em consideração o padrão operacional, procedimentos, controle, treinamento, recompensas e avaliação, como mostra o APÊNDICE C. Para a *rotina da tarefa* foram levadas em consideração, as questões sobre qualificação, motivação, reconhecimento, ociosidade e relacionamento, como mostra o APÊNDICE D. Da mesma forma, para a variável *gestão e tecnologia*, as questões foram para avaliar objetivos e metas operacionais, informação, comunicação e estrutura, como mostra o APÊNDICE E.

O tipo de questões fora do tipo afirmativa e interrogativa, de tal forma, que os respondentes firmaram sua concordância ou não, assim como a importância do questionamento em número de peso. A escala envolveu os números de 1 a 5 para avaliação, sendo o menor para a avaliação de discordância total e o 5 para concordância total. Também foi estabelecido os números de 1 a 5 como classificação da importância do peso de cada resposta, sendo o número 1 para sem importância e 5 para muito importante. Nas duas escalas, o número três, ficou como o ponto neutro.

O cálculo da influência das variáveis na entrega do veículo para o cliente, são particularmente importantes nesse estudo, para o êxito no mapeamento das perdas no processo de manutenção de ar condicionado de veículos da linha pesada. Logo, para avaliar a influência das variáveis críticas e índice de atrasos na entrega dos veículos é utilizados as equações a seguir.

O índice de influência da variável para não ocorrência dos atrasos na entrega do veículo: é dado pela Eq. (3.1) a seguir.

$$IIE_v = \left(\frac{\sum VPR_v}{\sum VPM_v} \right) \times 100 \quad (3.1)$$

IIE_v = Índice de Influência variável na entrega do veículo por variável;

VPR_v = Valor ponderado real por variável;

VPM_v = Valor ponderado máximo atingido por variável.

O *valor ponderado real por variável* (VPR_v) é encontrado pela multiplicação da pontuação da avaliação do questionário e peso aplicado a todas as respostas dos pesquisados por variável.

Para encontrar o *valor ponderado máximo variável* (VPM_v) utiliza-se o número de questões por variáveis (Q_v); o número de entrevistados (N); a pontuação máxima atingida por avaliação (PM_a) e a pontuação máxima atingida por peso (PM_p), demonstrado pela Eq. (3.2) a seguir.

$$VPM_v = Q_v \cdot (N \cdot (PM_a \cdot PM_p)) \quad (3.2)$$

A influência que cada variável exerce para ocorrência de **atrasos** na entrega, é estabelecida (índice de influência no atraso da entrega) do veículo, conforme a Eq. (3.3):

$$IAE_{variável} = (-1 \left(\frac{\sum VPR_v}{\sum VPM_v} \right)) \times 100 \quad (3.3)$$

O índice de atrasos na entrega é obtido através do resultado da influência das três variáveis (desempenho operacional; gestão e tecnologia e rotina da tarefa) para ocorrência de atrasos, conforme Eq. (3.4),

$$IAE = \left(1 - \left(\frac{VPR_t}{VPM_t} \right) \right) \times 100 \quad (3.4)$$

Sendo:

IAE = Índice de atraso na entrega;

VPR_t = Valor ponderado real total;

VPM_t = Valor ponderado máximo total atingido.

O cálculo o valor ponderado real total (VPR_t) foi obtido pelo somatório do resultado do *valor ponderado real por variável* (VPR_v). Assim como, o *valor ponderado máximo total* (VPM_t), foi obtido pela soma do resultado do *valor ponderado máximo*

atingido por variável (VPM_v). Tais cálculos possibilitam analisar a influência para ocorrência ou não de atrasos na entrega do veículo da seguinte forma. Assim, quanto maior for o índice de influência na entrega (IE_v) menor será o índice de atraso na entrega do veículo (IAE). Da mesma forma, quanto maior for o índice de influência no atraso na entrega (IAE_v) maior será o índice de atraso na entrega ($IIAE$) do veículo.

3.4.2 - Lógica Fuzzy

Após a avaliação do questionário, será aplicado a lógica Fuzzy, onde serão utilizadas como entradas no sistema de inferência Fuzzy as três variáveis que influenciam para o atraso na entrega do veículo, ou seja, as mesmas variáveis utilizadas no questionário. Agora na percepção do gerente.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - APLICAÇÃO DO MÉTODO

4.1.1 - Fase 1 - Coleta de dados

Os resultados da coleta de dados mostraram que o local de estudo possui disfunções que influenciam as pessoas, a gestão, a tecnologia, materiais e processos. Com o mapeamento do posto de trabalho e tarefas foi identificado perdas na função processo e operação. As perdas por espera é que o mais apontou como crítico no mapeamento, que se traduz em atraso na entrega do veículo para o cliente e com esse resultado o tempo médio de atravessamento simples foi mapeado em três dias, o que gera insatisfações por parte dos clientes da empresa. O resultado da coleta apontou as causas para esse atraso, e variáveis críticas emergiram a partir da relação com a rotina da tarefa, desempenho operacional, gestão e tecnologia, que possuem relação e influencia apontado no resultado do mapeamento do posto de trabalho e tarefas. Nas fases a seguir são demonstrados os resultados detalhados da coleta de dados em cada fase do projeto.

4.1.2 - Fase 2 - Mapeamento

4.1.2.1 - Mapeamento do posto de trabalho e tarefas

Posto de trabalho

O posto de trabalho corrige, restaura e deve criar condições ótimas de funcionamento, para eliminar as fontes de falhas e defeitos que possam afetar os sistemas de ar condicionado de veículos da linha pesada (ônibus e vans). A oficina conta com 4 (quatro) técnicos e 10 (dez auxiliares técnico), sendo que um dos técnicos é mais experiente faz a função de orientação e das experiências para os demais. A empresa tende a uma relação de dependência com o mesmo.

A oficina está instalada em um galpão com área de 150 m² com 6 metros de altura, aberto, piso é de cimento cru, sem demarcações e limpo. Possui uma bancada de 3 (três) metros para análises e ou desmonte de peças e outros serviços quando necessários.

O ambiente tem boa ventilação e iluminação. A oficina tem capacidade física para receber veículos dos seguintes portes e quantidades: seis ônibus, ou nove micros ônibus ou doze Vans, por vez. Possui ainda, um ambiente separado e afastado das atividades da oficina para acondicionar substâncias químicas e inflamáveis.



Figura 4.1 - Manutenção de ar condicionado em ônibus, micros e vans.

Tarefas

As tarefas executadas na oficina são: diagnóstico técnico; execução de manutenção e teste de manutenção, conforme mostra a Figura 4.1.

a) O diagnóstico técnico requer conhecimentos e qualificação dos técnicos em mecânica, refrigeração, capacidade de compreender um esquema e identificar no sistema de ar condicionado com o objetivo de determinar uma conclusão sobre o defeito e causas que o ar condicionado do veículo apresenta ao ser aberto uma ordem de serviço (O.S) para a manutenção. Dessa forma, o diagnóstico, visa estabelecer a origem e gravidade do defeito apresentado no veículo. O diagnóstico é feito em vazamentos/elétrico/mecânico: os técnicos analisam o filtro de ar, evaporador, controlador, condensador, placa de redes e compressor para corrigir o defeito apresentado. Na análise de vazamentos é visto a entrada e saída do compressor, condensador, filtro secador, evaporador, pressostato, alta e baixa pressão e conexão de tubos e outros, na Figura 4.2 mostra a localização dos componentes para manutenção.

Execução do serviço de manutenção

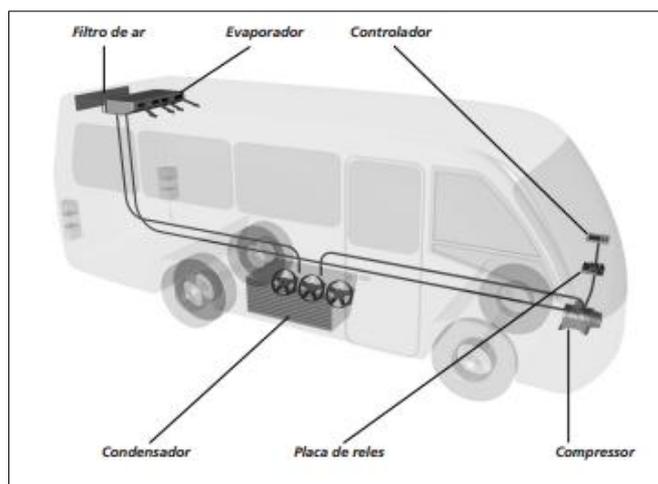


Figura 4.2 - Localização de componentes em micro-ônibus.
Fonte: SPHEROS (2017).

b) Execução da manutenção: compreende conjuntos de ações sistematizadas ou não, que visam corrigir defeitos do ar condicionado na oficina ou no pátio da empresa contratante. A seguir é descreve-se as principais tarefas executadas para correção e/ou eliminação nos sistemas de ar condicionados automotivos na empresa. A manutenção está dividida em desmontagem, execução, montagem e teste.

Na desmontagem é exigida muita atenção e habilidade, devendo ser desenvolvidas com técnicas e procedimentos bem definidos. Os técnicos afirmaram que no caso de defeitos aparelhos mais simples, é relativamente fácil identificar o problema e providenciar sua eliminação, porém, quando se trata de defeitos mais complexos, a identificação do problema e sua remoção exigem, tempo e esforço maior.

