

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HENRIQUE GOMES DE ANDRADE

**PROPOSTA DE *LAYOUT* DE ESTOQUE PARA UMA
EMPRESA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS USADAS**

Governador Valadares

Novembro de 2018

HENRIQUE GOMES DE ANDRADE
henripegomesdeandrade18@gmail.com.

**PROPOSTA DE *LAYOUT* DE ESTOQUE PARA UMA
EMPRESA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS USADAS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Produção.

Orientadora: Mônica Clara Argolo Gonçalves

Governador Valadares
Novembro de 2018



ANEXO V – ATA DE DEFESA

Aos 26 dias do mês de novembro de 2018, às 18:00 horas, na sala de Desenho e Cartografia deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso elaborado pelo aluno Henrique Gomes de Andrade, intitulado “Proposta de *layout* de estoque para uma empresa de peças automotivas usadas”, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores Mônica Clara Argolo Gonçalves, Willerson Custódio da Silva, Débora Rosa Nascimento e Grasiela Aparecida Coura Querobino Alvarenga.

A comissão examinadora deliberou pela Aprovação do aluno, com a nota 88,2. Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo aluno.

Mônica Clara

Orientadora: Mônica Clara Argolo Gonçalves

Willerson

Coorientador: Willerson Custódio da Silva

Débora Rosa Nascimento

Débora Rosa Nascimento – IFMG - GV

Grasiela Coura

Grasiela Aparecida Coura Querobino Alvarenga – IFMG - GV

Henrique Gomes de Andrade
Aluno: Henrique Gomes de Andrade

TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do trabalho de conclusão de curso intitulado "Proposta de *layout* de estoque para uma empresa de autopeças usadas" é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

Governador Valadares, 26 de Novembro de 2018.

Henrique Gomes de Andrade
Henrique Gomes de Andrade

Dedico esta conquista à
toda a minha família que
sempre acreditou em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer à Deus por me dar forças e me possibilitar de chegar até esse momento.

Agradeço à minha mãe, que batalhou toda a vida para manter a nossa família, e sem ela eu não teria condições de chegar até aqui.

Agradeço à minha namorada que esteve ao meu lado nos últimos anos e nos momentos difíceis se manteve comigo todo o tempo.

Agradeço aos meus irmãos por fazerem parte dessa conquista.

Agradeço aos meus familiares que sempre torceram por mim durante esse período da faculdade.

Agradeço aos meus amigos próximos por acreditarem que eu iria conseguir vencer essa luta.

Agradeço à empresa que abriu suas portas para que fosse possível concluir o desafio que foi realizar esse trabalho de conclusão de curso e também aos seus funcionários que de alguma maneira colaboraram com a execução desse trabalho.

Agradeço à minha orientadora e ao meu coorientador por aceitarem a me orientar nesse último desafio da faculdade.

Agradeço à todos os professores que acreditaram em mim e também por toda a paciência que tiveram para passarem os seus conhecimentos nos últimos anos, sempre de maneira alegre, simpática, com ética e respeito na sala de aula, pois sem eles, hoje eu não chegaria até aqui.

Muito obrigado a todos!

*“O insucesso é apenas
uma oportunidade para
recomeçar de novo e com mais
inteligência.”*

Henry Ford

RESUMO

ANDRADE, Henrique G. Proposta de *layout* de estoque para uma empresa de peças automotivas usadas, 2018. (Graduação em Engenharia de Produção). Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares.

Este trabalho é resultado de um estudo realizado no galpão do estoque de carros batidos em uma empresa do ramo de varejo de peças automotivas usadas. Com o objetivo de alcançar ótimos níveis de produtividade, um planejamento de *layout* se faz fundamental em qualquer organização independente do ramo de atividade que a mesma atue. O foco deste trabalho foi elaborar uma proposta para modificar a distribuição física dos recursos materiais, que se tratam dos veículos batidos em estoque, levando em consideração questões estratégicas como demanda de atendimentos e distâncias percorridas pelos funcionários durante as operações. Para tal, foi realizado um levantamento bibliográfico de alguns temas necessários, como *layout*, estoque, *layout* de estoque e ferramentas de gestão para auxiliar na elaboração da proposta do novo arranjo físico para a empresa. Os dados relativos à planta baixa da empresa, volume e disposição física dos itens estocados, volume e frequência de vendas foram todos coletados pessoalmente, através de visitas realizadas na empresa. Os softwares que auxiliaram com tratamento dos dados e geração de resultados foram AutoCad e Microsoft Excel.

Palavras-chave: *layout*, estoque, *layout* de estoque

ABSTRACT

This work is the result of a study carried out in the stockpile of carcasses at a retail company of used automotive parts. In order to achieve optimum levels of productivity, layout planning becomes essential in any organization independent of the branch of activity that it operates. The focus of this work was to elaborate a proposal to modify the physical distribution of material resources, which are about the stock vehicles, taking into account strategic issues such as the demand for services and the distances covered by the employees during the operations. For this, a bibliographical survey was carried out on some necessary topics, such as layout, inventory, inventory layout and management tools to assist in the elaboration of the proposal of the new physical arrangement for the company. Data on the company's floor plan, volume and physical layout of stock items, volume and frequency of sales were all collected in person, through visits to the company. The software that aided with data processing and the generation of results were AutoCad and Microsoft Excel.

Key-words: *layout; stock; stock layout.*

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Exemplo de arranjo físico funcional | 26 |
| Figura 2 | Exemplo de arranjo físico por produto | 28 |
| Figura 3 | Exemplo de arranjo físico posicional | 29 |
| Figura 4 | Exemplo de arranjo físico celular | 31 |
| Figura 5 | Exemplo de arranjo físico misto | 32 |
| Figura 6 | Representação do gráfico Produto Volume (Diagrama PV) | 43 |
| Figura 7 | Representação gráfica de uma curva de classificação ABC | 45 |
| Figura 8 | Exemplo de Diagrama de Espaguete sobre uma planta baixa | 49 |
| Figura 9 | Etapas para a execução da proposta de novo <i>layout</i> | 56 |
| Figura 10 | Estoque de carros batidos da empresa | 60 |
| Figura 11 | Fluxograma do processo da empresa | 61 |
| Figura 12 | Imagem aérea da empresa | 63 |
| Figura 13 | <i>Layout</i> de estoque atual da empresa com Diagrama de Espaguete | 66 |
| Figura 14 | Diagrama PV para volume de estoque por marca | 68 |
| Figura 15 | Curva ABC para o volume de estoque por marca | 69 |
| Figura 16 | Diagrama PV para volume de vendas por marca no período | 70 |
| Figura 17 | Curva ABC para volume de vendas por marca no período | 71 |
| Figura 18 | Curva ABC para distância média total percorrida por marca | 74 |
| Figura 19 | Primeira proposta de <i>layout</i> de estoque com Diagrama de Espaguete | 77 |
| Figura 20 | Segunda proposta de <i>layout</i> de estoque com Diagrama de Espaguete | 82 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|----------|---|----|
| Quadro 1 | Tipos de estoque | 38 |
| Quadro 2 | Razões para a manutenção de estoques | 39 |
| Quadro 3 | Critérios para avaliação de alternativas de <i>layout</i> . | 53 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabela 1 | Distâncias médias de transporte por marca no <i>layout</i> atual | 73 |
| Tabela 2 | Distâncias médias de transporte da primeira proposta de <i>layout</i> | 79 |
| Tabela 3 | Comparação de resultados entre <i>layout</i> atual e primeira proposta | 80 |
| Tabela 4 | Distâncias médias de transporte da segunda proposta de <i>layout</i> | 83 |
| Tabela 5 | Comparação de resultados entre <i>layout</i> atual e segunda proposta | 84 |
| Tabela 6 | Comparação de resultados entre a primeira e segunda proposta | 85 |
| Tabela 7 | Dados pareados entre <i>layout</i> atual e a primeira proposta | 87 |
| Tabela 8 | Resultados do teste T pareado entre <i>layout</i> atual e primeira proposta | 88 |
| Tabela 9 | Dados pareados entre <i>layout</i> atual e a segunda proposta | 89 |
| Tabela 10 | Resultados do teste T pareado entre <i>layout</i> atual e segunda proposta | 89 |
| Tabela 11 | Matriz para avaliação das alternativas de <i>layout</i> elaboradas | 91 |

ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES

| | | |
|----------------|--|----|
| PERT | <i>Program Evaluation and Review Technique</i> | 28 |
| CPM | <i>Critical Path Method</i> | 28 |
| VSM | <i>Value Stream Mapping</i> | 35 |
| 5S | 5 Sensores | 35 |
| ILL | Inspeção Limpeza e Lubrificação | 35 |
| SLP | <i>Systematic Layout Planning</i> | 42 |
| PV | Produto Volume | 42 |
| DMT | Distância média de Transporte | 49 |
| DM ESTQ | Distância média entre balcão e estoque | 73 |
| DMTPeça | Distância Média de Transporte por peça | 73 |
| P1 | Primeira proposta de <i>layout</i> | 80 |
| P2 | Segunda proposta de <i>layout</i> | 84 |
| H0 | Hipótese nula | 86 |
| H1 | Hipótese alternativa | 87 |
| m ² | Metros quadrados | 91 |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO AO ESTUDO | 17 |
| 1.1 | FORMULAÇÃO DO PROBLEMA | 18 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA..... | 19 |
| 1.3 | OBJETIVOS..... | 20 |
| 1.3.1 | Objetivo Geral | 20 |
| 1.3.2 | Objetivos Específicos | 20 |
| 1.4 | ESTRUTURA DO TRABALHO | 20 |
| 2 | ARRANJO FÍSICO (<i>LAYOUT</i>) | 22 |
| 2.1 | IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DO <i>LAYOUT</i> | 23 |
| 2.2 | OBJETIVOS DO <i>LAYOUT</i> | 24 |
| 2.3 | TIPOS DE <i>LAYOUT</i> | 25 |
| 2.3.1 | <i>Layout</i> funcional (por processos) | 25 |
| 2.3.2 | <i>Layout</i> por produto | 26 |
| 2.3.3 | <i>Layout</i> posicional | 28 |
| 2.3.4 | <i>Layout</i> celular | 29 |
| 2.3.5 | <i>Layout</i> misto (Híbrido)..... | 31 |
| 2.4 | <i>LAYOUT</i> DE ESTOQUE..... | 33 |
| 2.4.1 | Funções e objetivos do <i>layout</i> do estoque | 34 |
| 2.5 | <i>LAYOUT</i> ENXUTO..... | 35 |
| 3.2 | IMPORTÂNCIA DO ESTOQUE | 38 |
| 3.3 | FUNÇÕES E OBJETIVOS DO ESTOQUE | 40 |
| 3.4 | DESVANTAGENS DO ESTOQUE | 41 |
| 4 | FERRAMENTAS PARA PROJETO DE <i>LAYOUT</i> DE ESTOQUE | 42 |
| 4.1 | DIAGRAMA PV (HISTOGRAMA)..... | 42 |
| 4.2 | CURVA ABC (CURVA DE PARETO) | 43 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3 | MAPEAMENTO DE PROCESSOS | 46 |
| 4.4 | DIAGRAMA DE ESPAGUETE..... | 48 |
| 4.5 | DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT)..... | 49 |
| 4.6 | ETAPAS PARA PROJETO DE <i>LAYOUT</i> | 50 |
| 4.7 | TESTE T PARA DADOS PAREADOS | 51 |
| 4.8 | MATRIZ PARA DECISÃO DE ALTERNATIVAS DE <i>LAYOUT</i> | 52 |
| 4.8.1 | Critérios para avaliação de alternativas de <i>layout</i> | 52 |
| 5 | METODOLOGIA | 54 |
| 5.1 | CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA..... | 54 |
| 5.2 | METODOLOGIA DO PROJETO DE PESQUISA | 55 |
| 6 | ESTUDO DE CASO | 59 |
| 6.1 | CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA | 59 |
| 6.2 | ANÁLISE DO PROCESSO..... | 60 |
| 6.3 | ANÁLISE DO ESTOQUE..... | 62 |
| 6.3.1 | Classificação do estoque | 62 |
| 6.4 | ANÁLISE DO <i>LAYOUT</i> DE ESTOQUE ATUAL | 63 |
| 6.4.1 | Planta baixa do <i>layout</i> atual..... | 64 |
| 6.4.2 | Identificação de problemas..... | 67 |
| 6.4.3 | Levantamento do estoque | 67 |
| 6.4.4 | Análise do fluxo de vendas e demanda | 70 |
| 6.4.5 | Diagnóstico do <i>layout</i> atual | 73 |
| 6.5 | PROJETO DE NOVO <i>LAYOUT</i> DE ESTOQUE | 76 |
| 6.5.1 | Primeira proposta de <i>layout</i> | 76 |
| 6.5.2 | Análise da primeira proposta..... | 78 |
| 6.5.3 | Segunda proposta de <i>layout</i> | 81 |
| 6.5.4 | Análise da segunda proposta | 83 |
| 6.6 | COMPARAÇÃO DE RESULTADOS | 85 |
| 6.7 | VALIDAÇÃO DE RESULTADOS COM TESTE T PAREADO | 86 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.7.1 | Teste T pareado entre <i>layout</i> atual e a primeira proposta..... | 87 |
| 6.7.1 | Teste T pareado entre <i>layout</i> atual e a segunda proposta..... | 88 |
| 6.8 | MATRIZ PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE <i>LAYOUT</i> | 90 |
| 7 | CONCLUSÃO..... | 93 |
| 8 | RECOMENDAÇÕES | 95 |
| | REFERÊNCIAS | 96 |

1 INTRODUÇÃO AO ESTUDO

Atualmente as empresas precisam cada vez mais buscarem estratégias diferentes para se sobressaírem diante do mercado. O *layout* de uma empresa é um fator estratégico fundamental que deve ser planejado com objetivo de garantir o bom funcionamento dos fluxos das operações e das informações. Devido à sua importância, as empresas vêm buscado alternativas de *layouts* enxutos visando o aumento da produtividade.

Para Moreira (2011) planejar o arranjo físico de uma instalação, significa tomar as decisões sobre a forma como serão dispostos na mesma instalação, os centros de trabalho que ela deve possuir.

Além de centros de trabalho, o arranjo físico também pode incluir a escrivaninha, o escritório, as pessoas, máquinas, departamentos, dentre outros (CORRÊA; CORRÊA, 2007).

Um arranjo físico bem planejado pode oferecer tanto ganhos mensuráveis como, extensão do fluxo produtivo, utilização de espaços, distâncias percorridas, quanto ganhos qualitativos como segurança, conforto, clareza de fluxo, coordenação, acessibilidade, e flexibilidade operacional (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para Gaither e Frazier (2002) os *layouts* das instalações devem ser planejados com o objetivo de produzir os produtos e serviços que atendam às necessidades dos clientes, ou seja, eles devem ser capazes de produzir os produtos de maneira rápida e entrega-los no prazo correto.

Côrrea e Côrrea (2007) afirmam que as decisões sobre o arranjo físico são capazes de afetar os níveis de eficiência e eficácia e eliminar atividades que não agreguem valor, bem como potencializar aquelas que agregam valor.

Aos empreendedores, é fundamental estudar o *layout* da empresa que se deseja abrir, pois as decisões a respeito do arranjo dos equipamentos e centros de trabalho irão refletir diretamente na produtividade.

Levando-se em consideração toda a importância que o arranjo físico merece dentro das organizações, este trabalho trata da elaboração de uma proposta para alteração do arranjo físico do estoque de uma empresa do ramo de varejo de peças automotivas usadas, com o objetivo de gerar tanto melhorias quantitativas como redução de distâncias quanto melhorias qualitativas como organização e clareza de fluxo.

1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A empresa estudada atua no ramo de varejo de peças automotivas usadas há cerca de 20 anos, adquirindo grandes volumes de peças, ou veículos batidos para então comercializar as peças. Ao observar o arranjo físico do local, é possível perceber que a empresa não se preocupava com orientação técnica, a fim de otimizar seus recursos.