Na execução, as ações são para substituir, corrigir, verificar, reparar, instalar, limpar, esticar, trocar, retirar, refazer, abrir, complementar, destravar os defeitos de ar condicionado que não funciona ou está intermitente; ar condicionado que não refrigera; manutenção de alta ou baixa pressão no sistema do ar condicionado; falta ou ausência de gás refrigerante; deficiência no compressor; superaquecimento do compressor: no congelamento da linha de baixa pressão do compressor (sucção); presença de umidade no sistema de ar condicionado; válvula de expansão com funcionamento irregular; deficiência de ventilação e distribuição de ar e outros defeitos que forem apresentados.

Na montagem: todas as peças precisam ser recolocadas em uma sequência correta, para que o ar condicionado venha a funcionar adequadamente, isso, exige uma série de técnicas e cuidados, pois demanda tempo e esforço, que será perdido caso não seja feito com qualidade.

Teste de manutenção: executado em um tempo disponibilizado de 2 (duas) horas na oficina para garantir que a manutenção executada disponibilize o fluxo de ar e temperatura na cabine do veículo e restabeleça a temperatura confortável para os usuários do veículo. Esse teste deve assegurar a disponibilidade do veículo, evitando assim, o surgimento de problemas no ar condicionado, antes de entregar para o cliente. Caso o ar condicionado apresente falhas no funcionamento, o veículo somente será entregue ao cliente, após a correção.

Assim, para executar tarefas de desmontagem, manutenção e montagem dos sistemas de ar condicionado, os técnicos se submetem a certo esforço de deslocamento frequentemente do veículo em manutenção para o armário, no mínimo uns três metros. Esse armário abriga o conjunto de ferramentas necessárias para a execução de suas tarefas, onde as principais são: engates de alta e baixa pressão; balança digital para carga de gás; bomba de vácuo; clipadeira manual; detector de vazamento; kit extratores de embreagem; faroleta de luz ultravioleta e manifold. Tais deslocamentos geram muitas idas e vindas para o veículo que está sendo trabalhado. Quanto a posturas físicas, a tarefa é executada com os técnicos deitados, em pé, internamente na cabine dos ônibus e em cima do veículo.

Quanto à movimentação manual de cargas na oficina, é fato, que os técnicos as executam quando movimentam cilindros de ar comprimido e gás refrigerante do local onde são acondicionados, que ficam fora do ambiente da oficina. Os riscos na execução da tarefa estão ligados à manipulação de substâncias químicas como gases refrigerantes, óleos para compressores e soldas para alumínio que podem produzir vapores ou não serem visíveis para o técnico. Portanto, as tarefas na oficina são realizadas de acordo com o problema apresentado pelo ar condicionado do veículo, pois trabalha em 90% na manutenção corretiva. É comum acontecerem erros no diagnóstico dos veículos. E, para refazer o diagnóstico, é fato que demanda mais tempo e esforço, visto que, a desmontagem do ar condicionado se torna ampla e demorada e a investigação para encontrar o defeito é executada por eliminação. É comum a frequente falta de peças para reparos ou substituições; falta de manuais do ar condicionado dos veículos, fazendo que os técnicos trabalhem de acordo com suas experiências. E com isso, o tempo é frequentemente desperdiçado.

4.1.2.2 - Mapeamento de perdas

O mapeamento como demonstrado no Tabela 4.1 permitiu inter-relacionar na oficina, perdas na função processo e operação de acordo com o princípio do STP. Seguindo a literatura apresentada no item 2.2.1 desse projeto, em termos de melhoria da manutenção, foi preciso um olhar mais acurado, quando melhora o processo, tende a melhorar as operações.

Classificação, Tipo de Perda e Problemas relacionados.

As funções processos e operações foram inter-relacionadas nos fluxos de materiais (M) e serviços (S) na oficina. No fluxo de materiais, foram classificadas as perdas no processamento em si; movimento e produtos defeituosos. E, no serviço, as perdas classificadas foram: Espera e transporte. A partir da classificação das perdas foi possível levantar as perdas recorrentes e os problemas relacionados a elas.

Perda por espera: foi definida como a ociosidade dos técnicos e o atraso do veículo para entrega ao cliente. Os problemas relacionados a essas perdas são espera de materiais ou peças para iniciar o reparo e veículo parado por falta de peça.

Perda processamento em si: perda de óleo compressor que tem como problema relacionado à medição incorreta na sua manipulação. Tal mediação precisa ser mesma quantidade no novo compressor, quando se trata de substituição.

Perda por movimento: identificada pela perda de peça chamada de oring/anel de vedação e abraçadeiras, são peças que em decorrência da ausência de padrão na troca, é recorrente o extravio por serem pequenas. Isso resulta na movimentação do técnico área de manutenção até o estoque para solicitar outras e substituir as extraviadas.

Perda por transporte: acontece quando ocorre entrega de peças erradas ou em quantidade maior que o solicitado. O problema relacionado a essas perdas é resultado de erros nos pedidos de peças para o estoque e no deslocamento dessas peças da sede da oficina para o galpão do cliente, onde também é realizada manutenção de ar condicionado.

Perda por produtos defeituosos: os gases têm perdas expressivas devido a erros na medição de pressão. Também foi identificado perdas de bobinas do evaporador ou condensador. Essas perdas estão relacionadas aos problemas de excesso ou vazamento de gás identificado no teste de manutenção. A partir da identificação, o veículo fica retido na oficina, até a solução do problema, o que impacta em utilização de mais peças que não foram disponibilizadas para esse fim e que serão utilizadas no retrabalho.

Tabela 4.1 - Perdas mapeadas no processo de manutenção de ar condicionado automotivo.

| Função | Fluxo Materiais M Serviços S | Classificação Das Perdas | Tipo de Perda | Problema | Frequência (f) | Impacto $I = (a+b+c)/3$ | | | Urgência (U) | Total $T = f \times I \times U$ | Prioridade (P) | TMA _s |
|----------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|-------------------|----------------------------|------------------|---------------|-----------------|------------------------------------|-------------------|--|
| | | | | | | Social (a) | Ambiental (b) | Econômico (c) | | | | |
| Operação | S | Espera | Ociosidade | Espera de peças | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 18,00 | 2° | Tempo Médio de Atravessamento Simples = 3 dias |
| | S | Espera | Demora em concluir o serviço | Veículo parado na oficina | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 21,00 | 1° | |
| | M | Processamento | Óleo de compressor | Medição incorreta | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 14,00 | 4° | |
| | M | Movimento | Oring de vedação | Serviço de troca desorientado | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 10,00 | 6° | |
| | M | Movimento | Abraçadeiras | A troca ocasiona | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 16,00 | 3° | |
| Processo | S | Transporte | Entrega Peças erradas | Erro no pedido para o estoque | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 6,67 | 9° | Tempo Médio de Atravessamento Simples = 3 dias |
| | S | Transporte | Erro na quantidade para entrega | Deslocamento de peças além do necessário | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8,00 | 7° | |
| | M | Produtos Defeituosos | Gás refrigerante | Erro no diagnóstico inicia (retrabalho) | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 12,00 | 5° | |
| | M | Produtos Defeituosos | Bobinas do evaporador/c ondensador | Troca ocasiona retrabalho | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 9,33 | 8° | |

Fonte: Adaptado de SANTINO (2018).

Ainda com referência a Tabela 4.1 às perdas foram mapeadas quanto à frequência que elas acontecem na manutenção, o impacto que elas podem causar em relação a riscos para os técnicos, o aumento dos custos no processo e no ambiente de trabalho e da empresa. Assim como, a urgência que a perda critica e quer para que sejam iniciadas ações para sua eliminação ou redução. Dessa forma, entre as perdas mapeadas a perda priorizada como crítica foi a classificada como “*espera*” pela STP que é “atraso na entrega do veículo”. Esse atraso é considerado em relação ao prazo ideal informado pelo gerente que é de 1 dia ou 24 horas. Tal perda impacta no aumento do tempo de manutenção e retenção do veículo na oficina. Ao analisar essa perda com os colaboradores da empresa, ficou evidente que ela é o reflexo das demais perdas mapeadas.

A entrega do veículo para o cliente, pronto para operacionalização, dentro do prazo previsto no diagnóstico técnico, é certamente um padrão de qualidade na manutenção. No entanto, essa entrega tem falhado constantemente em seu efetivo cumprimento. A partir dessa constatação, foi importante mapear o tempo médio de atravessamento simples no processo.

Tempo médio de atravessamento simples

O mapeamento do tempo médio de atravessamento simples como mostra no ANEXO I foi executando tomando como base as O.S como dados de entrada e nas N.F emitidas para dados de saídas do mês de abril 2019, conforme Eq. (4.5) a seguir.

$$TMA_s = TOS_e - TNF_s \quad (4.5)$$

Onde:

TMA_s = Tempo de médio de atravessamento simples;

TOS_e = Tempo de atravessamento de ordens de serviços (entrada);

TNF_s = Tempo de atravessamento de notas fiscais (saída).

Foram pesquisadas quarenta e quatro entradas de O.S, assim como as respectivas N.F de saída no mês de abril de 2019. Logo, constatou-se que o tempo médio de atravessamento simples para a entrega do veículo ao cliente é de três (3) dias atualmente.