Durante todo seu tempo de vida, a empresa vem adquirindo os carros batidos e colocando-os dentro do galpão de maneira aleatória, sem adoção de critérios técnicos, que possam contribuir de alguma maneira com a eficiência organizacional e gerencial. Os gestores da empresa não levaram em consideração o quanto que a disposição física de seus recursos materiais poderia afetar na operação, no tempo de atendimento, nos custos de mão de obra, dentre outros aspectos relevantes para uma boa gestão.

O resultado é um estoque desorganizado, sem divisão dentre os mais relevantes para aqueles que não detêm muita importância, o que acaba prejudicando a eficiência da operação, que poderia ser otimizada ao se aproximar tais itens mais relevantes para próximo da origem do atendimento.

A princípio essa visão não fica muito clara por se tratarem de itens parecidos, pois são todos carros de passeio batidos, e olhando por cima parece que o arranjo físico está todo organizado, porém, ao realizar o levantamento de todos os itens em estoque, e posteriormente classifica-los seguindo algum critério técnico, que no caso deste trabalho serão divididos de acordo com a marca da montadora, e realizar o desenho da planta baixa com a demarcação de cada veículo e sua respectiva marca, é possível perceber que há muita desorganização, fluxos cruzados entre várias marcas diferentes, pois estão todos espalhados aleatoriamente.

Na prática isso interfere diretamente na produtividade, pois há marcas que demandam maior atendimento em relação a outras. Acarreta que os funcionários sempre deverão percorrer longas distâncias para atender aos pedidos dos clientes, e conseqüentemente, isso gera um tempo de atendimento elevado, e a tendência de geração de filas se torna maior.

Tomando como base essas informações, é evidente a necessidade de se otimizar a *layout* dessa empresa pois apresenta os seguintes problemas:

- Falta critérios para o posicionamento do estoque de veículos batidos;
- Desorganização do estoque quanto a importância individual;
- Longas distâncias percorridas pelos funcionários diariamente;

Com base nesses problemas, este trabalho busca solucionar o seguinte questão:

Como otimizar o arranjo físico do estoque de carros batidos da empresa estudada de forma a trazer resultados positivos para a produtividade das operações da empresa?

1.2 JUSTIFICATIVA

A importância do planejamento do *layout* passa pela aceitação dos gestores das empresas em que há a necessidade de realizar a mudança do arranjo físico e assumir os custos decorrentes de tais alterações, mas tendo a consciência de que os investimentos trarão retornos inestimáveis à longo prazo.

É necessário destacar que os resultados positivos serão alcançados somente se a proposta de novo arranjo físico for planejado levando-se em consideração todos os fatores que interagem com o *layout*.

Dentre tais fatores pode-se destacar o fluxo dos funcionários que percorrem dentro da área em busca das peças, a alocação de novos produtos pois a empresa sempre está adquirindo mais carros batidos, e a própria área disponível para a estocagem dos veículos.

Com a criação de setores separados, é possível criar padrões de fluxos de pessoas e materiais, e assim separar os cursos que apresentam maiores demandas, dos que apresentam pouca necessidade de atenção.

Os ganhos quantitativos almejados passam pela minimização de distâncias caminhadas pelos colaboradores da empresa, e com isso reduzir o tempo de atendimento, aumentar a produtividade na prestação do serviço.

Os ganhos qualitativos esperados são a distribuição lógica e padronizada do *layout* de estoque com foco nos produtos que demandam maior atenção, fluxos mais linearizados e melhoria na qualidade das condições de trabalho e de atendimento aos clientes.

Portanto a necessidade de realizar um estudo profundo e detalhado a respeito dos aspectos que interferem na eficiência operacional com o objetivo de elevar os níveis de produtividade.

Portanto para solucionar os problemas observados este trabalho propõe estudar o *layout* de estoque instalado na empresa, pois assim será possível alcançar os objetivos almejados para elevar o nível de produtividade através da satisfação dos trabalhadores, qualidade de atendimento ao cliente, redução de custos operacionais e todos os aspectos relacionados ao *layout*.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Elaborar uma proposta de *layout* para o estoque de carros batidos de uma empresa de varejo de peças automotivas usadas em função de ferramentas estatísticas e de projeto de *layout*.

1.3.2 Objetivos Específicos

A proposta do novo arranjo físico para o estoque da empresa se baseia nos seguintes objetivos:

- Desenhar a planta baixa da empresa através de software AutoCad, incluindo o *layout* de estoque atual;
- Levantar volume de vendas, de estoque e de movimentação para auxiliar o planejamento das propostas para novo *layout*;
- Elaborar propostas para novo *layout* de estoque para a empresa;
- Organizar o estoque com a criação setores específicos;
- Aplicar o diagrama de espaguete no desenho do *layout* de estoque da empresa;
- Medir as distâncias entre cada veículo estocado e o balcão de atendimento;
- Reduzir distâncias percorridas pelos funcionários dentro do galpão;
- Facilitar o acesso visual à operação com o desenho do *layout*;
- Utilizar o espaço de estocagem de forma eficiente;
- Facilitar a movimentação dos fluxos de pessoas e materiais;
- Eliminar pontos com vários cruzamentos de fluxos;
- Escolher a melhor proposta elaborada para a empresa implementar.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No primeiro capítulo foi realizado uma breve contextualização à respeito da empresa onde o trabalho foi executado e quais os principais problemas identificados na mesma, e a partir de tais informações foi elaborado a formulação do problema que se deseja resolver, passando pela justificativa pelo qual se deve resolver o problema e os objetivos esperados ao término da pesquisa.

O segundo, terceiro e quarto capítulo envolve a revisão bibliográfica com toda a fundamentação teórica para orientar a execução deste trabalho.

No segundo capítulo foi abordado sobre arranjo físico, seus objetivos, e os tipos de *layout* encontrados nas empresas.

O terceiro capítulo tratou da abordagem sobre estoque e os tipos de estoque existentes nas organizações. O quarto capítulo tratou de demonstrar quais as ferramentas foram utilizadas como apoio para a execução da proposta de novo arranjo físico para a empresa.

O quarto capítulo fez uma revisão sobre as ferramentas necessárias para a análise do *layout* de estoque atual da empresa e elaboração das propostas de novo *layout*.

No quinto capítulo foi desenvolvido a metodologia à ser seguida na execução da proposta de *layout* à ser elaborado.

No sexto capítulo foi executado o estudo de caso proposto para este trabalho, incluindo caracterização da empresa, mapeamento do processo, classificação, levantamento e mapeamento do *layout* de estoque atual, confecção da planta baixa da empresa, levantamento do fluxo de vendas e demanda de produtos, além da análise e diagnóstico do arranjo físico atual. Ainda no estudo de caso foram elaboradas duas propostas de novo arranjo físico para o estoque, de modo a selecionar aquela que apresentar maior eficiência em relação às distâncias percorridas no *layout* atual. Para finalizar o estudo de caso foi aplicado teste estatístico para dados pareados, para analisar a confiabilidade dos resultados obtidos e elaboração de uma Matriz de avaliação de alternativas de *layout* para tomar a decisão sobre qual proposta a empresa deverá escolher para implementar.

No sétimo capítulo foram realizadas as últimas considerações e a conclusão sobre os resultados que serão adquiridos pela empresa após implementar a proposta de novo *layout* de estoque.

Por fim, no oitavo capítulo, foram passadas algumas recomendações à serem adotadas pela empresa para que possa auxiliar na manutenção e na boa gestão do novo *layout* de estoque proposto.

2 ARRANJO FÍSICO (*LAYOUT*)

O estudo do *layout* (ou arranjo físico na língua portuguesa), surgiu com o artesanato, passando pelo comércio, e a partir da revolução industrial o *layout* das instalações vem ganhando destaque no planejamento estratégico de muitas empresas.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), o *layout* de uma operação, refere-se à localização física do recurso de transformação, ou seja, a definição de onde posicionar cada uma das instalações, máquinas, equipamentos e operários.

Corrêa e Corrêa (2007) definem que arranjo físico de uma operação é a maneira como estão dispostos fisicamente todos os recursos que ocupam espaço dentro da organização.

Conforme Stevenson (2001), arranjo físico é a combinação de departamentos, centros de trabalho, instalações e equipamentos, objetivando a movimentação otimizada pelo espaço disponível e pelos elementos que compreendem o trabalho.

Cury (2013) entende que *layout*, corresponde ao arranjo dos postos de trabalho nos espaços existentes dentro da organização, envolvendo, além da preocupação de adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, de acordo com a natureza da atividade desempenhada.

De acordo com Gaither e Frazier (2002) elaborar um arranjo físico, significa definir a disposição de máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento à clientes, áreas destinadas à estocagem de materiais, corredores, banheiros, refeitórios bebedouros, divisórias, escritórios, salas de informática, além da definição dos padrões de fluxos de pessoas e materiais.

Ou seja, o arranjo físico corresponde à distribuição de todos recursos dentro da organização, incluindo pessoas, equipamentos, materiais, estoques, matéria prima e tudo que envolve os processos.

Peinado e Graeml (2007) alertam que, quando se pretende realizar a implantação de uma nova fábrica ou unidade de serviços, ou quando se estiver planejando a reformulação de plantas industriais, é importante realizar um estudo sobre o *layout* que será implementado.

O arranjo físico é o fator que determina a forma e a aparência da operação. É a primeira coisa a ser notada por que qualquer indivíduo que entrasse pela primeira vez na unidade produtiva (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Devido ao aumento da produtividade das máquinas e conseqüente redução de mão-de-obra operacional, os arranjos físicos produtivos atuais tendem a ser mais compactos, levando a uma ocupação menor de área física do que em relação aos arranjos físicos antigos (PEINADO; GRAEML, 2007).

O arranjo físico deve ser estabelecido através de um estudo planejado do sistema de informações relacionado com a distribuição de móveis, equipamentos e pessoas pelo espaço disponível e há uma relação direta entre o *layout* com a eficiência da gestão dos processos (LERNER, 1996 citado por ARAÚJO, 2011).

A produtividade de uma organização está diretamente relacionada com o projeto de *layout* instalado, uma vez que é ele que determina o padrão de deslocamento dos recursos.

2.1 IMPORTÂNCIA DO PLANEJAMENTO DO *LAYOUT*

Segundo Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) os objetivos do planejamento de um *layout* é fazer com que operadores e equipamentos possam executar suas tarefas de maneira mais eficiente e eficaz. É importante ressaltar que uma decisão equivocada a respeito do arranjo dos recursos de transformação, pode gerar padrões de fluxos longos e confusos, filas, operações inflexíveis, tempos de ciclo grandes, fluxos imprevisíveis e custos elevados (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Oliveira (2004) entende que um arranjo físico adequado, proporciona para a empresa uma maior economia e produtividade, com base em uma boa distribuição dos instrumentos de trabalho e pela utilização otimizada dos equipamentos.

Moreira (2011) explica que existem alguns motivos fundamentais, que devem ser considerados no momento do planejamento do *layout* a ser instalado. Dentre os principais, o autor cita a capacidade de produção das instalações e a produtividade operacional, os custos operacionais envolvidos, possíveis reversões futuras que sejam necessárias, e as interrupções indesejáveis à operação.

Para Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) as decisões sobre o arranjo físico possuem implicações estratégicas pois uma alteração do *layout* afeta a organização de acordo com suas prioridades competitivas, como por exemplo aumentando os níveis de satisfação dos clientes e das vendas, facilitando o fluxo de materiais, aumentando a eficiência do trabalho, na comunicação, reduzindo os riscos para os trabalhadores e consequentemente aumentando a satisfação dos operários.

Segundo Corrêa e Corrêa (2007) um bom projeto de arranjo físico possibilita eliminar tarefas que não agregam valor, além de destacar atividades que agregam alguns benefícios como minimização de custos com transporte, utilização eficiente do espaço, e de mão de obra, facilitar a comunicação entre as pessoas envolvidas na operação, redução de tempo de operação, fluxos

linearizados e padronizados, incorporar melhorias de qualidade, facilitar o acesso visual às operações, dentre outros.

Os arranjos físicos de operações de varejo podem afetar diretamente no consumidor e no volume de vendas. A maneira como o processo de produção e estocagem é planejado interfere nos custos de manuseio de materiais, nos tempos de ciclo de produção e consequentemente na produtividade. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009)

A importância de se estudar toda a estrutura física envolvida, antes da implementação de um arranjo físico pode ser um fator estratégico fundamental, pois a partir do estudo é possível determinar qual seria o melhor tipo e modelo de *layout* a ser implementado de forma a elevar ao máximo a capacidade de produção e redução de desperdícios.

2.2 OBJETIVOS DO LAYOUT

Para Silva e Venanzi (2013) a distribuição física dos elementos organizacionais em determinado espaço, visam atender satisfatoriamente às necessidades dos clientes, fornecedores e funcionários, fazendo-os interagir com o ambiente organizacional e consequentemente aumentar a produtividade e reduzir os custos.

Quando se está desenvolvendo um estudo sobre arranjo físico, deve-se ter como objetivos desse trabalho alguns aspectos.

De acordo com Oliveira (2004) e Araújo (2011) um *layout* deve proporcionar uma melhor utilização da área disponível, garantir o fluxo de comunicação entre a organização de maneira eficiente e eficaz, tornar o fluxo de trabalho eficiente, proporcionar facilidade de coordenação, redução de fadiga e no desempenho da operação, proporcionar situação favorável para clientes, ter flexibilidade tendo em vista variações necessárias, mudanças de tecnologia dos processos, possibilitar um clima favorável para o trabalho e aumentar a produtividade.

Cury (2013) cita outros objetivos como otimizar as condições de trabalho, racionalizar fluxos de fabricação ou de tramitação de processos, racionalizar a disposição dos postos de trabalho aproveitando-se de todo o espaço disponível e a redução de movimentação de pessoas, produtos, materiais e documentos dentro da ambiência organizacional.

Com foco na melhoria organizacional, os objetivos de um *layout* podem ser explorados por qualquer tipo de organização, seja de serviços ou de manufatura, desde que bem planejado e executado.

2.3 TIPOS DE LAYOUT

Para Gaither e Frazier (2002), Martins e Laugeni (2006), Slack, Chambers e Johnston (2006), Peinado e Graeml (2007) existem cinco tipos de arranjos físicos básicos utilizados nas empresas, cada qual com suas características, forma, vantagens e desvantagens para cada tipo de organização, seja de serviços ou de manufatura, e são eles: *Layout* funcional ou por processos, *Layout* em linha ou por produto, *Layout* por posição fixa, ou posicional, *Layout* celular, ou célula de produção, *Layout* misto, ou híbrido.

2.3.1 *Layout* funcional (por processos)

Corrêa e Corrêa (2007) e Slack, Chambers e Johnston (2009) entendem por *layout* funcional como aquele em que os recursos transformadores que constituem o processo dominam na decisão sobre o arranjo físico, e este reuni os processos similares próximos uns aos outros pela conveniência e pela facilidade da proximidade entre os mesmos.

“As máquinas normalmente são organizadas de acordo com o processo que é executado. Por exemplo, toda a usinagem seria feita em um departamento, toda a montagem em outro departamento e toda a pintura em outro” (GAITHER; FRAZIER, 2002, p. 200).

Moreira (2011) descreve que as características fundamentais de um arranjo físico por processo são a adaptação à produção de uma linha variada de produtos e prestação de serviços, cada produto passa pelos centros de trabalho necessários, baixas taxas de produção em relação as taxas obtidas em arranjos físicos por produto, custos fixos relativamente menores comparados aos do arranjo físico por produto.

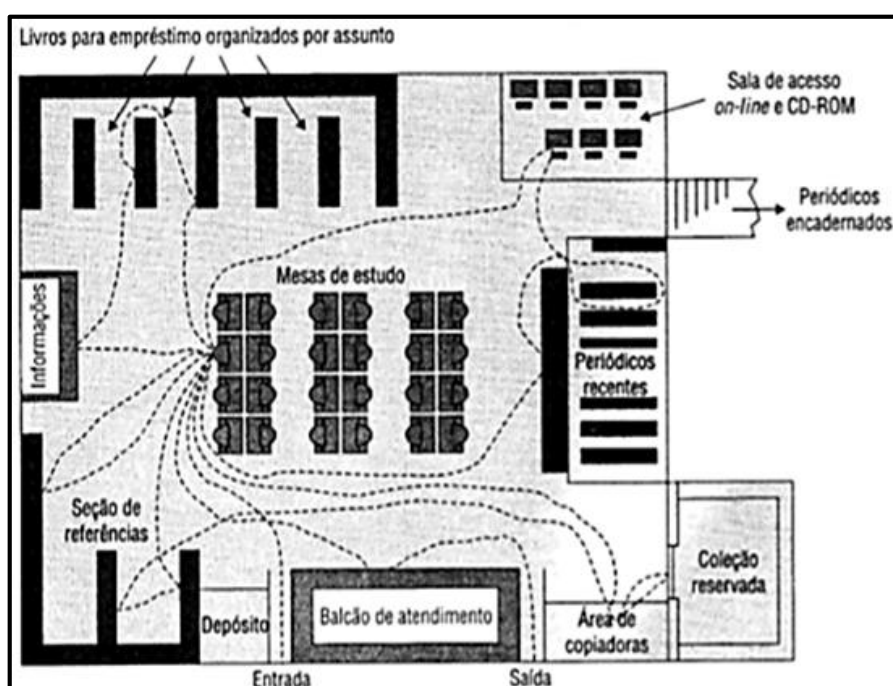
De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) na maioria dos exemplos de arranjo físico funcional, o principal objetivo está relacionado à minimização de custos operacionais, que geralmente são associados com o fluxo dos recursos transformados ao longo da operação e isso geralmente significa reduzir distância total percorrida.

Dentre as vantagens oferecidas pelo arranjo físico funcional (por processo), Martins e Laugeni (2006) destacam que esse tipo de *layout* é flexível para reagir à mudanças impostas pelo mercado, pois possibilita produzir produtos diversificados, em quantidades variáveis ao longo do tempo, e também apresenta um fluxo longo dentro da fábrica, que é adequado para produções em pequenas e médias escalas.

As desvantagens ao se adotar um *layout* funcional foram elencadas por Peinado e Graeml (2007), e os autores relatam que esse tipo de arranjo físico apresenta longos fluxos dentro da fábrica, dificuldade para balancear a produção, exigência de mão de obra qualificada, e maior necessidade de preparo e setup de máquinas.

A figura 1 representa um exemplo de arranjo físico funcional.

FIGURA 1 – Exemplo de arranjo físico funcional.



Fonte: Slack, Jhonston e Chambers, (2009 p. 187).

Na figura 1 é possível perceber que o espaço da biblioteca está dividido em setores específicos, de acordo com a necessidade do cliente que entra no estabelecimento demonstrado.

2.3.2 *Layout por produto*

“É conhecido como linha de produção ou linha de montagem, na qual o produto move-se para passar por todas as etapas apresentadas, seguindo toda a sequência de operações” (LÉLIS, 2014 p.74).

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), um arranjo físico por produto procura arranjar os recursos transformadores seguindo a melhor conveniência do recurso que está sendo transformado. A sequência de atividades coincide com a sequência a qual os recursos transformadores foram arranjados, gerando um fluxo.

Martins e Laugeni (2006) explicam que em um *layout* por produto, as máquinas, ou as estações de trabalho são arranjadas seguindo a ordem de sequência das operações, e essas são executadas de acordo com a sequência pré-estabelecida, e impossibilita caminhos alternativos. Lélis (2014) afirma que esse tipo de *layout* é apropriado para processos com grande volume de demanda.

Moreira (2011) também descreve as principais características de um arranjo físico por produto e de acordo com o autor, esse tipo de arranjo físico é adequado para produtos com alto grau de padronização, com pouca ou nenhuma diversificação, produzidos em grandes quantidades e de maneira contínua, esse tipo de arranjo permite um fluxo de materiais previsível, abrindo possibilidades para o transporte automatizado de materiais, o *layout* pode se ajustar a diversas taxas de produção, investimentos altos em equipamentos especializados, projetados para produzir altos volumes.

Peinado e Graeml (2007) destacam que dentre as vantagens do arranjo físico por produto pode ser verificado que o mesmo possibilita produção em massa com altos níveis de produtividade, também possibilita aplicar o balanceamento de linha de maneira mais fácil, e também proporciona um controle de produtividade mais fácil.

Outras vantagens podem ser verificadas no arranjo físico por produto, dentre elas pode-se citar o baixo custo unitário do produto, manuseio simplificado de materiais, baixos custos com treinamentos, baixa quantidade de estoque e de produtos em processamento (MOREIRA, 2011).

Para Peinado e Graeml (2007) as principais desvantagens ao se adotar um *layout* por produto estão relacionados com os altos investimentos necessários com máquinas e equipamentos, gera tédio devido ao trabalho repetitivo, além de não apresentar flexibilidade para mudanças e possui fragilidade devido a paralizações de máquinas e geração de gargalos.

A figura 2 apresenta um exemplo de uma operação realizada em um arranjo físico por produto.

FIGURA 2 – Exemplo de arranjo físico por produto.



Fonte: Lélis (2014 p. 75).

O foco desse tipo de *layout* é a produção em massa, ou seja, o arranjo é planejado de acordo com o produto que se deseja produzir, e a partir disso se dá a denominação de *layout* por produto.

2.3.3 *Layout* posicional

Slack, Chambers e Johnston (2009) e Martins e Laugeni (2006) definem *layout* posicional como aquele em que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores, ou seja, o produto que está sendo transformado fica estacionário, em posição fixa, enquanto os equipamentos, máquinas e pessoas se movem em volta dele.

Peinado e Graeml (2007) citam que são dois casos básicos em que o *layout* posicional é aplicado, quanto a natureza do produto, como peso, dimensões ou forma atrapalharem na condução da operação e também quando a movimentação do produto é inconveniente ou difícil.

Esse tipo de *layout* é tipicamente utilizado na construção civil, devido à impossibilidade de mover uma edificação durante sua construção, e também se aplica *layout* posicional em estaleiros, na construção de aviões de grande porte (CORRÊA; CORRÊA, 2007).

Peinado e Graeml (2007) relatam algumas vantagens ao se adotar um arranjo físico por posição fixa e dentre as quais os autores citam que nesse tipo de arranjo físico não há movimentação do produto, além de que possibilita aplicação de técnicas de programação e controle da produção, tais como PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) e CPM (*Critical Path Method*).

Quanto às desvantagens desse tipo de *layout* posicional, Peinado e Graeml (2007) citam a complexidade na supervisão e controle da operação dos insumos e das ferramentas necessárias, também há necessidade de áreas externas próximas à produção para submontagens, guarda de materiais e ferramentas. Os autores ainda citam que para esse tipo de *layout* a produção é em pequena escala de volume e com baixo grau de padronização das atividades.

A figura 3 mostra um exemplo de serviço prestado a partir de um arranjo físico posicional.

FIGURA 3 – Exemplo de arranjo físico posicional.



Fonte: Lélis (2014 p. 76).

Nesse tipo de arranjo físico são os recursos de transformação que se deslocam em torno do produto a ser produzido, devido às suas características de tamanho, forma, peso ou inconveniência para movimentar o produto.

2.3.4 *Layout* celular

Os recursos a serem transformados, e que estão entrando na operação são pré-selecionados para movimentar-se para um local específico da operação (uma célula de produção), onde se encontram todos os recursos transformadores necessários para realizar o processo. A célula pode ser arranjada seguindo um arranjo físico funcional ou por produto (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Para Martins e Laugeni (2006) e Peinado e Graeml, (2007) o *layout* celular basicamente arranja em um só local, as máquinas diferentes necessárias para fabricar algum produto inteiro. O material se desloca dentro da célula buscando os processos necessários. O conjunto de máquinas ficam posicionadas próximas entre si, formando uma célula de produção, ocupando pouca área e pouca mão de obra (LÉLIS, 2014).

Algumas das vantagens desse sistema, é que ele combina a alta velocidade de produção do arranjo físico por produto (em linha) juntamente com alta flexibilidade à mudanças de produção apresentadas pelo *layout* funcional (LÉLIS, 2014)

De acordo com Peinado e Graeml (2007), o arranjo físico celular oferece inúmeras vantagens que podem ser exploradas estrategicamente pelas empresas, e dentre as quais o autor cita o aumento da flexibilidade no tamanho dos lotes dos produtos, a diminuição do transporte de materiais e dos estoques, e maior satisfação no trabalho.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009) os resultados positivos obtidos pela implementação de um *layout* celular, são os ganhos de velocidade e de eficiência de fluxo devido à proximidade entre os recursos reunidos em uma pequena operação, a redução de distâncias percorridas pelos funcionários e simplificação dos fluxos, menores tempos de preparação dos equipamentos, melhoria de qualidade, além de não perder a flexibilidade, pois o conjunto original de itens continua sendo processado.

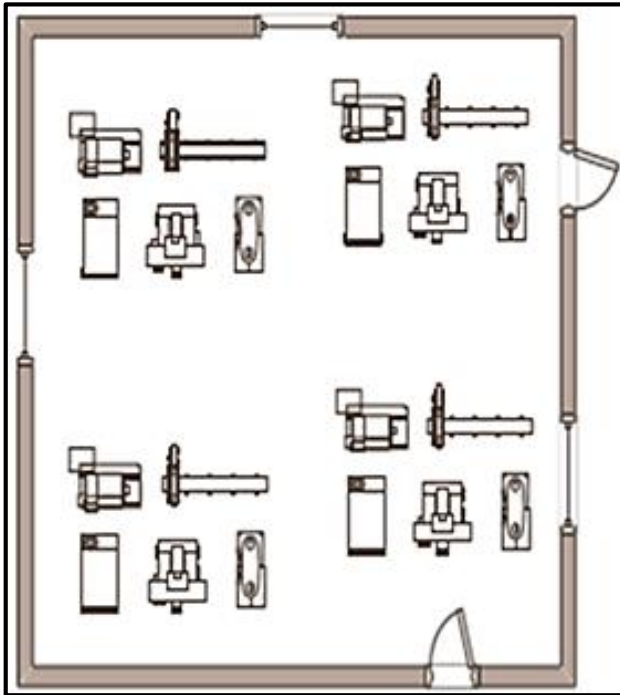
Esse tipo de arranjo físico é comum ser utilizado em sistemas de manufatura enxuta, pois a proximidade entre os processos reduz bastante à necessidade de percorrer longas caminhadas.

Corrêa e Giansesi (2011) explicam que o arranjo físico utilizado por empresas que adotam sistemas Just In Time é o arranjo físico celular, pois é uma tentativa de linearização do *layout* por processos (funcional), que favorece o fluxo e reduz ao mínimo a movimentação de materiais, a formação de filas e os tempos gastos nos processos

Conforme Da Silva, Buosi e Silva (2004) um *layout* celular provoca um aumento entre 10 a 20% de produtividade de mão de obra em comparação aos arranjos físicos tradicionais, e esse tipo de *layout* ainda proporciona redução entre 70 e 90% de equipamentos, de movimentação e manipulação de equipamentos, e redução de até 95% de estoques em processo e redução de até 50% de área de fabricação, e assim tornando o *layout* enxuto.

A figura 4 apresenta um exemplo de um arranjo físico arranjo físico celular.

FIGURA 4 – Exemplo de arranjo físico celular.



Fonte: Peinado e Graeml, (2007 p. 226).

Nesse tipo de arranjo, as mesmas máquinas que em um arranjo físico por processo ficam alocadas em setores para cada tipo de processo, essas mesmas máquinas ficam rearranjadas em células de produção, que possuem todos os equipamentos para realizar todos os processos necessários para fabricar um mesmo produto. Veja que são quatro células de produção, cada uma contendo todas as máquinas necessárias para a produção de determinado produto.

2.3.5 *Layout* misto (Híbrido)

De acordo com Tubino (2009) a maior parte das empresas possuem sistemas de produção mistos, contendo nelas combinações de linhas de montagens, departamentos e células de fabricação.

Slack, Chambers e Johnston (2009) explicam que arranjos físicos mistos, combinam elementos de alguns ou todos os tipos de arranjo físico ou, usam os tipos básicos de forma independente em diferentes partes da operação.

Para Gaither e Frazier (2002), Peinado e Graeml (2007), Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), o *layout* misto (ou híbrido) combina elementos de outros modelos de arranjos

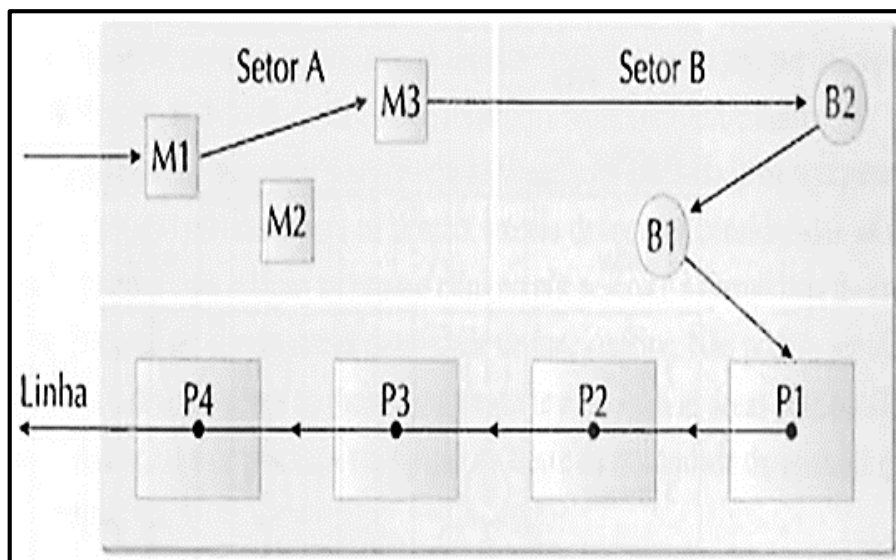
físicos, visando obter as vantagens oferecidas por cada tipo principalmente dos *layouts* por processo, por produto e celular.

Martins e Laugeni (2006) complementam afirmando que em arranjos físicos combinados, o foco é aproveitar as vantagens do *layout* funcional e da linha de montagem.

Percebe-se que o *layout* misto, na verdade se trata de dois ou mais tipos de arranjos físicos diferentes, com o objetivo de receber as vantagens proporcionadas por cada tipo implementado.

A figura 5 demonstra um exemplo de arranjo físico misto.

FIGURA 5 – Exemplo de arranjo físico misto.



Fonte: Martins e Laugeni (2006 p. 141).

O setor A e o setor B, indicados na parte superior da figura 5 estão dispostos em um modelo de arranjo físico funcional, com máquinas que realizam um mesmo processo dispostas numa mesma delimitação de área, enquanto que na parte inferior da mesma figura, percebe-se a adoção de uma linha de montagem, característica do arranjo físico em linha, aonde o próprio produto vai se deslocar dentre recursos de transformação, seguindo uma sequência lógica e definida de acordo com os processos necessários para fabricar o produto. Desta forma este *layout* se caracteriza como misto por possuir dois tipos diferentes de arranjo físico implementado.

2.4 LAYOUT DE ESTOQUE

Para Ballou (2006) o *layout* de estoque é a disposição de homens, máquinas e materiais para proporcionar a integração entre o fluxo de materiais e manuseio de equipamentos necessários de movimentação para que a estocagem ocorra de maneira a gerar economia.

Segundo Martins e Laugeni (2006) os princípios para um bom *layout* de estoque, são o dimensionamento adequado de corredores e das outras áreas, considerando o fluxo e o volume de materiais, e os locais apropriados para equipamentos de segurança.

Segundo Bowersox, Closs e Cooper (2006) fatores como o número de andares das instalações, um plano de utilização cúbica do espaço e o fluxo de produtos, devem ser considerados e pensados quando se deseja montar um armazém. O autor ainda ressalta que *layout* de um armazém deve ser planejado para facilitar o fluxo operacional.

Ballou (2006) também explica que a localização do estoque no armazém afeta diretamente as despesas gerais de manuseio de materiais de todos os produtos movimentados e que se deve buscar um equilíbrio entre custos de manuseio de materiais e a utilização do espaço disponível. A disposição do estoque de uma empresa sustenta suas prioridades competitivas (KRAJEWSKI, RISTZMAN; MALHOTRA, 2009).