4.1.2.3 - Variáveis críticas e causas influenciadoras

As causas foram definidas considerando a estrutura organizacional e operacional da empresa e foram identificadas conforme demonstrado na Figura 4.3.

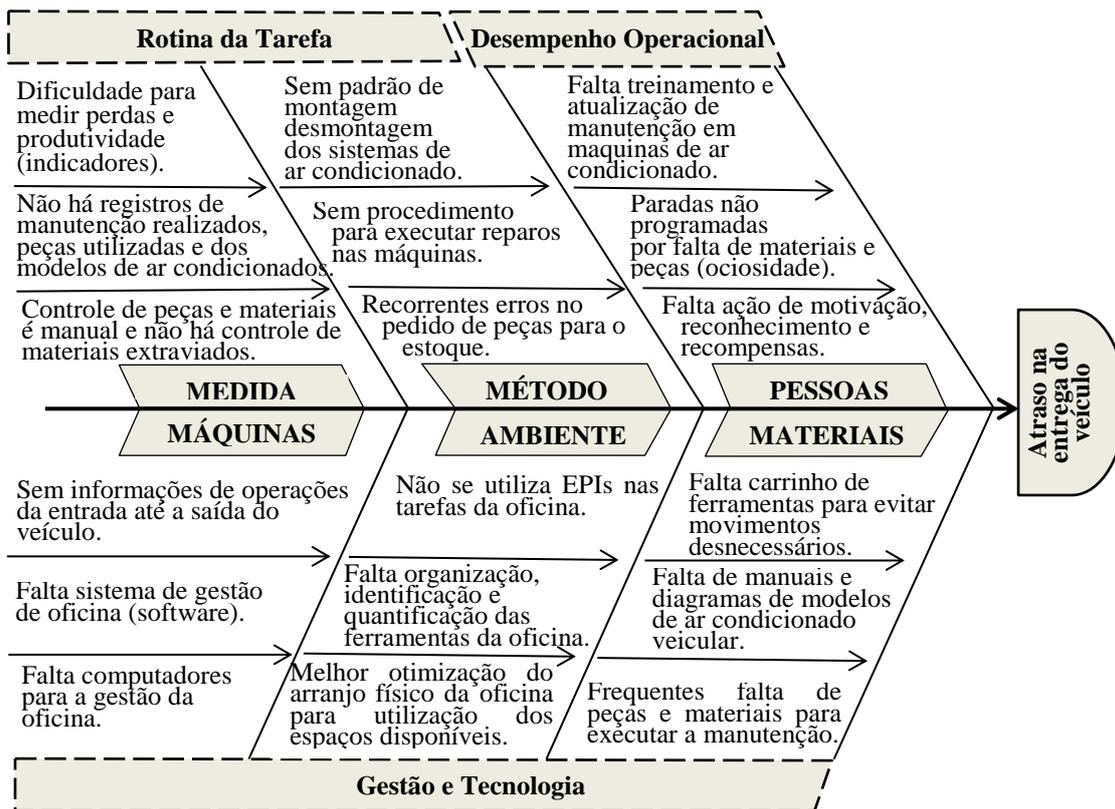


Figura 4.3 - Diagrama de causa e efeito e identificação de variáveis.

A elaboração do diagrama conforme mostra a Figura 4.3 levou em consideração as categorias mão de obra (pessoas); método, medida, materiais, máquinas, meio-ambiente (ambiente). Com a análise das causas, foi possível agrupar as condicionantes da estrutura e, identificar as variáveis crítica em gestão e tecnologia, desempenho operacional (processo) e rotina da tarefa (habilidades e capacitações).

Gestão e tecnologia, variável identificada na categoria de máquinas, ambiente e materiais, apresentou como principais causas as frequentes faltas de peças e materiais para execução dos serviços de manutenção. A falta de manuais e diagramas dos modelos de ar condicionado dos automóveis compromete a celeridade no diagnóstico, montagem e desmontagens das máquinas. Um carrinho de ferramentas foi apontado como importante para evitar movimentos desnecessários, que causam perdas de tempo, dos técnicos na oficina, assim como, a recorrente falta de materiais e peças.

Em relação ao ambiente, o arranjo físico da oficina, poderá melhorar a utilização do espaço disponível, haja vista, que os veículos são de médio e grande porte para manutenção. Conseqüentemente, foi apontado como causa, que a organização, identificação e quantificação das ferramentas poderão ajudar na execução das tarefas. No que tange a segurança, a exigência de utilização de equipamentos de proteção individual

(EPI) na oficina é importante para se evitar acidentes e cumprir a legislação, pela manipulação de produtos químicos. Na categoria de tecnologia, foi apontado que a falta de computador e sistema de gestão (software) é importante para gerir a informação e executar registros das operações em cada etapa do processo e da entrada até a saída do veículo da oficina para entrega ao cliente. Atualmente os registros são executados em planilha de Excel e que apresentam frequentes erros de controle. Desempenho operacional, variável identificada na categoria de pessoas (mão de obra), as causas principais apontadas foi atualização e treinamento na manutenção de ar condicionado automotivo, em decorrência da constante tecnologia que se instala nos novos modelos.

Da mesma forma, foi apontado que as paradas não programadas por falta de peças geram ociosidade e acumula o serviço programado para entrega. Diante dessas causas, a falta de ação da empresa para motivar os técnicos com reconhecimento e recompensa foi pontuada como possível influenciadora do desempenho operacional. Rotina da tarefa, variável identificada na categoria de método e medida, no método, as causas mais citadas foi falta de padronização para montagem e desmontagem das máquinas de ar condicionado, assim como, procedimentos para executar reparos e constantes erros na solicitação de peças, materiais e quantidades. Logo, os métodos e sua sequência de passos são essenciais para realizar tarefas em qualquer tipo de empresa. Portanto é com método, que se consegue buscar resultados. Para conhecer os resultados, seja ele, positivo ou negativo, é preciso medir para que se possa analisar corrigir, melhorar ou ampliar os resultados.

4.1.3 - Fase 3 – Medição e Avaliação

4.1.3.1 - Resultados do questionário utilizando a escala de Likert

O questionário utilizando a escala de *Likert* foi aplicado para medir a influência das variáveis identificadas no diagrama de causa e efeito na entrega dos veículos para o cliente. A aplicação foi realizada com explicações sobre cada questão e dúvidas foram esclarecidas, à medida que os questionários foram sendo respondidos e os resultados da extremidade da escala para cada variável é apresentado a seguir.

O desempenho operacional foi avaliado com questões enfocando principalmente, procedimentos, controle, treinamento, avaliação e recompensas. Os resultados do questionário obtidos nas extremidades da escala e avaliadas para a variável *desempenho*

operacional, mostra a discordância com um percentual 53%. A avaliação de concordância ficou em 20%. Os percentuais discordantes apresentam a realidade da oficina no período da pesquisa e refletem a falta de um padrão de desempenho, uma vez que, para se estabelecer um padrão é preciso primeiramente estabelecer procedimentos, metas de manutenção e também controle dos serviços executados na oficina.

Assim, o controle existe, mas é realizado precariamente em planilhas com ênfase no financeiro. Logo a falta de registros é um limitador para se definir indicadores e conseqüentemente, um padrão para fazer comparação de desempenho operacional na oficina levando em consideração outros períodos de manutenção. Além disso, a avaliação de desempenho é realizada pelo gerente de maneira informal, assim também como a recompensa pelo esforço no desempenho. Da mesma forma, o treinamento ainda é tímido e disponibilizado apenas para um ou dois técnicos, que ficam com a função de disseminar o treinamento recebido para os demais, no momento em que se realiza uma manutenção. O percentual de 20% mostrou que os respondentes concordam com os elementos que compuseram o questionamento para o *desempenho operacional*, mesmo que informalmente.

A *rotina da tarefa* foi avaliada com questões sobre qualificação, relacionamento, segurança, ociosidade. Os resultados mostraram que o percentual discordante é 50% e na outra extremidade, os concordantes são 21%. As questões que obtiveram maior número de discordâncias foram as relacionadas com segurança e ociosidade. Sobre segurança a qualificação ou treinamento para lidar com acidentes com substâncias químicas na oficina, os comentários dos respondentes é o desconhecimento sobre medidas imediatas a serem tomadas, no caso de ocorrência de acidentes na oficina.

A ociosidade na oficina é ocasionada, segundo os relatos, é pela falta de peças ou outro material necessário para completar a tarefa, pois muitas vezes os técnicos ficam parados, esperando a empresa providenciar a compra do material. Entretanto, 21% das respostas foram concordantes sobre a necessidade de qualificação e desenvolvimento de habilidades e conhecimentos para o desenvolvimento das tarefas de manutenção e que o relacionamento na oficina é de colaboração e trabalho em equipe. Enfim, a colaboração entre os técnicos em ensinar o que conhece ao outro é espontâneo com intuito de ajudar o colega a completar a sua tarefa.