Um bom *layout* de estoque é aquele que facilita o trabalho, reduz custos, racionaliza o espaço e possibilita a rápida identificação de materiais, bom armazenamento, facilidade de retirada de algum item e gestão focalizada, ou seja, boa visualização (MARTINS; LAUGENI, 2006).

“Em armazéns com baixo percentual de giro de mercadorias, a principal preocupação é configurar o armazém para a estocagem” (BALLOU, 2006, p. 387). Os produtos que ditam o ritmo da operação de retirada do estoque devem ser posicionados de maneira estratégica no *layout*. O fluxo de materiais e a facilidade de acesso são fatores importantes que devem ser considerados ao selecionar o tipo de *layout* a ser adotado por um armazém (SILVA; VENANZI, 2013).

O melhor *layout* de posicionamento de itens estocados depende do número de pontos de expedição, quando o armazém possui apenas um local para expedição, os produtos ou classes de itens com maior rotatividade devem ser posicionados próximos a ele (BATTESINI, 2016).

Martins e Laugeni (2006) ainda sugerem que, no mínimo 60% da área de operação (inclusive corredores) devem ser destinados para estocagem, 30% destinada para recebimentos e os outros 10% destinados a setores administrativos.

No trabalho de Andrade e colaboradores (2017) foi projetado um reposicionamento do *layout* do estoque das prateleiras de peças para carros, e no estudo realizado foram observadas algumas melhorias qualitativas quanto à organização do espaço e a padronização de áreas específicas para determinados tipos de produtos, e padronização dos fluxos necessários para se procurar cada tipo de item classificado além dos ganhos quantitativos como a redução de caminhadas longas devido à priorização das peças com maior frequência de demanda, para estarem o mais próximo possível do local de atendimento e da saída.

Percebe-se então que o *layout* do estoque de uma empresa é um fator fundamental para as estratégias traçadas, pois ele é responsável pelo ritmo operacional, seja no início da operação se for estoque de insumos, ou no final, se for estoque de produtos acabados.

2.4.1 Funções e objetivos do *layout* do estoque

Segundo Ballou (2006) as instalações de estocagem, são projetadas para cumprir quatro funções básicas: manutenção, consolidação, fracionamento e combinação de estoques. O autor ainda destaca que os projetos de *layout* de armazéns, muitas vezes refletem a preferência pela satisfação dessas necessidades citadas.

De acordo com Castiglioni (2010) o arranjo físico de um armazém, é responsável pela acessibilidade, pelos fluxos dos materiais, por locais de áreas obstruídas, pela eficiência da mão de obra e também pela segurança do pessoal do armazém e ainda deve assegurar a utilização otimizada do espaço, proporcionar movimentação eficiente, garantir armazenagem mais econômica em relação às despesas, proporcionar flexibilidade para atender mudanças necessárias, e garantir uma boa organização.

Gaither e Frazier (2002) também descrevem alguns dos objetivos de *layouts* voltados para operações de armazenamento, dentre eles os autores citam que um arranjo físico de armazenagem deve fornecer atendimento de encomendas de maneira eficiente, deve fornecer uma eficaz retirada de materiais do estoque, deve permitir facilidade de contagem dos estoques e também deve promover registros de estoques acurados.

Percebe-se que os objetivos básicos em arranjos físicos de armazenagem é facilitar o trânsito de pessoas e materiais, gerar produtividade e satisfação para os trabalhadores.

2.5 LAYOUT ENXUTO

O termo *layout* enxuto é uma referência à aplicação das metodologias de planejamento de arranjo físico, associando-as com a filosofia do Sistema Toyota de Produção mais conhecido como Produção Enxuta (*Lean Production*), ou Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*).

De acordo com Ghinato (1996) o principal objetivo do sistema de Produção Enxuta é maximizar os lucros, através da completa eliminação das perdas provenientes do processo.

Vários tipos de arranjo podem ser encontrados em sistemas produtivos que trabalham segundo as premissas do Sistema Toyota de Produção, no entanto os que focam no produto são mais alinhados às necessidades do sistema, pois viabilizam reduções significativas no estoque em processo, redução de *lead time* produtivo e aumento de produtividade (LUZZI, 2004).

Para Womack, Jones e Roos (2004) citado por Vieira e colaboradores (2016) o pensamento enxuto, é uma maneira de tornar o trabalho mais satisfatório, com feedback imediato sobre as ações para então transformar os desperdícios em valor.

Inúmeros trabalhos que relacionam projetos de implementação de *layout* com base nos princípios da produção enxuta têm sido elaborados, como por exemplo no trabalho de Da Silva, Buosi e Silva (2004) onde houve uma proposta de redução de 50% da distância total percorrida através da aplicação dos conceitos de célula de produção, que é bastante implementado em sistemas de manufatura enxuta.

Serra (2014) implementou algumas ferramentas provenientes da filosofia Lean Manufacturing, como Mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping - VSM*), 5S (ou 5 Sensores), além de outras ações como planos de inspeção, limpeza e lubrificação (Planos ILL), além do Diagrama de Espaguete, que serviu para mensurar as distâncias percorridas nos processos analisados. Após as ferramentas terem sido aplicadas, foi possível o autor elaborar uma nova proposta de arranjo físico para duas empresas, sendo uma do ramo de manufatura de calçados e outra de produção de mobiliário. Como resultados o autor obteve 30,20% de redução de distâncias percorridas dentro do processo produtivo para a empresa do ramo de calçados. Já para a fábrica de móveis o autor conseguiu reduzir em 24,40%, na distância percorrida pelo processo produtivo após a implementação das mesmas filosofias *lean*, portanto pode-se considerar que os dois *layouts* se tornaram enxutos em relação a situação anterior de cada.

Já no trabalho de Teles (2009) foram empregadas algumas ferramentas da qualidade, como a curva de classificação ABC (ou lei de Pareto), os 5 porquês, e o fluxograma (diagrama de processos), além do 5S e do Diagrama de Espaguete, cada um em diferentes etapas de análise e planejamento, e sempre associando as técnicas tendo em mente a filosofia *Lean Manufacturing*. Como resultados o autor ainda conseguiu reduzir em 70% as distâncias percorridas e conseqüentemente o tempo de processo, ao sugerir uma mudança de localização das prensas de resíduos para a área onde a maior parte dos resíduos era gerada para que então fosse possível tornar não somente o *layout* enxuto, mas sim, toda a cadeia produtiva enxuta e eficiente.

As perdas consideradas em um sistema *Lean Manufacturing* e que devem ser eliminadas, foram elencadas e citadas no trabalho de Serra (2014) e são elas:

1. Defeito de fabricação;
2. Excesso de produção;
3. Excesso de movimentação;
4. Excesso de estoque;
5. Excesso de transporte de materiais;
6. Espera;
7. Ideias não aproveitadas;
8. Processos que não agregam valor.

Independente do ferramental utilizado, o objetivo principal dos projetos de a *layout* enxuto, é aumentar a produtividade, por meio do planejamento de um arranjo físico que elimine todas, ou pelo menos alguma das perdas conhecidas no processo.

3 ESTOQUE

Slack, Chambers e Johnston (2009) definem estoque como sendo um acúmulo ordenado de recursos materiais em um sistema de produção.

Já Corrêa e Corrêa (2007) definem estoque como o acúmulo de recursos materiais entre fases específicas do processo produtivo.

Moreira (2011, pg 447) define estoque como “quaisquer quantidades de bens físicos que sejam conservados, de forma improdutiva, por algum intervalo de tempo; podem ser produtos acabados à espera da venda ou despacho, como matérias-primas”.

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009) o estoque é gerado quando o recebimento de materiais, peças ou bens acabados é superior à sua utilização ou saída.

Slack, Chambers e Johnston (2009) e Bertaglia (2009) complementam, explicando que estoque existe pois há uma diferença entre as taxas de fornecimento e de consumo dos produtos e, se porventura o consumo de algum item ocorresse no momento em que fosse fornecido, o item não necessitaria ser estocado e não existiria estoque.

Para Silva e Venanzi (2013) um produto estocado é um recurso, que agregado ao processo irá constituir em um novo produto acabado que será vendido a um preço superior ao custo total de sua fabricação.

Administrar um estoque é uma tarefa que necessita de informações a respeito de projeções de demanda, sobre quantidades disponíveis em estoque e de pedidos pela empresa em todas as suas localidades, além de saber o momento adequado para se realizar novos pedidos (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

O estoque assume um importante papel na empresa, pois sem ele haveria incerteza à quanto a entrega dos produtos, além de especulação quanto à falta de determinados insumos no mercado, o que tornaria seu custo mais elevado, porém se não for bem gerenciado, ele pode gerar custos indesejáveis.

3.1 TIPOS DE ESTOQUE

Um dos fatores que interferem diretamente nas decisões estratégicas sobre o manuseio de materiais, é o tipo de estoque no qual a operação está sendo gerenciado. De acordo com Ballou (2006) existem cinco categorias diferentes, em que pode-se classificar os estoques

quanto a sua funcionalidade, e são eles: estoque de canal de distribuição, estoque de especulação, estoque cíclico, estoque de segurança, estoque obsoleto. Além desses tipos de estoque os autores Slack, Chambers e Johnston (2009) ainda consideram outros dois tipos de estoque, que são: estoque de desacoplamento, estoque de antecipação. O quadro 1 a seguir explica cada tipo de estoque.

QUADRO 1 – Tipos de estoque.

| TIPO DE ESTOQUE | FUNÇÃO |
|----------------------------------|---|
| ESTOQUE DE SEGURANÇA | Sua função é compensar as incertezas provenientes de demanda e também pode compensar incertezas no processo de fornecimento de bens para a loja, e também a falta de confiabilidade de fornecedores de empresas transportadoras |
| ESTOQUE DE CICLO | O estoque de ciclo ocorre porque os estágios da operação não conseguem fornecer simultaneamente todos itens que produzem |
| ESTOQUE DE CANAL DE DISTRIBUIÇÃO | O estoque no canal de distribuição existe, pois, o material não pode ser transportado instantaneamente entre o ponto de fabricação e ponto de consumo. |
| ESTOQUE DE ANTECIPAÇÃO | Esse tipo de estoque deve ser utilizado quando as variações de demanda são expressivas, mas relativamente previsíveis. |
| ESTOQUE DE DESACOPLAMENTO | O estoque de desacoplamento cria oportunidades para programação e velocidades de processamento independentes entre os estágios do processo |

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers, Jhonston (2009).

Outros autores como Corrêa e Corrêa (2007), Bertaglia (2009) e Fenerich(2016) ainda consideram outras categorias de estoques como o estoque de matérias primas, estoques de produtos acabados ou semi acabados e prontos para a comercialização.

A decisão sobre adoção de algum desses tipos de estoque será determinado de acordo com necessidades envolvidas na operação.

3.2 IMPORTÂNCIA DO ESTOQUE

De acordo com Krajewski, Ritzman e malhotra (2009) estoques são importantes para todos os tipos de organizações e seus funcionários, pois eles afetam profundamente as operações diárias, considerando-se que devem ser contabilizados, pagos e utilizados nas operações para satisfazer clientes e administradores.

Para Ballou (2006) a estocagem e o manuseio de materiais são atividades que assumem considerável importância, pelo fato de terem influência sobre o tempo necessário ao processamento dos pedidos de clientes ou disponibilização de insumos. Além disso, uma boa gestão do estoque é fundamental para se alcançar o potencial máximo da cadeia de valor (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Os estoques funcionam como reguladores do fluxo de negócios. O gerenciamento do estoque deverá conciliar da melhor maneira os objetivos dos departamentos de compras, produção, vendas e financeiro, sem prejudicar a operação (SILVA; VENANZI, 2013)

“O *layout* das mercadorias, a extensão da utilização de equipamentos e o grau de automação são fatores que se refletem no custo do manuseio de materiais” (BALLOU, 2006 p. 411).

Corrêa e Corrêa (2007) explicam que o acúmulo de materiais possui uma propriedade fundamental, que é a de proporcionar a independência entre as fases do processo de transformação, entre as quais os estoques se encontram, ou seja, uma fase não interfere na outra.

Slack, Chambers e Johnston (2009) alertam que existem cinco razões principais para a manutenção do estoque e estas razões estão relacionadas aos tipos de estoques existentes. Essas razões podem ser verificadas a seguir no quadro 2.

QUADRO 2 – Razões para manutenção dos estoques.

| TIPO DE ESTOQUE | MOTIVO |
|----------------------------------|--|
| ESTOQUE DE SEGURANÇA | Lidar com interrupções ocasionais não esperadas no fornecimento ou na demanda. |
| ESTOQUE DE CICLO | Lidar com a incapacidade de produzir todos os produtos simultaneamente. |
| ESTOQUE DE DESACOPLAMENTO | Permitir que os processos operem em velocidades diferentes. |
| ESTOQUE DE ANTECIPAÇÃO | Lidar com flutuações conhecidas no fornecimento ou demanda. |
| ESTOQUE NO CANAL DE DISTRIBUIÇÃO | Lidar com os tempos de transporte na rede de suprimentos. |

Fonte: Adaptado de Slack, Chambers e Johnston (2009).

Existem ainda outros motivos que levam as empresas a realizarem a manutenção de seus estoques. Ballou (2006) destaca que os estoques proporcionam melhoria de qualidade na prestação de serviços ao cliente, pois os sistemas operacionais podem estar despreparados para reagir às solicitações de seus clientes, proporcionam redução de custos operacionais indiretamente em outras atividades da cadeia de suprimentos de maneira que seja compensatório em relação aos custos de sua manutenção, e ainda o estoque pode gerar economias com compras, e com transporte, em alto volume, para reduzir o custo unitário.

Percebe-se que os autores sempre destacam a utilização do estoque como fator para redução de custos e garantia de atendimento ao cliente, pois sem ele, há um risco em não conseguir atender a demanda.

3.3 FUNÇÕES E OBJETIVOS DO ESTOQUE

Para Ballou (2006) um sistema de estocagem é dividido em duas funções principais: guardar produtos e manusear materiais. Além de que, é destacado que tais funções ficam claras ao se traçar o fluxo dos produtos ao longo do armazém.

Para Silva e Venanzi (2013) os estoques funcionam como reguladores do fluxo de negócios, pois como a velocidade com que as mercadorias são recebidas costuma ser diferente da velocidade com que são utilizadas, e assim os estoques funcionam como amortecedores.

De acordo com Córrea e Gianesi (2011), os estoques são considerados úteis porque tem a função de proteger o sistema produtivo contra problemas que possam causar a interrupção do fluxo de produção, além de que também possuem a função de proporcionar independência entre as fases específicas do processo, de maneira que os problemas de uma etapa não interfiram na sua subsequente.

Para Moreira (2011) os objetivos dos estoques são divididos como objetivos básicos e esses são subdivididos em objetivos parciais. Os objetivos básicos segundo o autor são os de ligar os vários fluxos existentes entre si, e também de proporcionar economias de produção. Quanto aos objetivos parciais, derivados dos objetivos básicos o autor cita que os estoques devem assegurar contra mudanças previstas no suprimento e na demanda, devem proteger contra as incertezas do mercado e devem permitir produção e compra econômica de grande volume para se reduzir o custo unitário.

3.4 DESVANTAGENS DO ESTOQUE

Fenerich (2016) afirma que existem menos razões para não se manter estoques, do que em relação às razões para se mantê-lo, porém o autor destaca que se não for bem planejado, gera impacto significativo no plano financeiro.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009) manter estoques representa risco, pois itens em estoque podem deteriorar-se e tornarem-se obsoletos, ou perder-se, e também ocupam espaço valioso. Por outro lado, o autor pondera, afirmando que os estoques proporcionam segurança em ambientes economicamente incertos.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) e Fenerich (2016) embora o estoque exerça um papel importante em relação ao desempenho de muitas operações, existem algumas desvantagens na manutenção de estoques. O estoque congela o dinheiro que fica indisponível para outras aplicações, gera custos de armazenamento, o estoque pode vir a se tornar obsoleto, pode danificar ou se deteriorar, pode ser perdido, pode gerar riscos de segurança como gases inflamáveis, consome espaço e gerar custos administrativos indiretos.