A *gestão e tecnologia* foram avaliadas com questões enfocando, metas de manutenção, organização do trabalho, comunicação, ambiente físico e sistema de informação. Os resultados mostraram que 45% das avaliações foram discordantes, Tais

avaliações, corrobora com observações realizadas no período da pesquisa, onde a não comunicação das metas de manutenção, tende a diminuir a busca por melhores resultados. Contudo, antes de definir as metas, é preciso definir os objetivos que a oficina deverá alcançar. Nesse ponto, metas e objetivos, são somadas as discordâncias das questões sobre opinião e sugestões dos colaboradores e comunicação entre setores para que não haja ruídos no entendimento.

Assim, a organização do trabalho é avaliada negativamente na delegação e estruturação de tarefas para evitar ociosidade e também pela ausência de um sistema de informação como suporte no processo e tempo de manutenção para auxiliar consultas e registros necessários. O percentual de 21% em sua maioria foi destacado com relação ao espaço físico da oficina, como mostra na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Escala de Likert – Resumo dos resultados do questionário.

| Variável | Enfoque | Discordo | Concordo | Feedback |
|-------------------------------|--|----------|----------|---|
| Desempenho Operacional | Procedimentos; controle; treinamento; avaliação e recompensas. | 53% | 20% | O percentual discordante apresenta: Falta de procedimentos padronizados; metas; controle de serviços de manutenção; indicadores, etc... |
| Rotina da Tarefa | Qualificação, relacionamento, segurança e ociosidade. | 50% | 21% | Segurança: qualificação ou treinamento para lidar com acidentes com químicos. Ociosidade: quanto a falta de peças para completar a tarefa. |
| Gestão e Tecnologia | Metas de manutenção; organização; comunicação; ambiente e Sistema de informação. | 45% | 21% | Não comunicar as metas de manutenção tende a diminuir a busca por melhores resultados. Melhorar a estrutura das tarefas para evitar ociosidade e, a ausência de CRM como suporte no processo e tempo de manutenção. |

No entanto, os respondentes comentaram que é preciso trabalhar um método para organização das ferramentas, pois elas são guardadas e não organizadas.

Cálculo para avaliar a influência das variáveis críticas e índice de atrasos na entrega dos veículos para o cliente.

Tabela 4.3 - Resumo do construto numérico do questionário na escala de Likert.

| Variável | N | Qv | PMa | PMp | VPMv | VPMt |
|------------------------|----|----|-----|-----|------|-------|
| Desempenho Operacional | 16 | 14 | 5 | 5 | 5600 | |
| Rotina da Tarefa | 16 | 12 | 5 | 5 | 4800 | 14800 |
| Gestão e Tecnologia | 16 | 11 | 5 | 5 | 4400 | |

N= Número de Entrevistados. Qv = Número de questões por variável.
 PMa = Pontuação máxima de avaliação. PMp = Pontuação máxima de peso.
 VPMv = Valor ponderado máximo por variável. VPMt = Valor ponderado máximo total.

Tabela 4.4 - Resultados ponderados de avaliação e peso do questionário na escala Likert.

| Variável | VPRv | VPRt |
|------------------------|------|------|
| Desempenho Operacional | 3637 | |
| Rotina da Tarefa | 1691 | 7232 |
| Gestão e Tecnologia | 1904 | |

VPRv = Valor ponderado real por variável. VPRt = Valor ponderado real total.

Para obter o índice de atraso na entrega do veículo

O *valor ponderado real por variável (VPR_v)* foi calculado com os dados obtido através da Tabela 4.3. Dessa forma, *valor ponderado máximo por variável (VPM_v)* foi extraído da Tabela 4.4. Com esses achados, obtivemos o índice de influência na entrega por variável e índice de influência para ocorrência de atrasos na entrega por variável.

a) Índice de Influencia na entrega do veículo por variável.

- Desempenho Operacional:

$$IIE_v = \frac{3637}{5600} \cdot 100 = 64,9\%$$

- Rotina da Tarefa:

$$IIE_v = \frac{1691}{4800} \cdot 100 = 35,2\%$$

- Gestão e Tecnologia:

$$IIE_v = \frac{1904}{4400} \cdot 100 = 43,3\%$$

b) Índice de influência para ocorrência de atrasos na entrega por variável.

- Desempenho operacional:

$$IIAE_v = (-1(\frac{3637}{5600})).100 = 35,1\%$$

- Rotina da Tarefa:

$$IAE_v = (-1(\frac{3637}{5600})).100 = 64,8\%$$

- Gestão e Tecnologia:

$$IAE_v = (-1(\frac{3637}{5600})).100 = 56,7\%$$

Os resultados apontados na Tabela 4.5 indicam que a variável *rotina da tarefa* na oficina, apresenta a maior influência para ocorrência de atrasos na entrega do serviço (veículos) ao cliente com o índice de 64,8%. Em seguida a variável *gestão e tecnologia* influenciam em segundo lugar com o índice de 56,7% seguido em terceiro lugar a variável *desempenho operacional* 35,1%.

Tabela 4.5 - Resumo dos resultados da escala de Likert.

| Variável | Índice | Resultado |
|------------------------|--------|--|
| Rotina da tarefa | 64,8% | Maior influencia para ocorrência de atrasos na entrega do veículo. |
| Gestão e Tecnologia | 56,7% | Segunda maior influência para o atraso na entrega do veículo. |
| Desempenho Operacional | 35,1% | Terceira maior influência para o atraso na entrega do veículo. |

Todavia, as três variáveis são influenciadoras e o total dessa influência para ocorrência de atraso na entrega foi obtida pelo seguinte cálculo.

$$IAE_t = (1 - (\frac{7232}{14800})) . 100 = 48,8\%$$

4.1.3.2 - Lógica Fuzzy para avaliar os índices obtidos na escala de escala de Likert.

Para avaliação dos resultados dos cálculos obtidos previamente sobre o índice de influência das variáveis críticas e índices de atrasos na entrega de veículos para os clientes, foi estabelecido os dados que estão representados na Tabela 4.6 para compor o sistema Fuzzy utilizado nesse estudo.

Tabela 4.6 - Resumo do construto das variáveis, base de regras e índices percentual para simulação Fuzzy.

| Tipo | Variáveis | | Base de Regras | | Índice % | |
|---------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|------|----------|------|
| | Linguística | Termos Linguísticos | Operador | Qtd. | Máx. | Mín. |
| Entrada | Desempenho Operacional | Baixo – Médio – Alto | E - Então | 27 | 0 | 100 |
| | Rotina da Tarefa | Não Adequada-Médio-Adequada | | | | |
| | Gestão e Tecnologia | Ruim-Regular-Bom | | | | |
| Saída | Índice de Atraso na Entrega | Baixo – Médio – Alto | | | | |

Para tanto, foram utilizadas como entrada, três variáveis já utilizadas no questionário: *desempenho operacional*; *rotina da tarefa*; *gestão e tecnologia*. A variável de saída é o “índice de atraso na entrega”. Para cada variável, foram estabelecidos três termos linguísticos e um conjunto de operadores definidos como “E - Então” em uma base com vinte e sete regras. Tais bases e limites foram estabelecidos pelos especialistas. Que foram 0% para inferior e 100% para superior. Tais limites estão relacionados com as variáveis.

Para o variável *desempenho operacional*, foi estabelecido que 0% é baixo e está relacionado à falta de procedimentos, controle, treinamento, avaliação e recompensas, sem conhecimento de metas e que a oficina não tem um padrão para realizar o serviço. Todavia, para o limite de 100% definido como alto é em decorrência de que todos os colaboradores realizam suas tarefas com empenho e qualidade atingindo um desempenho bom para a qualidade dos serviços.

Para a variável, *rotina da tarefa*, definiu-se que 0% é não adequada em decorrência de falta de segurança, incentivo e ações para qualificação, treinamento, ociosidade recorrente por falta de material. Para o limite superior de 100% é adequado em razão da boa gestão na oficina, incentivo à qualificação, número de técnicos adequados para as demandas de serviços, onde os objetivos e metas são bem definidos e comunicados a todos.

Para a variável, *gestão e tecnologia*, definiu-se que 0% é ruim e está relacionado com falta de metas de manutenção, organização, comunicação e acompanhamento de metas e falta de um sistema de informação para contribuir com o desempenho dos colaboradores. Já o limite superior de 100% é definido como uma boa gestão e com uso de tecnologia, tanto para manutenção como para controle.

Para a variável de saída, *índice de atraso na entrega*, foi definido que 0% é baixo, significa que os técnicos são qualificados, motivados, compromissados com as metas de manutenção, cumprem procedimentos mantendo bom padrão de desempenho tendo como

suporte a utilização de boa tecnologia, que impacta positivamente no prazo ideal estabelecido pela empresa para entrega dos veículos. Da mesma o limite alto de 100% é definido como um alto índice de influência e atraso na entrega do veículo no cenário atual.

a) Configurações no sistema Fuzzy do MATLAB

A partir das definições de dados, foi inserido no MATLAB versão 2015b que é um ambiente de computação gráfica. Tal ambiente disponibilizou arquivos e funções destinados ao uso da teoria dos conjuntos Fuzzy e permitiu uma interação e avaliação das informações fornecidas pelos especialistas, através da lógica Fuzzy utilizando o sistema Fuzzy, com o método de inferência Mandani, conforme demonstrado na Figura 4.4.

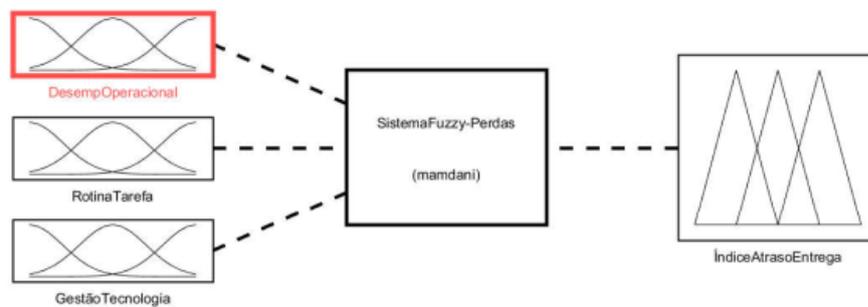


Figura 4.4 - Configuração inicial das variáveis no *Fuzzy logical toolbox*.

As variáveis de entrada “desempenho Operacional”, “rotina da tarefa” e “gestão e tecnologia”, juntamente com a variável de saída “índice de atraso para entrega”, foram inseridas no *Fuzzy logical toolbox*, assim como, o domínio e a função de pertinência de cada uma delas. Na fuzificação, são transformadas as variáveis de entrada, utilizando os termos linguísticos para representação em um conjunto difuso. As representações gráficas desse processo estão demonstradas nas Figuras 4.5 e 4.6 a seguir.

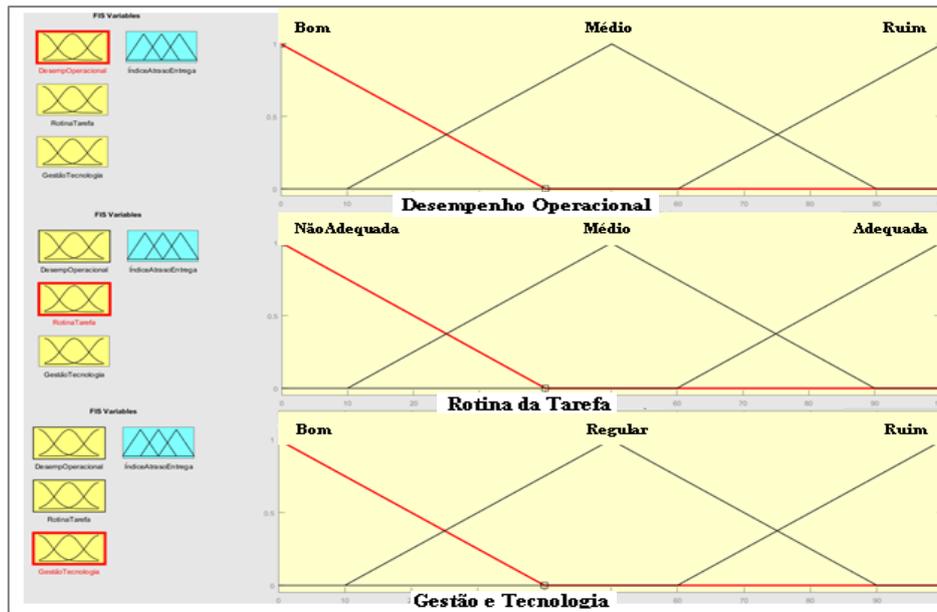


Figura 4.5 - Domínio das variáveis de entrada, limites e funções de pertinência.

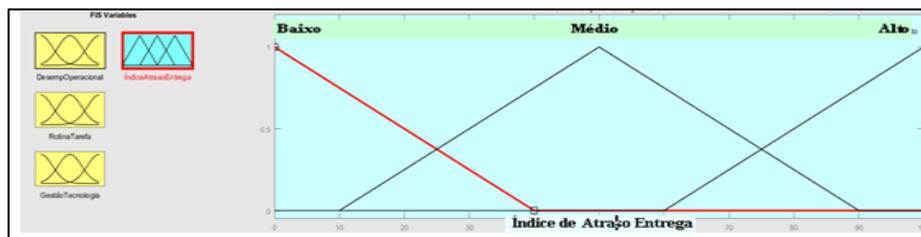


Figura 4.6 - Domínio da variável de saída limites e funções de pertinência.

O formato estabelecido para as funções de pertinência foi o triangular (trimf). O limite inferior foi estabelecido em 0% e o superior para 100%. Tais inserções serviram para estabelecer no sistema Fuzzy perdas, a representatividade desse estudo, conforme demonstrado nas Figuras 4.5 e 4.6.

Foi através do módulo de inferência que aconteceram conexões lógicas utilizadas para estabelecer relação de fuzificação e ainda, modelou a base de regras. O método Mandani utilizado nesse estudo combinou os graus de pertinência de cada um dos valores de entrada, através do operador mínimo e agregou as regras através do operador máximo.

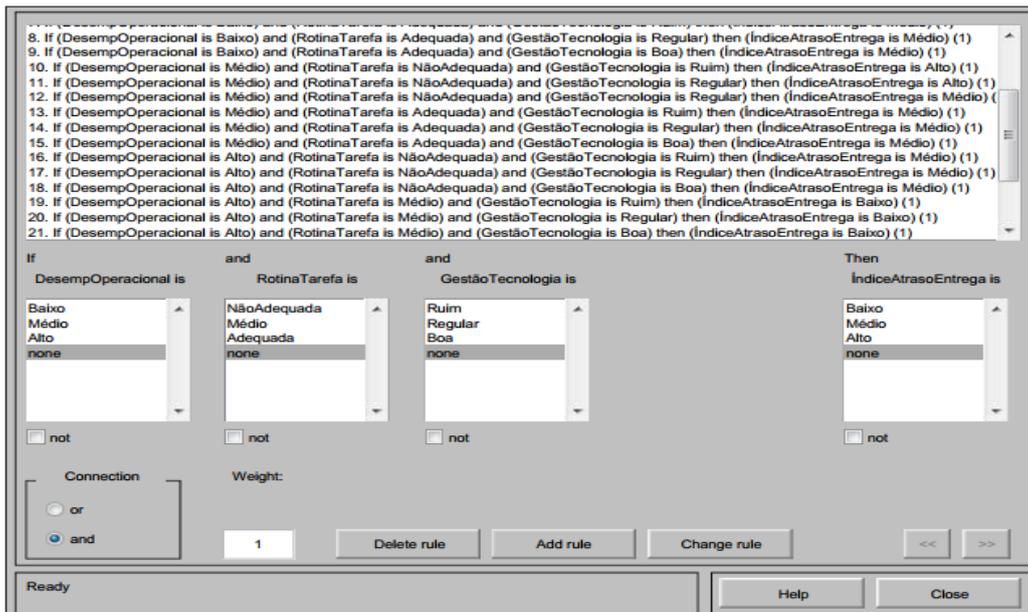


Figura 4.7 - Inferência composicional das regras utilizadas.

As regras foram definidas, levando em consideração os conectivos lógicos usados para estabelecer a relação Fuzzy na elaboração da base de regras. Logo, foram definidas vinte e sete regras e cada uma delas utilizando os operadores lógicos “E” “Então”. A conexão entre as variáveis de entrada e a variável de saída é que forneceu a saída ou controle Fuzzy adotado a partir de cada entrada Fuzzy conforme demonstrado na Figura 4.7.

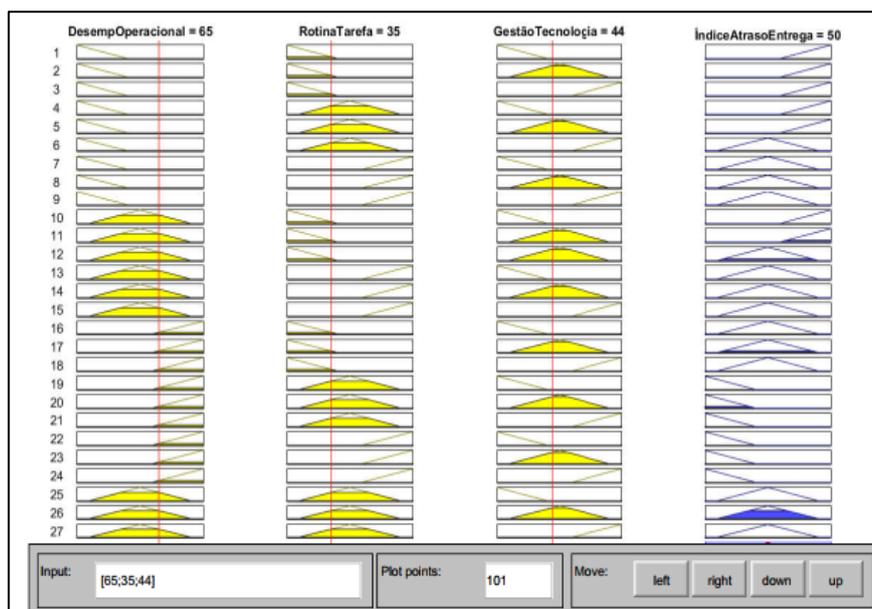


Figura 4.8 - Visualizador de regras das variáveis de entrada, saída e resultados.

Na Figura 4.8 é possível visualizar o índice de atraso na entrega, que é o valor de saída, foi obtido pela inserção das três variáveis de entrada que são *desempenho operacional*, *rotina da tarefa* e *gestão e tecnologia*. Tais valores foram oriundos dos resultados do questionário respondidos sob a percepção dos técnicos e assistentes.