Esses problemas apresentados, geralmente são responsáveis por gerar custos indesejáveis. De acordo com Peinado e Graeml (2007) os principais componentes de custo envolvidos na atividade de estocagem são:

- Custo de capital investido: que é representado pela falta de remuneração financeira do capital, que permanece parado em forma de estoque;
- Custo de movimentação e armazenagem: representado pelo custo interno por metro quadrado do espaço disponível, ou quando for alugado, caso necessário, além de danos ocorridos com movimentação e armazenagem dos materiais, necessidades de prateleiras, iluminação, almoxarifado, segurança, apólice de seguro, ou qualquer tipo de necessidade específica devem ser levados em consideração nos custos de movimentação e armazenagem;
- Custo de deterioração ou obsolescência; muitos materiais se deterioram com o passar do tempo. Alguns tipos de materiais ainda podem estar sujeitos à corrosão ou perda de suas propriedades físico-químicas. Outros podem se tornar obsoletos rapidamente devido ao surgimento de novas tecnologias.
- Custos administrativos: como custo de mão de obra, custo de digitação do pedido, custo de conferência pelo almoxarifado, custos com carga e descarga, custo de inspeção de qualidade, dentre outros custos administrativos;

As principais desvantagens em relação aos estoques, estão sempre ligadas com a geração de custos, seja na forma de capital parado, na manutenção dos mesmos em condições ideais específicas, além da necessidade de transportar materiais, que é considerada uma atividade que não agrega valor ao produto.

4 FERRAMENTAS PARA PROJETO DE *LAYOUT* DE ESTOQUE

Na literatura, é possível encontrar a aplicação das mais variadas técnicas e metodologias na otimização de arranjos físicos de chão de fábrica, de lojas de varejo e de empresas de prestação de serviços.

Dentre tais metodologias para auxiliar no planejamento de um arranjo físico, destaca-se a metodologia SLP (*Systematic Layout Planning*) proposta por Muther (1986) que direciona o gestor a conduzir algumas etapas e técnicas no planejamento e implementação de um arranjo físico.

Pode-se destacar também o desenvolvimento de modelos de planejamento de *layout* através de simulação computacional, seja através do software Arena, como foi realizado por Meirelles e seus colaboradores (2009) ou pelo software Promodel como foi realizado no trabalho de Piccolini e Figueiredo (1998).

Cada técnica, ferramenta, ou metodologia se encaixa melhor de acordo com a natureza do local, dos tipos de centros de trabalho, da natureza dos dados, do tipo de *layout* que será implementado, nas necessidades das partes interessadas, dentre outros aspectos. Aqui serão apresentadas algumas ferramentas e técnicas que irão auxiliar na execução da pesquisa realizada neste trabalho.

4.1 DIAGRAMA PV (HISTOGRAMA)

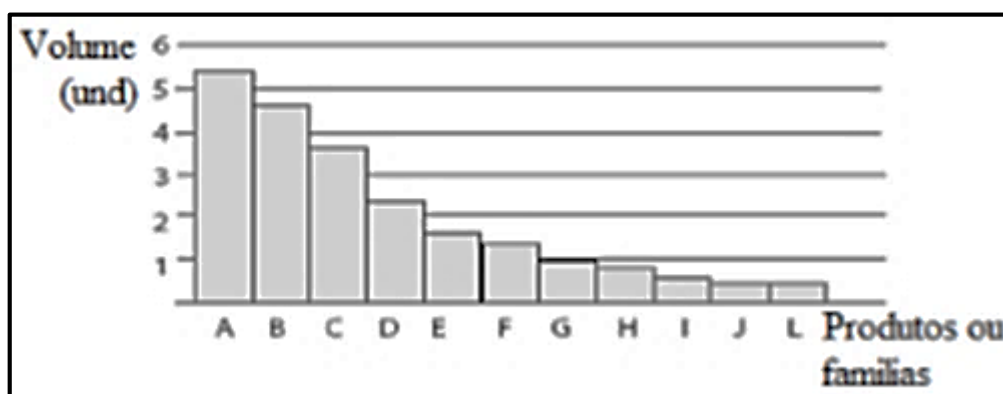
Para Moreira (2011) um histograma é construído marcando-se no eixo das abcissas os limites das classes. Para cada classe, os limites representam a altura de um retângulo, a qual deverá ser proporcional à frequência de cada classe. O autor ainda destaca que esta disposição visual facilita no reconhecimento das classes com frequências mais altas e as mais baixas e demonstrando as concentrações de valores

Neumann e Scalice (2015) afirmam que esta ferramenta é interessante para priorização do foco dos objetivos almejados, pois é possível otimizar o *layout* afim de priorizar a realização

dos processos mais frequentes, e com isso é possível reduzir distância total deslocada, mesmo que o novo *layout* tenha um deslocamento maior para processos menos frequentes.

Assim como no trabalho executado por Andrade e colaboradores (2017), onde o gráfico Produto Volume (ou diagrama PV) foi utilizado para priorizar determinados setores que deveriam estar localizados o mais próximo possível da saída no galpão do estoque da empresa, levando-se em consideração a frequência de vendas, para então priorizar o foco do projeto. Essa técnica pode ser utilizada para se levantar frequências de dados relevantes em histogramas, e juntamente com a curva de classificação ABC e assim priorizar os setores do novo arranjo físico. A figura 6 demonstra um exemplo de diagrama PV:

FIGURA 6 – Representação do gráfico Produto Volume (Diagrama PV).



Fonte: Adaptado de Neumann e Scalice (2015 p. 253) citado por Andrade e colaboradores (2017 p. 5).

Como pode se verificar, as colunas verticais representam as frequências individuais que determinado fenômeno se manifesta. Outro ponto a ser considerado, é que esse tipo de diagrama, deve ser construído em ordem decrescente de frequências, ou seja, da maior coluna, para a menor, no sentido da esquerda para a direita, de modo que seja possível, através desse levantamento, construir a curva ABC, que considera o somatório das frequências levantadas. A curva ABC será explicada com mais detalhes no próximo item.

4.2 CURVA ABC (CURVA DE PARETO)

A lei de Pareto algumas vezes é chamada de regra 80/20. Isso porque, geralmente, 20% de todos os tipos de produtos estocados, são responsáveis por 80% do volume de vendas de uma operação (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

A curva ABC é um método de classificação dos itens em estoques de determinado sistema de operações em três grupos, baseados em seu valor anual de utilização (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013).

Para Galhardi (2016) a classificação ABC é um método de diferenciação dos estoques, segundo sua maior ou menor abrangência em relação à determinado fator, e consiste em separar os itens em classes de acordo com sua importância relativa. A importância relativa, geralmente se resume ao valor financeiro do item para então realizar o gerenciamento dos custos, porém, em muitos casos, a importância relativa do item pode ser baseada em outros critérios como peso e volume unitário (PEINADO; GRAEML, 2007).

Segundo Tubino (2009) a classificação ABC dos itens é bastante útil para diagnosticar características de demanda que devem ser administradas. O autor ainda explica que a classificação ABC é baseada na Lei de Pareto onde poucos itens são responsáveis pela maioria dos eventos, e que esses eventos podem ser desde problemas na produção, investimentos, ou, de demandas.

Já para Silva e Venanzi (2013) a classificação ABC é um instrumento de grande importância para a gestão dos estoques, pois possibilita a identificação dos produtos que justificam mais atenção do gerenciamento (quantidade e valor).

Alvarenga e Novaes (2000) explicam que após a aplicação da curva ABC na empresa, mais especificamente no armazém é possível observar o seguinte fenômeno: poucos tipos de produtos consomem muitos recursos, como empilhadeiras, mão de obra e área disponível para estocagem.

Para Moreira (2011) a metodologia ABC, pode ser aplicada em qualquer caso de classificação de itens, de quaisquer naturezas e sob qualquer critério. Aproveitando-se dessa característica, Andrade e colaboradores (2017) aplicaram a metodologia ABC juntamente com o diagrama produto volume, e sob o critério de frequência de itens mais vendidos, foi proposto um novo *layout* para prateleiras de peças automotivas.

Segundo Côrrea, Gianesi e Caon (2013) os passos para o levantamento da curva ABC são os seguintes:

1. Para cada item em estoque deve-se determinar o volume utilizado no ano anterior;
2. Determinar o custo médio de cada um dos itens de estoque;
3. Calcular o custo total anual de uso para cada item em estoque, multiplicando o custo médio de cada item, levantado em 2, pelo volume correspondente utilizado em 1;

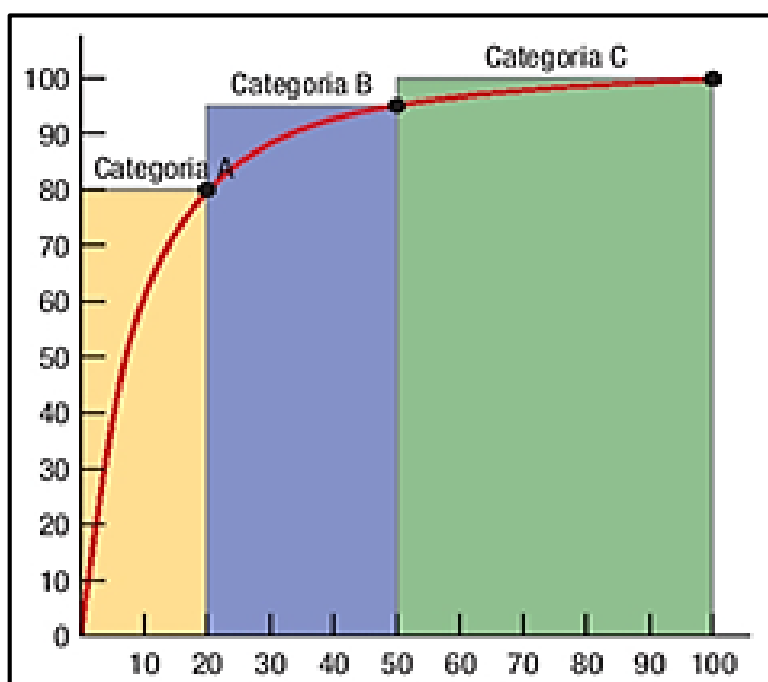
4. Ordenar em uma lista todos os itens em valor decrescente do valor de uso estabelecido em 3;
5. Calcular os valores acumulados de valor de uso para toda a lista, na ordem definida em 4;
6. Calcular os valores acumulados determinados em 5, em termos percentuais relativos ao valor total acumulado de valor de uso para o total dos itens;
7. Plotar num gráfico os valores calculados no item 6;
8. Definir as três regiões conforme a inclinação da curva resultante: região A, de grande inclinação; região B, média inclinação; e região C, pequena inclinação.

De acordo com Taylor (2005, p. 199) “a análise de Pareto expõe a observação de que metade dos produtos é responsável por 95% das vendas”. Ainda de acordo este autor, a análise de Pareto gera resultados com extraordinária regularidade, em empresas de diversos ramos diferentes.

Bertaglia (2009) conclui que a razão da classificação ABC é restringir o foco. Para o autor, administrar centenas ou milhares de itens pode equivaler a enormes estruturas internas, que irão aumentar o custo final dos produtos e serviços e a curva ABC pode auxiliar a contornar este problema.

Um exemplo da curva de classificação ABC é demonstrado a seguir na figura 7.

FIGURA 7 – Representação gráfica de uma curva de classificação ABC.



Fonte: Adaptado de Krajewski, Ritzman, Malhotra (2017 p. 350).

Esse gráfico representa o percentual acumulado de cada tipo de fenômeno observado. O eixo horizontal é o percentual de tipos de itens, e o eixo vertical, é a soma de seu percentual acumulado.

Como pode ser verificado, a área da Categoria A representa 20% dos tipos de itens analisados, e esses mesmos 20% de itens, é responsável por 80% do volume total de fenômenos observados. A categoria B possui 30% do total de tipos de itens, e representa 15% do volume de fenômenos observados. E por fim, a categoria C, possui 50% do total de tipos de itens analisados, e representa apenas 5% do volume total de fenômenos.

Esses fenômenos citados indicam que esse gráfico, pode ser utilizado para analisar valor financeiro acumulado, volume de vendas acumulada, volume de produtos acabados ou semiacabados e que estejam acumulados no estoque, e até mesmo de volume de causas de problemas e acidentes.

4.3 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Para Cury (2013) os gráficos de processamento podem ser utilizados para alguns objetivos diferentes e dentre eles, pode-se utilizar esta ferramenta quando estiver realizando um estudo sobre *layout*.

Barnes (1986) citado por Andrade e colaboradores (2017) descreve o fluxograma de processos como uma ferramenta para facilitar a compreensão da rede de atividades.

“Os gráficos de processamento retratam uma situação de fato, devendo, portanto, demonstrar como as coisas realmente são feitas” (CURY, 2013 pg 241).

Oliveira (2004) ainda destaca que por meio de fluxogramas, o analista consegue representar os diversos fatores e variáveis presentes no sistema, desde os circuitos de informações relacionados a processos decisórios, e até mesmo as unidades organizacionais relacionadas ao processo.

Para auxiliar os gestores a trabalharem com esta ferramenta, Barnes (1977) descreve as etapas necessárias para a confecção de um gráfico de processos e também de um mapofluxograma, e tais etapas são as seguintes:

1. Determinar a atividade a ser estudada. Decidir se o objeto a ser seguido é uma pessoa, produto, peça, material ou documento impresso;
2. Definir pontos para início e término do gráfico, a fim de que se garanta a cobertura da atividade que se deseja estudar;

3. O gráfico do fluxo do processo deve ser elaborado em uma folha de papel com dimensões suficientes para conter: cabeçalho, descrição e sumário. O corpo do gráfico do fluxo do processo deverá conter uma coluna para Distância Percorrida (em metros), uma para o símbolo e uma para a descrição e possivelmente uma para o tempo;
4. Deve-se incluir um sumário tabelar mostrando o número de operações, o número de movimentos, as distâncias percorridas pelas peças, o número de inspeções, número de armazenamentos, e as esperas. Após terem sido executados as propostas de melhoria, deve-se compilar um sumário combinado fornecendo essas informações relativas ao método antigo, e ao método novo, e à diferença gerada pela implementação da proposta;
5. Obtenha plantas do departamento ou da fábrica para demonstrar a localização das máquinas e o equipamento usado na produção. Se por acaso não puderem ser obtidas, faça desenhos em escala.
6. Desenhe nas plantas o fluxo da peça ou produto através da fábrica, anotando a direção do movimento através de flechas.

O ideal é que todas as etapas sejam seguidas à risca, porém dependendo do objetivo do projeto, alguma dessas fases pode ser dispensável na elaboração do fluxograma, como as etapas 3 e 4 por exemplo se no trabalho não for abordado sobre distâncias percorridas.

Cury (2013) relata algumas vantagens relacionadas ao uso de fluxogramas e dentre elas o autor destaca que esta ferramenta permite a verificação de como funcionam realmente todos os componentes de um sistema; possibilita um entendimento mais simples e objetivo, em relação à outros métodos descritivos; facilita a localização das deficiências, devido à fácil visualização dos passos, transportes, operações, formulários; permite rápido entendimento de qualquer alteração que seja proposta ao sistema existente, pois demonstra claramente as modificações introduzidas.

Portanto é claro a importância da aplicação desta ferramenta em projetos de otimização, pois com o seu auxílio, é possível identificar problemas que se deseja eliminar de modo a tornar a operação mais eficiente.

4.4 DIAGRAMA DE ESPAGUETE

O diagrama de espaguete é uma representação gráfica por linhas sobre o *layout* das instalações, e através desta ferramenta é possível verificar o fluxo percorrido pelos produtos e materiais e assim mensurar suas distâncias percorridas. Segundo De Oliveira, Monteiro e Ferrari (2013) seu nome é proveniente do fato de que quando dispostos na planta baixa de operações de produção em massa, as linhas que representam os fluxos se assemelham à um espaguete.

De acordo com De Freitas (2013) esse tipo de diagrama é bastante utilizado para auxiliar na elaboração de *layouts* tanto industriais quanto administrativos, e em sistemas que aplicam os conceitos *lean manufacturing*.