O sistema Fuzzy perdás, avaliou as mesmas variáveis de acordo com a percepção do ponto de vista dos especialistas, para analisar e observar o valor obtido para a variável de saída. Nesse estudo, os especialistas são os gerentes da empresa.

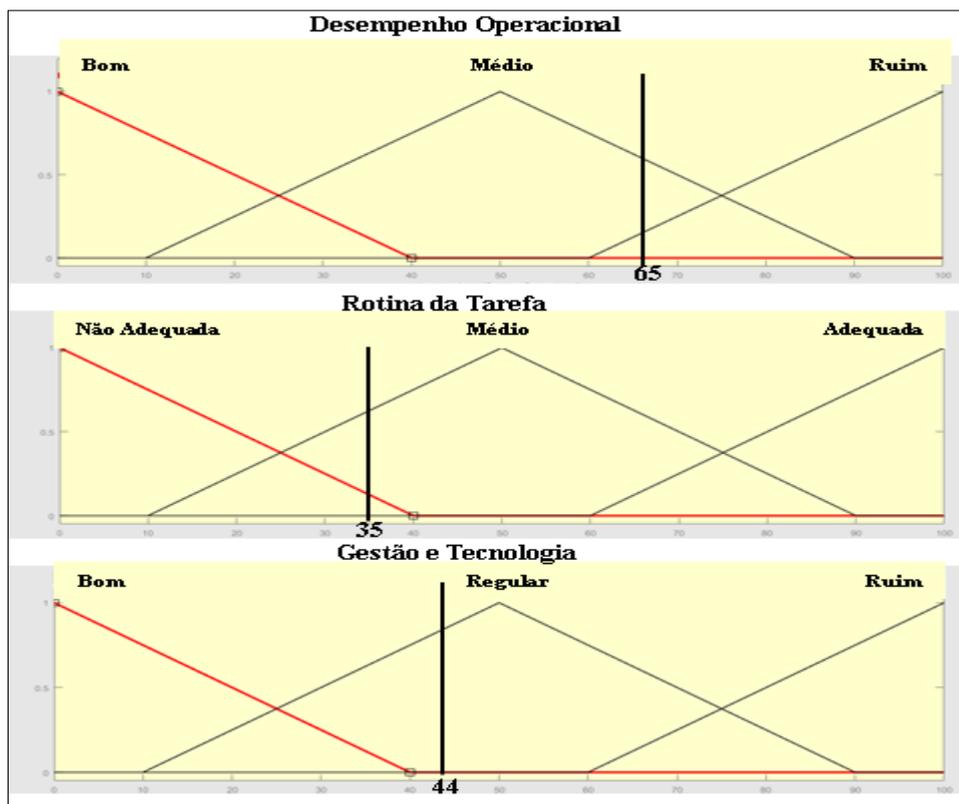


Figura 4.9 - Pertinência triangular associada ao domínio das variáveis de entrada.

De acordo com a Figura 4.9, os resultados da associação do domínio das variáveis de entrada com as funções de pertinência resultaram nos resultados por variável:

- Desempenho operacional corresponde ao domínio 65% com pertinência “média” para “ruim” com uma correspondência maior em “média”.
- Rotina da tarefa, o domínio 35% associa a pertinência maior em “não adequada” com uma correspondência em “não adequada”.
- Gestão e tecnologia, associada com pertinência “regular” e domínio com 44%.

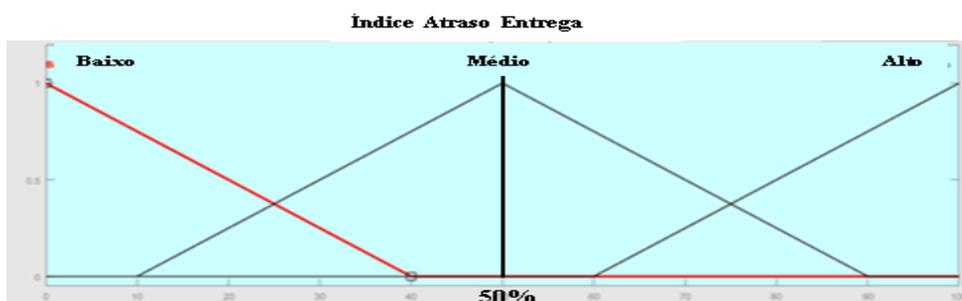


Figura 4.10 - Pertinência triangular associada ao domínio da variável de saída.

De acordo com a Figura 4.10, a variável de saída “Índice de atraso na entrega” obteve o resultado de 50% e está posicionado como “médio”, quando associado a função de permanência e o domínio da variável de 0 a 100%.

Resultados obtidos com uso da escala de Likert e lógica Fuzzy.

Os dois métodos permitiram tratar de forma numérica, variáveis qualitativas que envolviam satisfação e importância na percepção dos respondentes em relação ao *desempenho operacional, rotina da tarefa e gestão e tecnologia*, no processo de manutenção na oficina de ar condicionado automotivo para veículos de grande porte.

Tabela 4.7 - Comparação e resumo dos resultados obtidos com uso da escala de Likert e lógica Fuzzy.

| Variáveis Críticas | Procedimentos de Cálculos | | | Resultados | |
|------------------------|---------------------------|------------------|----------|------------------|---------------|
| | IIAE _v | Método | Software | IAE _t | Classificação |
| Desempenho Operacional | 65% | Escala de Likert | EXCEL® | 48,80% | Médio |
| Rotina da Tarefa | 35% | Lógica Fuzzy | MATLAB® | 50% | |
| Gestão e Tecnologia | 44% | | | | |

IIAE_v = Índice de Influência de atraso na entrega por variável.

IAE_t = Índice de Atraso na entrega total.

De acordo com a Tabela 4.7 mostras comparações entre os dois métodos, que resultaram em saídas de valores com uma boa aproximação. Uma vez que, os resultados obtidos com a escala de Likert para o *índice de atraso na entrega (IAE)* é 48,8% e o método da lógica Fuzzy resultou para o *índice de atraso na entrega (IAE)* de 50%. Além disso, constata-se que nos resultados dos dois métodos, a diferença entre eles é baixa, confirmando assim, a realidade do processo na percepção dos técnicos e assistentes, bem como, dos gerentes da empresa estudada, ou seja, operacional e gerencial.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

O momento atual exige do setor de manutenção de ar condicionado de veículos de linha pesada em oficinas independentes, esforços contínuos em decorrência de pressões por reduções de custos nas operações e processos, para o enfrentamento da concorrência e disputa por bons clientes.

A metodologia utilizada nessa pesquisa demonstrou a importância da investigação das perdas direcionada sob o alicerce da função operação e função processo e nos fluxos de materiais e serviços. Tais alicerces resultaram no conhecimento e identificação dos fenômenos que ocorreram no serviço de manutenção, como fluxo do trabalho, ou seja, os materiais no tempo e espaço e a rotina dos técnicos nos diferentes estágios de execução, para a efetivação da transformação dos materiais em serviço que possibilitaram a identificação das perdas e priorização da perda crítica “*espera*” (atraso na entrega dos veículos). Assim, foram cumpridos o 1º e 2º objetivos específicos desse estudo.

As causas influenciadoras e as variáveis críticas que geram perdas no processo e o consequente atraso na entrega dos veículos, foram identificadas levando em consideração a estrutura organizacional e operacional da empresa definidas no diagrama de causa e efeito, relacionando os fatores que afetam o processo e as variáveis críticas oriundas desses fatores. Logo, o 3º objetivo desse estudo foi cumprido.

Para cumprir o 4º objetivo desse estudo foram utilizados dois métodos. O primeiro foi a aplicação de questionários utilizando a escala de *Likert* para medir a influência das variáveis identificadas no diagrama de causa e efeito na entrega dos veículos para o cliente, na percepção de técnicos e assistentes. O segundo foi a lógica Fuzzy que avaliou os resultados dos cálculos obtidos previamente nos resultados numéricos da escala de *Likert*, sobre o índice de influência das variáveis críticas e índices de atrasos na entrega de veículos no *Fuzzy logical toolbox* do MATLAB. Os dois métodos permitiram tratar de forma numérica, variáveis qualitativas que envolviam satisfação e importância na percepção dos respondentes em relação ao *desempenho operacional, rotina da tarefa e gestão e tecnologia*, no processo de manutenção na oficina de ar condicionado automotivo para veículos de grande porte e se baseou na percepção dos gerentes da empresa.

Por fim, relacionam-se os fatos investigados com os princípios do sistema Toyota de produção, que entende as operações e processos através da transformação dos materiais em serviços, e esses, são resultados de ações das operações executadas em busca contínua para redução de custos, através da investigação e eliminação de perdas. Tais princípios foram fundamentais para o cumprimento do objetivo geral desse estudo que foi mapear o tipo de perda crítica no processo de manutenção automotiva nas funções operação e processo, avaliando os fatores que influenciam essa perda no fluxo de materiais e serviços.

5.2 - SUGESTÕES

Para trabalhos futuros:

- Aplicar o mapeamento de perdas não somente no processo de manutenção de ar condicionado automotivo, mais também em processos de pintura automotiva, lanternagem, funilaria, e mecânica em microempresas.
- Utilizar a lógica Fuzzy com outras formas de função de pertinência, além da triangular utilizada nesse estudo e para a simulação de decisão para estoque ideal de peças na oficina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONIALLI, F., ANTONIALLI, L. M., ANTONIALLI, R. Uses and Abuses of the Likert Scale: Bibliometric Study in the Proceedings of Enanpad from 2010 to 2015. **Reuna**, v. 22, n. 4, pp. 1-19, 2017.

ANTUNES, J. *et al.* **Sistema de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman; 2008.

ANTUNES, J. *et al.* **Uma revolução na produtividade: a gestão lucrativa dos postos de trabalho**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

ABREU, Q. L., VACCARO, G. L. R. Wastes in product design management: A study based on the production. **Revista Espacios**, v. 38, n. 17, pp. 1-20, 2017.

ALMEIDA, P. S. **Manutenção mecânica industrial: conceitos básicos e tecnologia aplicada**. reimpr. São Paulo: Érica; 2017.

ALMEIDA, P. S. **Gestão da Manutenção aplicada às áreas industrial, predial e elétrica**. São Paulo: Érica; 2017.

ANDRADE, A. R., ROSEIRA, C. Information as the Link Between Purpose, Processes, and People: a Study of the Portuguese Institutions. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 1, pp. 107-116, 2018.

ARSLANKAYA, S., ATAY, H. Maintenance Management and Lean Manufacturing Practices in a Firm Which Produces Dairy Products. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 207, n. 1, pp. 214-224, 2015.

BARBROW, S., HARTLINE, M. Process mapping as organizational assessment in academic Librarie. **Performance Measurement and Metrics**, v. 16, n. 1, pp. 34-47, 2015.

BRAGA, H. C., MOITA, G. F., ALMEIDA, P. E. M. O uso da lógica fuzzy para suporte à tomada de decisões em modelagens de sistemas multiagentes. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia - RIPE**, v. 2, pp. 124-137, 2016.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica do futuro**. Porto Alegre: Artes médicas; 1998.

CAMPOS FILHO, Pio. **Método para apoio à decisão na verificação da sustentabilidade de uma unidade de conservação, usando lógica Fuzzy**. 2004. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CORREA, L. H., GIANESI, I. G. N., CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, oracle applications e outros softwares integrados de gestão**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

CUMMINS, R. A., GULLONE, E. Why we should not use 5-point Likert scales: the case for subjective quality of life measurement. In. **Second International Conference on Quality of Life in Cities**, Singapore, 2000.

CURY, A. **Organização e métodos: Uma visão holística**. São Paulo: Atlas, 2015.

DE SORDI, J. O. **Gestão por processos: uma abordagem da moderna administração**. 5 ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

GIANNINI, S. P. P., LATORRE, M. R. D. O., FERREIRA, L. P. Questionário Condição de Produção Vocal - Professor: comparação entre respostas em escala Likert e em escala visual analógica. **CoDAS**, São Paulo, v. 28, n. 1, pp. 53-58, 2016.

GOMES, F. M. M., FAUSTINO, G. G., TONANI, M., PORCINCULA, S., SOMERA, S. C., BEICKER, W., PAZIN-FILHO, A. Mapeamento do fluxo de trabalho: Engenharia Clínica do HCFMRP-USP. **Revista de Medicina USP**, v. 48, n. 1, pp. 41-47, 2015.

LAURINTINO, T. K. S., LAURINTINO, T. N. S., SOUZA, T. P. C., CHINELATE, G. C. B. Ferramenta da gestão da qualidade total: estudo de caso em uma indústria de laticínio. **Revista Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 8, pp. 12033-12072, 2019.

LIKER; J. K.; MEIER; D. **O Modelo Toyota: manual de aplicação**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIKER, J. K., CONVIS, G. L. **O Modelo Toyota de Liderança Lean**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman; 2013.

LUCAS, A. S. *et al.* Mapeamento de Processos: um estudo no ramo de serviços **IJIE: Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**. v. 7, n. 14, pp. 108-128, 2015.

LIMA, J. S. *et al.* Fuzzy logic and geostatistics in studying the fertility of soil cultivated with the rubber tree. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 49, n. 2, pp. 228-238, 2018.

LOUREIRO, J.P.B., FUKUSHIMA, F. M., SOUZA, P. C. S., SOARES, P. S., PESSOA, T. B. Estudo da identificação dos problemas rotineiros e cálculo do nível de eficiência nos processos industriais da Cooperativa Mista de Tomé-Açu (CAMTA). **Revista Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 4, pp. 2418-2429, 2020.

MONCHY, François. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.

MELO, J.C.S., MORAES, R.M. Sistema Espacial de Suporte à Decisão para Gestão do Combate ao Dengue usando Lógica Fuzzy. **TEMA**, v.19, n. 3, pp. 405-421, 2018.

MADRUGA, R. **Gestão do relacionamento: a revolução na experiência do cliente**. São Paulo: Atlas, 2018.

NEPOMUCENO, L. X., **Técnicas de manutenção preditiva**. 1ª Ed., 9ª reimpressão, São Paulo: Blucher, 2018.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 2005.

OHNO, T. **Gestão dos Postos de Trabalho**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

OLIVEIRA, F. S., MENDES, L. D. S., COSTA, R. A. Implantação do sistema de produção enxuta em uma indústria de autopeças utilizando a metodologia lean manufacturing. In: **Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe**, v. 5, n. 1, pp. 194-208, São Cristóvão, Sergipe, Novembro, 2018.

POSSARLE, R. **Ferramentas da qualidade**. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2014.

PAULA, D. L. M. *et al.* Saneamento nas embarcações fluviais de passageiros na Amazônia: uma análise de risco ao meio ambiente e à saúde por meio da lógica fuzzy. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, pp. 283-294, 2019.

ROBAYO-AVENDAÑO, A. *et al.* Medición de la percepción pública de los OGM con una escala tipo Likert. **Agrociencia**, v.52, n.5, pp.767-781, 2018.

SHINGO, S. **Kaisen: e a arte do pensamento criativo**. Porto Alegre: Bookman, 2010

SHINGO; S. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Dados Eletrônicos. Porto Alegre: Bookman, 2007.

SPHEROS Climatização do Brasil S/A. **Manual do Proprietário: ar condicionado de mini ônibus e micro-ônibus**. Caxias do Sul: Spheros, 2017.

SOUZA, M. C. *et al.* Identificação de perdas em processo de e-commerce segundo o referencial do Sistema Toyota de Produção. **HOLOS**, v. 8, n.32, pp. 192-210, 2017.

SANTINO, C. N. **Metodologia para mapeamento das perdas em um processo de fundição com aplicação da escala Likert e da Lógica fuzzy**. 2018. 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

SEBRAE, Serviço Brasileiro de Apoio a Pequena e Média Empresa. **Perfil das Micro Empresas e Empresas de Pequeno Porte**. Brasília: SEBRAE, 2018.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. 8. ed. Tradução de Daniel Vieira. São Paulo: Atlas, 2018.

TAVARES, L. **Administração Moderna da Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.

VIANA, H. R. G. **PCM Planejamento e Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Qualimark, 2002.

VIEIRA, J. L. **História do Automóvel: a Evolução da Mobilidade de 1908 a 1950 - Vol. 2**. São Paulo: Alaúde, 2009.

XENOS, H.G.P. **Gerenciando a manutenção produtiva**. 2. ed. Nova Lima: Falconi, 2014

XENOS, H.G.P. **Managing productive maintenance: best practices to eliminate equipment failures and maximize productivity**. 1 ed. Nova Lima: Falconi, 2017.

A história do ar condicionado automotivo, **WEB AR CONDICIONADO**, 2017.
Disponível em: <<http://www.webarcondicionado.com.br/a-historia-do-arcondicionado-automotivo>>. Acesso em: 29 de setembro de 2020, 10h45min.

APÊNDICE A

ROTEIRO DE ENTREVISTA

PERFIL DO ENTREVISTADO

NOME: _____ SETOR: _____

CARGO/FUNÇÃO: _____ TEMPO DE EXPERIÊNCIA: _____

1. Quais são as Processos/Atividades do setor?
2. Por que esse Processo/Atividade é realizado no seu setor?
3. Quem são os principais usuários/beneficiários/demandantes do processo?
4. Descreva como o Processo/Atividade é executado.
5. Quem é o setor responsável pelo Processo/Atividade?
6. Quem são os setores envolvidos nesse Processo/Atividade?
7. O Processo/Atividade é sazonal ou rotineira?
8. O atividade dura quanto tempo? __Horas __Dias __Semanas __indefinido
9. Quantas vezes o ciclo de início e fim do atividade acontece durante o dia/mês/ano?
__vezes por **dia** __vezes por **mês** __vezes por **ano**
10. Existe alguma previsão de custo do Processo/Atividade?
() Sim () Não
11. O Processo/Atividade já foi mapeado?
() Sim () Não
12. O Processo/Atividade está informatizado?
() Sim () Não
13. O Processo/Atividade pode ser informatizado?
() Sim () Não
14. O Processo/Atividade precisa utilizar alguma ferramenta de tecnologia?
() Sim () Não
15. O Processo/Atividade necessita utilizar alguma ferramenta?
() Sim () Não
16. Qual ferramenta precisa ser utilizada no processo?