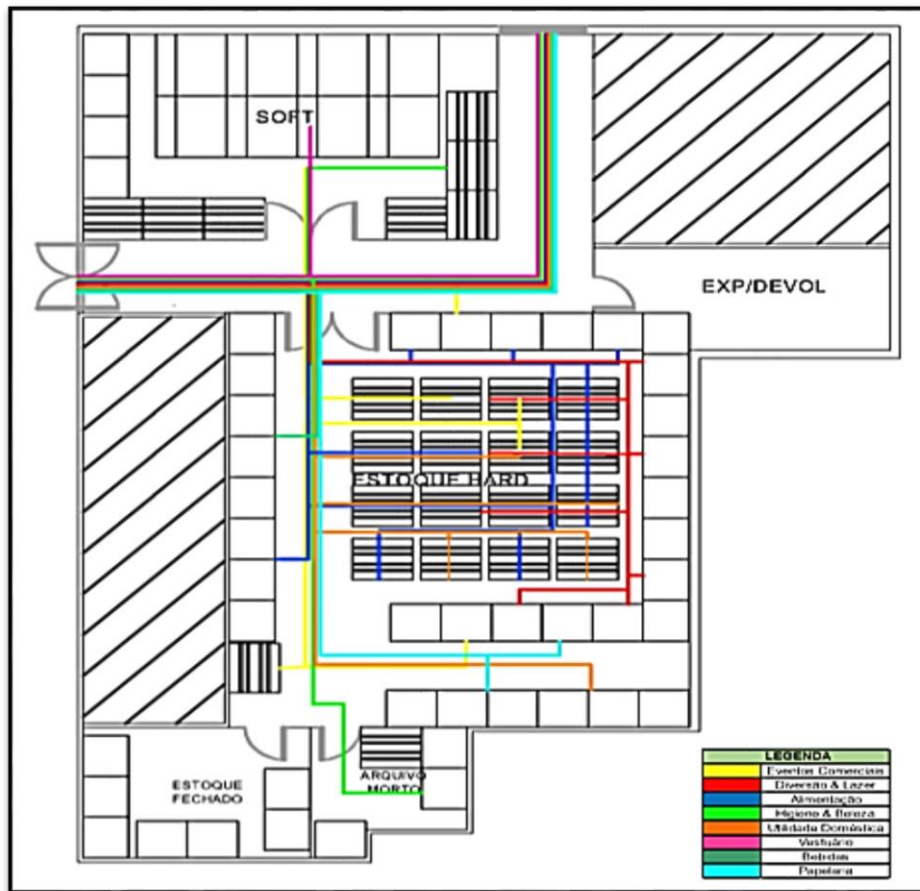
Segundo Teles (2009) sua elaboração é de fácil compreensão, necessitando-se apenas ter à disposição o *layout* no qual se deseja otimizar e então aplicar linhas contínuas para representar os fluxos percorridos por pessoas, materiais e informações. Com isso é possível identificar pontos congestionados e movimentações desnecessárias. O autor ainda recomenda que se utilize de cores diferentes para representar cada tipo de entidade analisada, sejam recursos, pessoas ou produtos diferentes, de maneira que se possa facilitar a leitura do diagrama.

Outro exemplo da praticidade desta ferramenta está no trabalho realizado por De Sousa (2016), onde o autor elaborou duas propostas de alteração no *layout* para um armazém de uma loja de varejo. O autor utilizou o diagrama de espaguete para medir as distâncias percorridas na situação que o *layout* se encontrava, e também para medir as distâncias percorridas para as duas propostas, e a partir dos resultados encontrados, o autor selecionou o arranjo físico a ser implementado no armazém.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Mantovani (2015) também utilizou o diagrama de espaguete para mapear as distâncias percorridas pelos produtos dentro de um *layout* de um armazém de vidros automotivos. O autor elaborou duas propostas de modelo de arranjo físico para o estoque e mensurou as novas distâncias percorridas através do diagrama de espaguete, tabelou os resultados e posteriormente selecionou o *layout* mais eficiente de acordo com os resultados obtidos.

A figura 8 demonstra um exemplo de diagrama de espaguete desenhado sobre um *layout* que se deseja otimizar em uma empresa do ramo de varejo.

FIGURA 8 – Exemplo de Diagrama de Espaguete sobre uma planta baixa.



Fonte: Adaptado de De Souza (2016, p. 68).

O diagrama de espaguete são as linhas coloridas que interligam os diferentes setores do *layout* da planta baixa representada na figura 8. Percebe-se que esta ferramenta é de fundamental importância para a construção de projetos de novo arranjo físico, pois é possível e identificar os pontos chave à serem modificados como identificação de gargalos e fluxos cruzados, além de que ele possibilita mensurar os resultados obtidos como distâncias à serem percorridas dentro do arranjo físico que se deseja otimizar.

4.5 DISTÂNCIA MÉDIA DE TRANSPORTE (DMT)

Um conceito interessante para se utilizar como um indicador de eficiência nas operações das empresas é a Distância Média de Transporte, pois a produtividade está diretamente relacionada com o tempo da operação, e consequentemente com as distâncias

percorridas pelos recursos. Uma vez que se consiga eliminar esse desperdício específico, inevitavelmente haverá um aumento na eficiência da realização das operações.

Um exemplo de aumento de produtividade com base na redução de distâncias percorridas pode ser verificado no trabalho de Lopes (2014), que reduziu as distâncias médias à serem transportadas dentro de uma mina de calcário. Ainda segundo o mesmo autor, com os resultados de redução de distâncias médias de transporte, além da redução no tempo de processamento inevitável, também é possível obter outros ganhos específicos como redução no consumo de pneus, peças, combustível e custos de manutenção com os equipamentos móveis e motorizados utilizados na mina em questão, além de proporcionar um aumento no ritmo de produção e de produtividade e assim proporcionar um minério de melhor qualidade.

Percebe-se então a importância da eliminação desse tipo desperdício que geralmente ocorre em qualquer tipo de operação.

4.6 ETAPAS PARA PROJETO DE LAYOUT

Na elaboração de um arranjo físico, algumas considerações práticas devem ser executadas inicialmente, como planejar o todo e depois as partes, planejar o ideal e depois o prático (MARTINS; LAUGENI, 2006).

De acordo com Oliveira (2004), quando pretende-se realizar um estudo de arranjo físico, deve-se seguir quatro etapas básicas para se facilitar o desenvolvimento do projeto de novo *layout*. Primeiro deve-se realizar o levantamento da situação atual do *layout* que se pretende otimizar. O segundo passo é realizar um estudo de modo a propor soluções alternativas para o arranjo físico. A terceira etapa é a consolidação da escolha da alternativa proposta na etapa anterior. Por último vem a implementação e avaliação do novo arranjo físico.

A vantagem da divisão em apenas quatro etapas, é que o processo se torna mais simples de se entender e elaborar, porém pode ser necessário à sua aplicação juntamente com outras metodologias, para aumentar o nível de detalhe do projeto.

No entanto para Araújo (2011) o estudo sobre a implementação de um novo *layout* deve ser dividido em oito etapas, e são elas:

1. Calcular a área (necessária ou existente);
2. Desenhar a planta baixa;
3. Verificar o fluxo de pessoas e papéis;
4. Determinar a quantidade e a natureza do móveis e equipamentos;

5. Determinar a extensão e localização das instalações elétricas e hidráulicas;
6. Preparar e dispor miniaturas de móveis e equipamentos;
7. Apresentar alternativas para novo *layout*;
8. Implantar e acompanhar.

Com essa divisão em oito etapas, a vantagem é que o processo pode ser tornar ainda mais detalhado e não haveria necessidade de complementar com outras metodologias, porém pode ser mais trabalhoso e dispendioso e deve-se analisar a necessidade do projeto detalhado, pois, dependendo do *layout*, pode não haver a necessidade da implementação de todas etapas.

De acordo com Krajewski, Ritzman e Malhotra (2009), antes de um gerente tomar as decisões relativas à configuração do arranjo físico, algumas questões devem ser levantadas para diagnosticar as necessidades que precisam ser atendidas com a implementação do novo *layout*. Segundo os autores, deve-se questionar quais centros de trabalho o arranjo físico deve possuir, quanto de espaço e de capacidade cada centro de trabalho necessita, como o espaço de cada centro deve ser configurado e onde cada centro deve estar localizado

Martins e Laugeni (2006) também ressaltam, que a elaboração de um *layout*, é uma atividade multidisciplinar, e que envolve diversas áreas da organização, e por isso deve-se utilizar a experiência de todos na elaboração, na verificação e determinação de soluções.

A partir dessas informações, é possível realizar um projeto de implementação de novo arranjo físico de maneira simplificada e sistemática em qualquer tipo de organização.

4.7 TESTE T PARA DADOS PAREADOS

Esse tipo de teste é executado quando se deseja validar os resultados de duas amostras de dados que estejam pareados, ou emparelhados, e cada um dos elementos de uma amostra corresponde à apenas um elemento da outra amostra, em decorrência de alguma associação entre eles. (CECON, *et. al.* 2012)

Os resultados de duas amostragens se caracterizam como pareados quando estão relacionados dois a dois, de acordo com algum critério que exerça influência marcante entre os diversos pares, ou seja, influencia igualmente nos resultados dos valores de cada par. (COSTA NETO, 2002)

Para o caso de amostras dependentes, quando se deseja comparar duas médias populacionais sendo que, para cada observação amostral, deve-se realizar duas medições da característica de interesse. (MAGALHÃES; LIMA, 2011)

Como por exemplo, quando se retira medidas antes e depois da aplicação de alguma melhoria, e posteriormente se realiza o teste T para confirmar se realmente a melhoria ocorreu.

Cada par de observações, ou seja, a medida antes e após aplicação de alguma melhoria deve ser obtido sob condições homogêneas. O procedimento do teste consiste em analisar as diferenças entre os valores encontrados no antes e no pós melhoria, se não houver diferença entre elas, então a média das diferenças deve ser zero. Este procedimento é chamado de teste T emparelhado. (MONTGOMERY; RUNGER, 2009)

4.8 MATRIZ PARA DECISÃO DE ALTERNATIVAS DE LAYOUT

A Matriz de Avaliação é uma técnica utilizada para apoiar uma tomada de decisão. Ela permite analisar o problema considerando todos os aspectos importantes, fundamentais para a solução. Para elaborar a Matriz, deve-se listar as alternativas que se deseja selecionar, juntamente com os critérios fundamentais para a escolha. Após isso basta elaborar uma tabela cruzando-se esses dados. Por fim deve-se estabelecer uma escala de avaliação e atribuir pesos para cada critério analisado pela matriz de decisão e calcular o peso acumulado de cada alternativa. (AUCTUS – QUALIDADE E GESTÃO, 2017, disponível em: <<http://www.auctus.com.br/ferramenta-matriz-de-decisao/>>)

4.8.1 Critérios para avaliação de alternativas de layout

Conforme Lin e Sharp (1999), citado por Tortorella e Fogliato (2008) para tomar a decisão sobre qual alternativa de *layout* deve ser selecionada, deve-se investigar suas características sob condições reais, analisando as variáveis tempo, espaço e informações e então gerar índices que permitam mensurar se essas variáveis são necessários de maneira que a avaliação e seleção da alternativa de *layout* seja objetiva e assim proporcionar a escolha da melhor proposta possível.

Os autores propuseram alguns critérios a serem seguidos para se realizar a avaliação de alternativas de *layout*, e que são divididas em três níveis hierárquicos, e correspondem à três grupos de critérios: custo, fluxo e ambiente. O quadro 3 apresenta os critérios de avaliação de *layout* propostos pelos autores supracitados.

QUADRO 3 – Critérios para avaliação de alternativas de *layout*.

| | | |
|----------|--------------------------|---|
| CUSTO | Não Inventariado | Terreno Prédio Produção Maquinário Material Manuseio Equipamentos Manutenção |
| | Inventariado | Matéria prima Estoques em Processo Estoques Componentes Acabados |
| FLUXO | Espaço | Utilização de área Áreas livres |
| | Fluxo de Materiais | Corredores Distância e Densidade de volumes |
| | Flexibilidade e Robustez | Expansão Predial Robustez dos equipamentos |
| AMBIENTE | Arredores da Fábrica | Topografia e Topologia Ambiente e Comunidade |
| | Qualidade do Ambiente | Segurança dos Operadores Conforto de trabalho Segurança Patrimonial Acesso para manutenção |

Fonte: Lin e Sharp (1999) citado por Tortorella e Fogliato (2008).

Conforme demonstrado no quadro, os critérios básicos que devem ser priorizados são custo, fluxo e o ambiente, contudo pode ser necessário fazer uma adaptação desse modelo de matriz conforme as necessidades que se deseja valorizar nas alternativas de arranjo físico a serem analisadas. Utilizando esses critérios adaptados em uma matriz para avaliação de *layout* e tomada de decisão, será possível selecionar a melhor alternativa de projeto para novo *layout* de estoque da empresa.

5 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão apresentadas todas as etapas necessárias para a execução deste projeto, desde a sua criação, passando pela abordagem do problema, definição dos objetivos, revisão de uma literatura, e posteriormente a justificativa pela opção do estudo de caso como forma de demonstração dos resultados alcançados e finalmente a apresentação de todos os procedimentos necessários para a aplicação das ferramentas selecionadas para solucionar o problema proposto, que se trata de elaborar uma proposta de rearranjo físico e enxugar as distâncias percorridas pelos funcionários da empresa estudada durante a tarefa de buscar a peça solicitada pelo cliente na área de estoque de carros batidos.

5.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Prodanov e Freitas (2013) uma pesquisa científica pode ser classificada quanto à sua natureza que pode ser básica ou aplicada, e também poder ser classificada quanto aos objetivos que pode ser exploratória, descritiva ou explicativa, quanto à abordagem pode ser qualitativa ou quantitativa e com relação aos procedimentos técnicos a pesquisa pode ser classificada como pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, pesquisa experimental, pesquisa de campo, estudo de caso, pesquisa ex-post-facto, pesquisa ação e pesquisa participante.

Quanto à natureza, pode-se considerar que este trabalho pode ser classificado como sendo uma pesquisa aplicada, pois o objetivo principal foi a aplicação de conhecimento técnico para solucionar um problema específico, e conseqüentemente outros problemas relacionados ao arranjo físico do estoque de carros batidos da empresa estudada.

Para a abordagem do problema, esta pesquisa deve ser classificada como sendo quantitativa, pois o objetivo principal foi estudar o *layout* de estoque atual da empresa e elaborar propostas para otimizá-lo, e para tal foi necessário o levantamento de dados quantitativos como área do galpão, volume de carros batidos por marca no estoque, distância entre o balcão de atendimento e cada produto, frequência de vendas por tipo de item estocado, e como pretende-se agrupar os carros de cada marca próximos entre si, optou-se pelo levantamento da frequência de vendas por marca para o projeto do novo arranjo físico do estoque de carros batidos.

De acordo com os objetivos, essa pesquisa pode ser classificada como sendo de caráter exploratória no tangente levantamento inicial do problema, pois houve necessidade de realizar

uma revisão bibliográfica para então definir o foco da pesquisa e os objetivos almejados. Esse trabalho também apresenta características de uma pesquisa descritiva, pois a coleta de dados foi realizada sem interferir no arranjo físico atual e no processo, e os dados do *layout* inicial, como área do galpão, volume de carros estocados e suas posições foram coletados através de observação sistemática no local, e o levantamento do volume de vendas por marca foi realizado de maneira padronizada, em consulta ao caderno de vendas.