APÊNDICE B

LEVANTAMENTO DAS TAREFAS NO SERVIÇO DE MANUTENÇÃO.

| | |
|-------------------------------|----------------------|
| Setor: _____ | Data: ____/____/____ |
| Gerente () Técnico () _____ | |

| Atividade: | | Tempo (h/m) | Distância (m ²) |
|------------|--|----------------|--------------------------------|
| Tarefas | | | |
| | | | |
| | | | |

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO VARIÁVEL GESTÃO E TECNOLOGIA

| Perguntas (P) | DESEMPENHO OPERACIONAL | ESCALA | | | | | PESOS | | | | |
|-------------------------------|--|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 - Discordo Totalmente 2 - Discordo 3 - Neutro 4 - Concordo 5 - Concordo Totalmente | | | | | 1- Sem importância 2 - Pouco Importante 3 - Indiferente 4 - Importante 5 - Muito Importante | | | | |
| Elementos na Escala de Likert | | Concordância | | | | | Importância | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| P1 | Existe padrão de tempo para fornecimento de materiais e peças solicitados pela oficina. | | | | | | | | | | |
| P2 | As manutenções na oficina são acompanhadas por indicadores e cada um conhece seu desempenho. | | | | | | | | | | |
| P3 | Os técnicos e auxiliares sabem como são medidos os resultados do seu trabalho na oficina | | | | | | | | | | |
| P4 | No posto de trabalho o pedido de materiais e peças é rápido e não ocasiona erros. | | | | | | | | | | |
| P5 | Treinamentos em novas tecnologias de máquinas de ar condicionado são disponibilizados para todos. | | | | | | | | | | |
| P6 | As faltas no trabalho de técnicos não prejudicam o resultado para a entrega do serviço ao cliente. | | | | | | | | | | |
| P7 | Para fazer a manutenção de ar condicionado é preciso ter capacitação e conhecimento atualizado. | | | | | | | | | | |
| P8 | Tem-se acesso fácil a informações e instrumentos para desenvolver as tarefas com qualidade. | | | | | | | | | | |
| P9 | Para não ampliar o atraso da entrega do serviço é frequente a necessidade de fazer horas extras. | | | | | | | | | | |
| P10 | Existe ação de recompensa individual e/ou por equipe para resultados positivos no desempenho. | | | | | | | | | | |

APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO ROTINA DA TAREFA

| Perguntas (P) | ROTINA DA TAREFA | ESCALA | | | | | PESOS | | | | |
|-------------------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 - Discordo Totalmente 2 - Discordo 3 - Não concordo e nem discordo 4 - Concordo 5 - Concordo Totalmente | | | | | 1- Sem importância 2 - Pouco Importante 3 - Indiferente 4 - Importante 5 - Muito Importante | | | | |
| Elementos na Escala de Likert | | Avaliação | | | | | Importância | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| P1 | Existe padrão de tempo para fornecimento de materiais e peças solicitados pela oficina. | | | | | | | | | | |
| P2 | As manutenções na oficina são acompanhadas por indicadores e cada um conhece seu desempenho. | | | | | | | | | | |
| P3 | Os técnicos e auxiliares sabem como são medidos os resultados do seu trabalho na oficina | | | | | | | | | | |
| P4 | No posto de trabalho o pedido de materiais e peças é rapidamente atendido. | | | | | | | | | | |
| P5 | Treinamentos em novas tecnologias de máquinas de ar condicionado são disponibilizados para todos. | | | | | | | | | | |
| P6 | As faltas no trabalho de técnicos não prejudicam o resultado para a entrega do serviço ao cliente. | | | | | | | | | | |
| P7 | O número de técnicos é adequado para as demandas do serviço na oficina? | | | | | | | | | | |
| P8 | Tem-se acesso fácil a informações e instrumentos para desenvolver as tarefas com qualidade. | | | | | | | | | | |
| P9 | Para não ampliar o atraso da entrega do serviço é frequente a necessidade de fazer horas extras. | | | | | | | | | | |
| P10 | Existe ação de recompensa individual e/ou por equipe para resultados positivos no desempenho. | | | | | | | | | | |

APÊNDICE E

VARIÁVEL ROTINA DA TAREFA

| Perguntas (P) | VARIÁVEL ROTINA DA TAREFA | ESCALA | | | | | PESOS | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 - Discordo Totalmente 2 - Discordo 3 - Não concordo e nem discordo 4 - Concordo 5 - Concordo Totalmente | | | | | 1- Sem importância 2 - Pouco Importante 3 - Indiferente 4 - Importante 5 - Muito Importante | | | | |
| Elementos na Escala de Likert | | Avaliação | | | | | Importância | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| P1 | Existe procedimentos de execução dos serviços e normas de segurança estabelecido para execução da tarefa. | | | | | | | | | | |
| P2 | O fluxo das tarefas no posto faz com que duas ou mais tarefas tenha que ser feita ao mesmo tempo. | | | | | | | | | | |
| P3 | As paradas programadas para almoço e descanso tem horário definido e esses horários são cumpridos. | | | | | | | | | | |
| P4 | Os técnicos e auxiliares tem habilidades e conhecimentos para o desempenho das tarefas. | | | | | | | | | | |
| P5 | Os colaboradores estão treinados para lidar com acidentes com gases, soldas, vapores. | | | | | | | | | | |
| P6 | A parada não programa dos técnicos por motivos externos (Ex: falta de peças, materiais, etc.) não influencia no tempo de entrega do serviço para o cliente. | | | | | | | | | | |
| P7 | Na montagem e desmontagem de máquinas requer constantemente uso de manuais, esquemas que estão disponíveis para a oficina. | | | | | | | | | | |
| P8 | O relacionamento na oficina é de colaboração e trabalho em equipe. | | | | | | | | | | |
| P9 | Atraso no serviço ocasiona insatisfação no cliente e desgaste para a empresa, mas, não afeta a oficina. | | | | | | | | | | |
| P10 | Computadores na oficina para consultas e registros de serviços executados, solicitações de peças e materiais não teria utilidade na oficina. | | | | | | | | | | |

ANEXO I

O.S DE ENTRADA E N.F DE SAÍDA PARA CÁLCULO DO TMA_s

| OS | Entrada | Saída | TL_i |
|-----|------------|------------|--------|
| 501 | 02/04/2019 | 04/04/2019 | 2 |
| 502 | 02/04/2019 | 08/04/2019 | 6 |
| 503 | 02/04/2019 | 04/04/2019 | 2 |
| 504 | 02/04/2019 | 05/04/2019 | 3 |
| 505 | 04/04/2019 | 05/04/2019 | 1 |
| 506 | 04/04/2019 | 06/04/2019 | 2 |
| 507 | 04/04/2019 | 09/04/2019 | 5 |
| 508 | 05/04/2019 | 09/04/2019 | 4 |
| 509 | 05/04/2019 | 08/04/2019 | 3 |
| 510 | 08/04/2019 | 11/04/2019 | 3 |
| 511 | 08/04/2019 | 12/04/2019 | 4 |
| 512 | 08/04/2019 | 12/04/2019 | 4 |
| 513 | 09/04/2019 | 11/04/2019 | 2 |
| 514 | 10/04/2019 | 18/04/2019 | 8 |
| 515 | 10/04/2019 | 15/04/2019 | 5 |
| 516 | 10/04/2019 | 12/04/2019 | 2 |
| 517 | 10/04/2019 | 13/04/2019 | 3 |
| 518 | 11/04/2019 | 18/04/2019 | 7 |
| 519 | 11/04/2019 | 15/04/2019 | 4 |
| 520 | 11/04/2019 | 15/04/2019 | 4 |
| 521 | 12/04/2019 | 13/04/2019 | 1 |
| 522 | 15/04/2019 | 16/04/2019 | 1 |
| 523 | 15/04/2019 | 20/04/2019 | 5 |
| 524 | 16/04/2019 | 18/04/2019 | 2 |
| 525 | 16/04/2019 | 18/04/2019 | 2 |
| 526 | 17/04/2019 | 20/04/2019 | 3 |
| 527 | 19/04/2019 | 22/04/2019 | 3 |
| 528 | 19/04/2019 | 20/04/2019 | 1 |
| 529 | 19/04/2019 | 22/04/2019 | 3 |
| 530 | 19/04/2019 | 23/04/2019 | 4 |
| 531 | 22/04/2019 | 24/04/2019 | 2 |
| 532 | 22/04/2019 | 24/04/2019 | 2 |
| 533 | 22/04/2019 | 24/04/2019 | 2 |
| 534 | 22/04/2019 | 23/04/2019 | 1 |
| 535 | 24/04/2019 | 27/04/2019 | 3 |
| 536 | 24/04/2019 | 27/04/2019 | 3 |
| 537 | 24/04/2019 | 25/04/2019 | 1 |
| 538 | 24/04/2019 | 27/04/2019 | 3 |
| 539 | 25/04/2019 | 30/04/2019 | 5 |
| 540 | 25/04/2019 | 26/04/2019 | 1 |
| 541 | 25/04/2019 | 29/04/2019 | 4 |
| 542 | 26/04/2019 | 29/04/2019 | 3 |
| 543 | 26/04/2019 | 30/04/2019 | 4 |
| 544 | 29/04/2019 | 30/04/2019 | 1 |
| 545 | 29/04/2019 | 30/04/2019 | 1 |