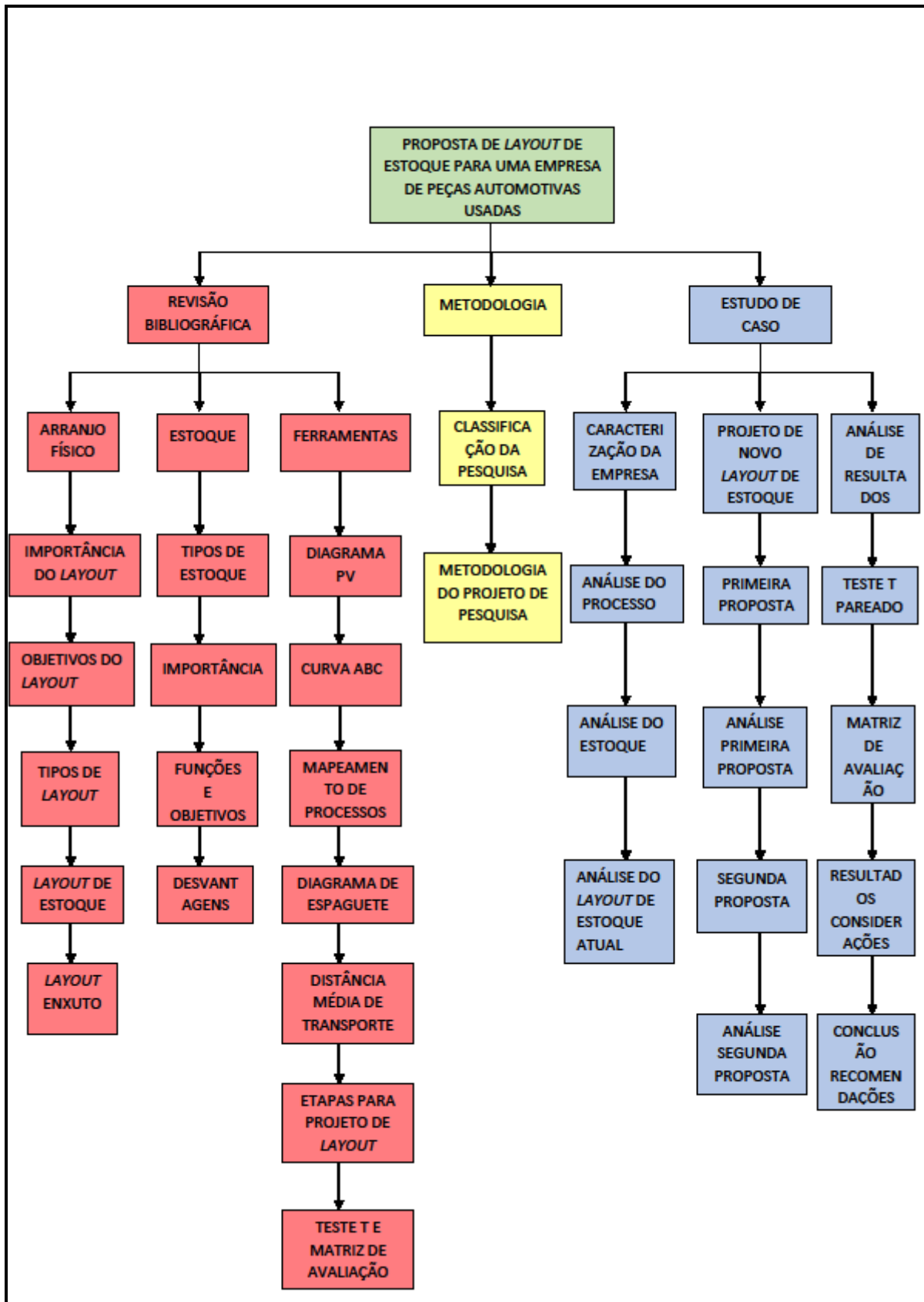
Com relação aos procedimentos técnicos, esta pesquisa pode ser classificada como sendo um estudo de caso, pois foi realizado um estudo profundo de alguns objetos, que são os itens em estoque, e com isso possibilitou seu detalhamento e conhecimento, através de coleta e análise de informações a respeito desses objetos e com isso foi possível estudar um determinado fenômeno causado por esses objetos que se trata das distâncias percorridas pelos funcionários dentro da operação.

5.2 METODOLOGIA DO PROJETO DE PESQUISA

Este trabalho se trata de um estudo de caso para elaborar uma proposta de novo arranjo físico de estoque otimizado para uma empresa de comércio, mais especificamente do ramo de peças automotivas usadas.

Para realizar o estudo sobre arranjo físico será elaborado uma sequência sistemática para a execução deste trabalho dividida em 3 etapas sendo a primeira a etapa de revisão bibliográfica, a segunda etapa foi o próprio planejamento da metodologia e a terceira etapa o estudo de caso que será executado adaptando-se os passos definidos por Araújo (2011) onde serão realizados o levantamento e análise do *layout* inicial e proposta de novo *layout* e por último a análise dos resultados proporcionados pelo *layout* proposto. O escopo de execução deste projeto pode ser verificado na figura 9.

FIGURA 9 – Etapas para a execução da proposta de novo layout.



Fonte: Autoria própria (2018).

Durante a etapa de revisão bibliográfica, foram abordados os principais assuntos relacionados à definição de *layout* como:

- A importância do planejamento do arranjo físico e seus objetivos;
- Tipos de arranjo físico (Funcional, por Produto, Posicional, Celular e Misto), *layout* de estoque e suas características, vantagens e desvantagens de cada tipo de arranjo;
- Alguns exemplos bem sucedidos de *layouts* otimizados, com base nas premissas de eliminação dos desperdícios para colaborar com uma produção enxuta.

No segundo capítulo foi abordado sobre estoque, suas funções e seus objetivos, as vantagens e desvantagens e os tipos existentes.

Para fechar a etapa de revisão bibliográfica, foram levantadas as ferramentas necessárias para auxiliar na elaboração deste projeto de novo *layout* de estoque como o diagrama PV, a curva ABC, mapeamento de processos, o diagrama de espaguete e a distância média de transporte.

A partir dessa etapa, será possível iniciar o estudo de caso do arranjo físico da empresa para posteriormente elaborar a proposta de novo arranjo de estoque.

Na primeira etapa do estudo de caso, denominada como análise do *layout* inicial e proposta de novo *layout*, será onde começarão a ser implementados os passos definidos por Araújo (2011) para estudo de arranjo físico.

O primeiro passo será mensurar todas as dimensões do galpão da empresa. Esta tarefa será realizada pessoalmente no galpão, utilizando-se de uma trena de 50 metros de comprimento para facilitar as medições em poucas etapas e assim minimizar o erro. Juntamente com esta tarefa será possível realizar o mapeamento de cada veículo em estoque, sua marca correspondente e sua respectiva posição na área.

O próximo passo será desenhar a planta baixa do galpão e o arranjo físico do estoque utilizando software AutoCad 2018, que será possível apenas após realizar a verificação da quantidade e a natureza do estoque. Note que nos passos definidos por Araújo (2011) esse seria o segundo, porém não será possível realizar esta tarefa antes de pesquisar a localização de cada veículo e sua marca, pois o desenho do *layout* só será possível de ser elaborado com estas informações, portanto há uma necessidade de realizar essa pequena adaptação no roteiro de pesquisa indicado pelo autor.

O diagrama de espaguete será projetado sobre o a planta baixa e será fundamental para a otimização deste arranjo físico, pois através dele serão realizados medições das distâncias

entre o ponto médio do balcão de atendimento, até cada item estocado, para com isso, levantar o diagrama produto volume e a curva ABC para distâncias necessárias a serem percorridas desde o balcão, até cada carro batido em estoque, e também a distância média de transporte de peças para cada marca disponível e à partir desses dados gerar um diagnóstico preciso a respeito do *layout* atual. As medições entre cada veículo estocado e o balcão de atendimento serão realizadas medindo-se as linhas do Diagrama de Espaguete através do próprio desenho no AutoCad, utilizando-se a ferramenta Medir do próprio software.

Os passos para determinação da localização de instalações hidráulicas e elétricas e de preparação e disposição de miniaturas de móveis e equipamentos, não serão necessários devido aos objetivos do projeto.

Após a determinação dos fluxos e levantamento das distâncias médias de transporte de peças por cada marca, a próxima etapa será a elaboração de um novo modelo de *layout*. Para priorizar o novo arranjo físico, serão utilizadas as ferramentas Diagrama PV e Curva de Classificação ABC para o dados relativos ao volume de vendas registradas por marca, e para tal serão analisadas o histórico de vendas entre os meses de dezembro de 2017 até o fechamento de agosto de 2018. As ferramentas Diagrama PV e Curva ABC também foram aplicadas ao número de itens estocados. Com esses dados da aplicação dessas ferramentas será possível identificar os maiores volumes de itens estocados e também os maiores fluxos de atendimentos, sempre analisando de acordo com o critério de classificação por marcas de fabricação.

O próximo passo será elaborar novas propostas para o *layout* de estoque da empresa, e para tal será utilizado a base do desenho do *layout* atual da empresa que já estará pronto, apenas reposicionando todos os recursos estocados no galpão, seguindo os critérios das marcas que demandam maior fluxo de atendimento.

Após modificar o arranjo físico do estoque de carros batidos no pátio da empresa o próximo passo será projetar o novo diagrama de espaguete sobre as propostas elaboradas. O procedimento de medição das distâncias de cada item até o balcão de atendimento será repetido, seguindo os mesmos passos, medindo-se cada linha do diagrama de espaguete projetado sobre o *layout* desenhado no software AutoCad, de modo a contabilizar novamente as novas distâncias médias de transporte dos produtos e então realizar o comparativo entre as distâncias médias de transporte do *layout* inicial e dos *layouts* propostos, para então gerar um resultado mensurável e então analisar o impacto que a modificação da disposição física do estoque pode gerar para a empresa.

Após mensurar e comparar os resultados sobre as distâncias médias de transporte entre o *layout* atual e os *layouts* propostos, será aplicado o teste T para dados pareados para confirmar a confiabilidade dos resultados obtidos com as reduções das distâncias médias de transporte.

Ao final, será utilizada uma matriz de decisão para avaliar as alternativas de *layout* e então selecionar uma das propostas conforme os resultados obtidos com a análise da matriz.

Após definir qual alternativa de *layout* deverá ser escolhida para implementar na empresa, serão explanados os resultados e algumas considerações sobre a elaboração deste projeto.

Para finalizar o estudo de caso, serão expostas as conclusões a respeito da realização deste trabalho, juntamente com algumas recomendações a serem implementadas para colaborar com a manutenção e boa gestão da proposta de arranjo físico selecionado para ser implementado pela empresa.

6 ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso foi executado na área de estoque de carros batidos de uma empresa de varejo de peças automotivas usadas, no município de Governador Valadares, Minas Gerais.

6.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa atua há cerca de 20 anos no mercado de comércio de peças automotivas, adquirindo peças usadas em grande volume, e também adquirindo veículos batidos, com o objetivo de comercializar as peças em bom estado de conservação. Pelo fato desses veículos batidos não serem desmontados, há a necessidade de estocá-los no galpão da empresa.

A empresa possui duas áreas de estoque específicos, sendo uma delas para o estoque de veículos pesados como caminhões, mas este espaço do galpão não foi abordado neste trabalho. A outra área serve para a estocagem de veículos leves como carros e caminhonetes, e foi esta parte da empresa o local de estudo deste trabalho.

A missão da empresa é fornecer peças automotivas usadas em bom estado de conservação com preço abaixo do valor de mercado peças novas, e assim gerar economia para os clientes.

Considerando o volume de carros batidos, de peças avulsas e a área do galpão, a empresa está inserida entre as maiores do ramo de varejo de peças automotivas usadas na região.

Para possibilitar uma visualização prévia do estoque estudado na empresa e auxiliar em sua caracterização, foram capturadas algumas imagens no próprio local, e estas estão demonstradas na figura 10.

FIGURA 10 – Estoque de carros batidos da empresa.



Fonte: Autoria própria (2018).

Como se pode observar, o objeto de estudo são os carros batidos estocados, e estes estão arranjados muito próximos uns aos outros, devido ao grande volume dos itens em estoque e da área disponível para sua armazenagem.

6.2 ANÁLISE DO PROCESSO

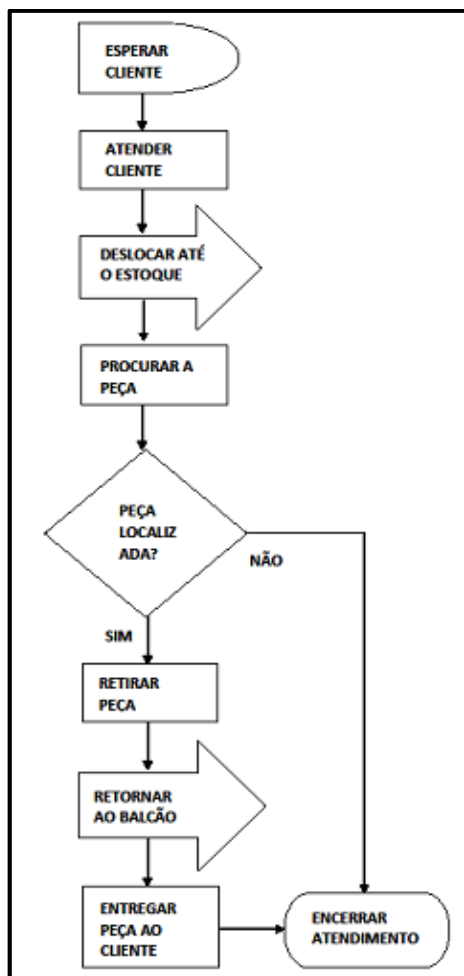
Para auxiliar na otimização do arranjo físico de qualquer empresa, uma análise do processo cumpre um papel fundamental, pois através dele é possível identificar possíveis problemas.

Através de acompanhamento qualitativo no próprio local, foi possível entender o processo da empresa, que consiste basicamente em os colaboradores realizarem os atendimentos no balcão e posteriormente, conforme a solicitação do cliente, o funcionário deve se deslocar até o local correto onde irá encontrar a peça, caso a mesma esteja disponível para venda.

Após receber o pedido do cliente, o funcionário se desloca desde o balcão de atendimento até o estoque, para procurar a peça solicitada, caso a mesma esteja em algum dos carros batidos estocados, ela é desmontada do veículo se o cliente for comprar.

É importante destacar que a empresa conta com alguns tipos de estoques diferentes, como peças soltas e separadas seja nas prateleiras ou em outros locais designados, mas que não foram abordados neste trabalho. A figura 11 demonstra o fluxograma da atividade da empresa:

FIGURA 11 – Fluxograma do processo da empresa.



Fonte: Autoria própria (2018).

Um fator muito importante que deve ser considerado, é que existem peças que atendem à necessidade de diferentes modelos de veículos, o que gera longos deslocamentos dos funcionários em busca da peça solicitada e este fator foi determinante no momento de definir o critério para classificar o estoque e será explicado adiante.

6.3 ANÁLISE DO ESTOQUE

Levando-se em consideração os tipos de estoque existentes e levantados na bibliografia, ao analisar o estoque da empresa estudada pode-se observar que o tipo que mais se enquadra, é o estoque de produtos acabados e prontos para comercialização, uma vez que a empresa não fabrica as peças e apenas compra para estocar grandes quantidades e então revender.

Devido à enorme quantidade de peças existentes no galpão, e a dificuldade em contabiliza-las e classifica-las, optou-se em trabalhar com a otimização do *layout* dos carros batidos em estoque, pois através deles é possível reduzir as distâncias médias de transporte de peças por marca, e assim eliminar o desperdício de transporte que é um dos grandes desperdícios que o Sistema Toyota de Produção busca eliminar, e indiretamente otimizar o tempo de atendimento ao cliente e a sua qualidade.

6.3.1 Classificação do estoque

As categorias dos carros batidos em estoque foram definidas de acordo com a marca do fabricante do veículo, pois existem peças que atendem à necessidade de vários veículos diferentes devido à semelhança na mecânica de cada montadora. Essa classificação será importante para a elaboração das propostas de novo arranjo físico para que seja possível criar setores de acordo com essa classificação.

Supondo que o funcionário procure uma peça requerida em um modelo de veículo idêntico ao do cliente e este não possua, é possível que outro automóvel estocado da mesma marca do fabricante tenha o componente, assim o modelo diferente que possua tal peça atenderá a solicitação.

Pelo fato de existirem modelos de carros repetidos dentro do galpão, dependendo da peça, é necessário percorrer todos os automóveis estocados que potencialmente possam ter o item, seja em modelos idênticos ou parecidos ao do cliente, para verificar a disponibilidade da peça solicitada, portanto é fundamental aproximar tais modelos de carros de mesma marca para que o funcionário percorra menores distâncias médias durante o processo de procura dos itens solicitados em cada atendimento.

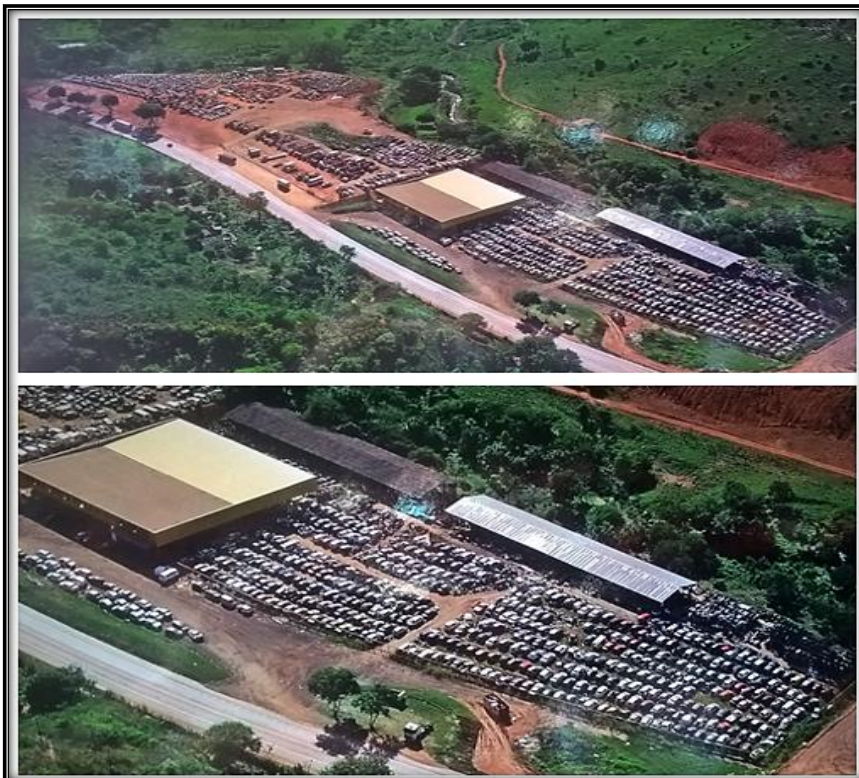
Tomando como base essas considerações ficou determinado que o *layout* de estoque de carros batidos da empresa será analisado e otimizado seguindo o critério das marcas de fabricação.

6.4 ANÁLISE DO *LAYOUT* DE ESTOQUE ATUAL

O galpão de armazenagem de carros batidos que foi estudado conta com um total 482 itens, porém os veículos não estão dispostos por toda essa área, pois existem outros tipos de estoques fixos pelo galpão, como por exemplo, o estoque de peças separadas nas prateleiras, além das peças espalhadas aleatoriamente pelo chão do galpão como pneus, rodas e sucatas que são retiradas dos carros batidos no momento da retirada das peças para os clientes e acabam sendo deixados no próprio local pelos funcionários, o que acaba gerando muita desorganização e obstáculos nos corredores e assim dificultando o fluxo das operações.

A figura 12 apresenta a imagem aérea da empresa e do galpão para proporcionar uma melhor visualização do espaço e das dimensões do *layout* de estoque que este projeto visa otimizar.

FIGURA 12 – Imagem aérea da empresa.



Fonte: Empresa/autoria (2016).

Essas imagens foram capturadas a partir de um quadro disponível na própria empresa. É importante ressaltar que esta figura serve apenas para ter uma noção das dimensões da empresa e como o estoque está arranjado fisicamente, pois desde o momento em que a foto aérea foi retirada em 2016 até o presente período é possível que alguns itens possam ter sido substituídos, porém o formato do arranjo físico e dos corredores principais se mantiveram estáveis, como poderá ser verificado na planta baixa da situação do *layout* atual que foi levantado e será demonstrado à diante.

Através dessa imagem é possível visualizar as longas dimensões do galpão da empresa, e a grande quantidade de carros batidos em estoque, porém a figura não demonstra uma visão detalhada do arranjo físico das marcas existentes no galpão.

Para visualizar em detalhes a disposição das marcas *layout*, foi confeccionado a planta baixa do galpão utilizando o software AutoCad, incluindo cada veículo estocado em sua devida posição original.

Para cada item encontrado no *layout*, foi designada uma cor diferente, para possibilitar a identificação de cada tipo de carro batido de acordo com a sua marca do fabricante. Essas ações permitiram uma visão detalhada da disposição das marcas no *layout* da empresa.

6.4.1 Planta baixa do *layout* atual

Para a elaboração da situação do arranjo físico atual, o primeiro passo foi calcular a área de depósito dos carros batidos, e para tal, foram realizadas as medições de todas as quatro arestas do galpão estudado através de uma trena de 50,0 metros de comprimento, de maneira que fosse possível minimizar o erro de se realizar várias medições seguidas com uma trena de comprimento menor, ou seja, com esse comprimento de 50,0 metros, foi possível medir o comprimento e largura do galpão com poucos passos e assim minimizar o erro.

Após realizar as medições do comprimento e largura e depois calcular a área do galpão, a próxima etapa foi levantar a quantidade e a natureza dos equipamentos dispostos no *layout*. Como o objeto desse estudo são os carros batidos em estoque, foram levantados a quantidade de carros batidos por marca e determinar a posição de cada veículo na área do galpão com o máximo de precisão para então ser possível desenhar o arranjo físico com a disposição de cada veículo e sua respectiva marca em sua localização original.

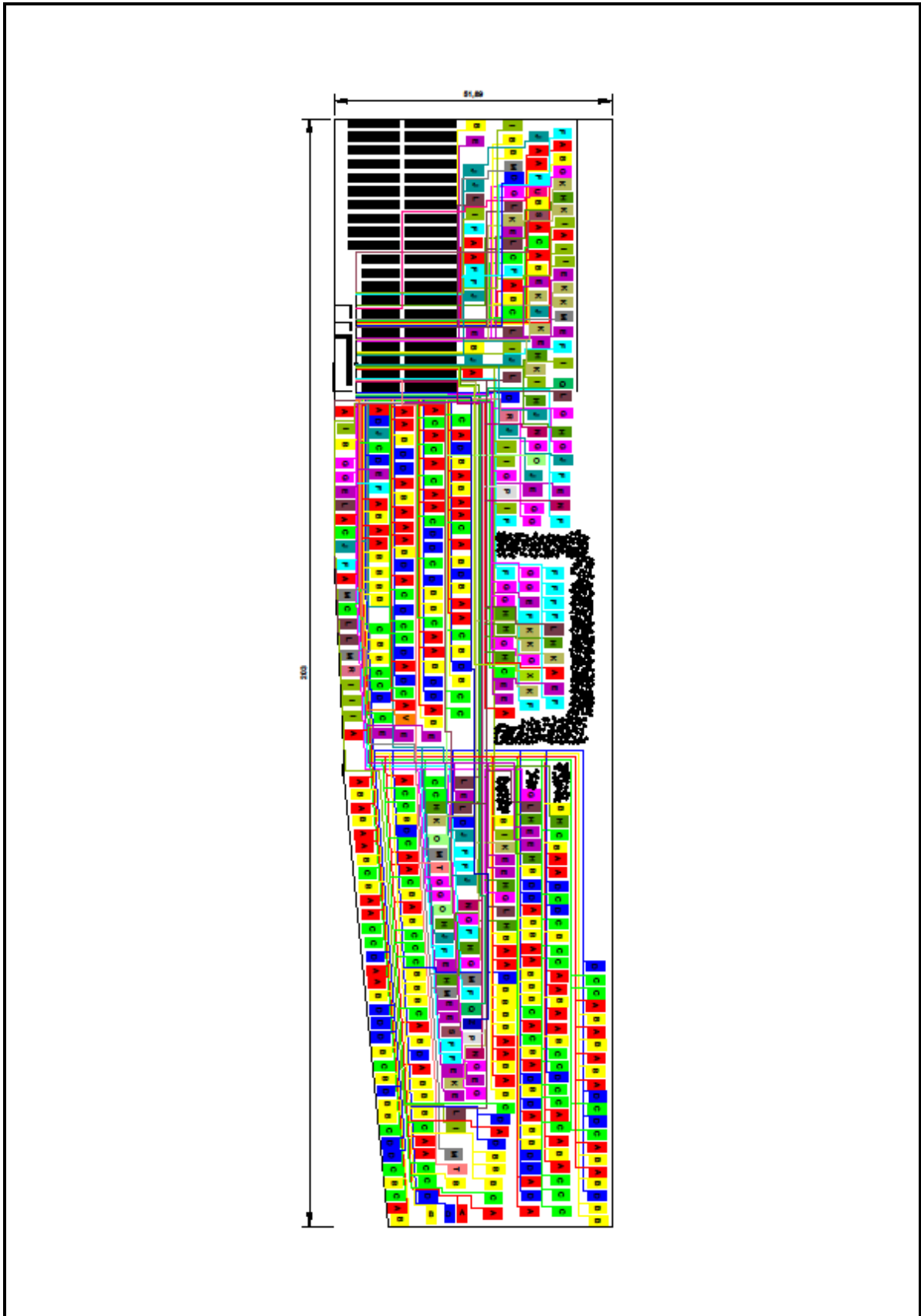
Após definir a área, e levantar o volume e a natureza do estoque, o próximo passo foi desenhar a planta baixa do galpão com a situação do *layout* do estoque de carros batidos atual, utilizando o software AutoCad.

Seguindo a lógica definida, o próximo passo, foi determinar os fluxos de pessoas e produtos, que são as peças solicitadas pelos clientes, e para esta tarefa foi utilizado primeiramente a observação visual dos fluxos que os funcionários percorrem no local, e posteriormente foi utilizado o diagrama de espaguete para plotá-los na planta baixa do *layout* inicial a partir dos movimentos observados visualmente. Esta etapa foi fundamental para realizar a análise do *layout* inicial, que consistiu basicamente em medir as distâncias de cada veículo no pátio, até o ponto médio do balcão de atendimento, local onde o processo se inicia, e com isso calcular a distância média de transporte de peças para cada marca.

Para realizar essas medições de distâncias entre os itens estocados e o balcão de atendimento, foi utilizado o próprio desenho do *layout* no AutoCad, empregando a ferramenta Medir do próprio software. O procedimento foi basicamente medir as linhas do diagrama de espaguete para cada carro batido, traçando a distância entre o balcão de atendimento, até cada veículo estocado no pátio. Para garantir a precisão das medições, o desenho foi elaborado na escala real, com objetivo de facilitar na leitura, pois no momento de aplicar a ferramenta medir sobre o diagrama de espaguete de determinado item estocado, o valor da escala real em metros é mostrado diretamente, sem a necessidade de realizar cálculos para conversão de escala.

Após a análise dos resultados referentes à situação atual do arranjo físico foram elaboradas duas propostas para alterar *layout* de estoque da empresa. O procedimento de análise foi repetido e as novas distâncias entre o balcão e cada item estocado foram medidas novamente de maneira a gerar outro resultado preciso, para então realizar a comparação entre a situação atual e a proposta de novo *layout*, com o objetivo de otimizar as distâncias médias de transporte de peças para cada marca disponível e no final realizar o comparativo total, se houve redução ou aumento das distâncias médias de transporte.

A planta baixa da empresa com o *layout* de estoque, atual foi elaborada juntamente com a aplicação do Diagrama de Espaguete e pode ser conferido na figura 13.

FIGURA 13 – *Layout* de estoque atual da empresa com Diagrama de Espaguete.

Fonte: Autoria própria (2018).

Como se pode observar, o *layout* do estoque atual da empresa revela explicitamente que não houve nenhum planejamento no sentido de manter alguma organização lógica no sequenciamento das marcas dos carros.

6.4.2 Identificação de problemas

Através do diagrama de espaguete desenhado sobre o *layout* de estoque atual, é possível observar fluxos cruzados entre tipos diferentes de produtos em estoque. Essa desorganização foi gerada desde o momento que a empresa iniciou suas atividades neste local, pois os veículos batidos adquiridos vêm sendo alocados dentro do galpão sem planejamento, ou seja, sem aderir algum critério no sentido de otimizar o processo básico da empresa, que consiste em caminhar pelo galpão de estoque à procura das peças solicitadas pelos clientes.

Um problema possível de ser notado são os corredores estreitos, com estoques muito próximos uns aos outros, o que pode gerar alguma dificuldade para o funcionário retirar determinados tipos de peças, como por exemplo, as portas dos carros, onde há a necessidade de abri-la, para que possa ser retirada do veículo batido, e isso demanda espaço disponível entre um item estocado e outro. Este problema é gerado devido ao pouco espaço disponível para estocagem e a grande quantidade de veículos batidos no estoque.

Também foram identificadas peças soltas espalhadas por todo o galpão, como pneus e rodas, além de sucatas retiradas dos veículos e abandonadas pelos corredores, o que atrapalha bastante o fluxo das mercadorias.

Outro problema identificado, são alguns espaços vazios entre alguns veículos em estoque, o que gera maior distanciamento entre o balcão e os produtos armazenados. É possível aproveitar esses espaços vagos de maneira a aproximar os itens e com isso diminuir as distâncias a serem percorridas no *layout*.

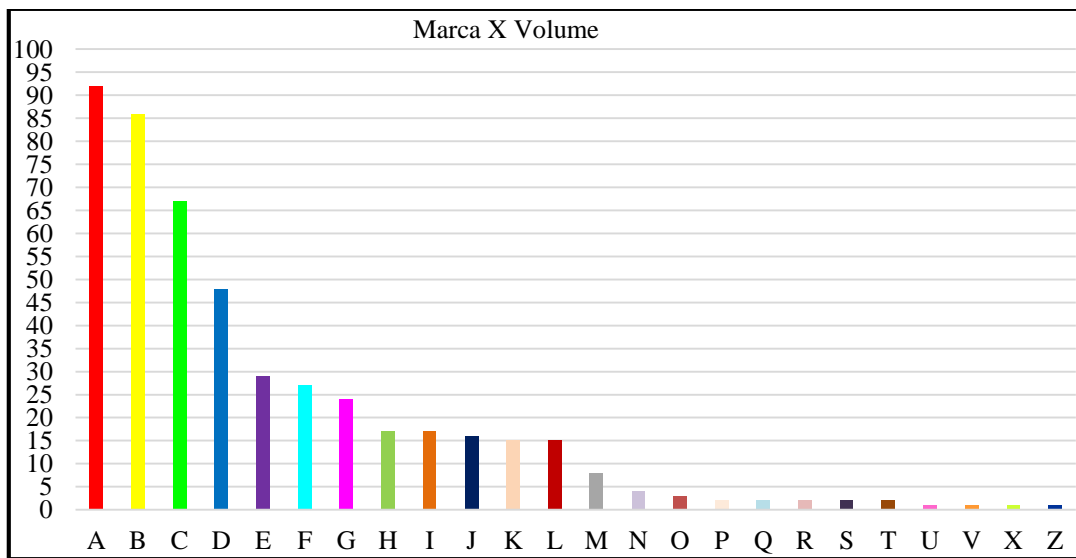
6.4.3 Levantamento do estoque

Como a empresa não possui um sistema de gestão e controle de estoques tanto para as peças quanto para veículos batidos, foi necessário realizar o levantamento da quantidade de itens estocados, no caso os carros batidos, para posteriormente realizar seus mapeamentos e respectiva posição relativa uns aos outros e suas distâncias até o balcão de atendimento.

Este processo de levantamento dos itens em estoque foi realizado no próprio local, analisando cada veículo e sua posição, e ao final foram contabilizados um total de 482 carros batidos em estoque, divididos em 24 marcas diferentes. Estes resultados foram utilizados para desenhar a planta baixa do *layout* de estoque atual, o qual já foi apresentado no item anterior.

A figura 14 demonstra o diagrama produto volume (PV) para carros batidos em estoque por marca.

FIGURA 14 – Diagrama PV para volume de estoque por marca.



Fonte: Autoria própria (2018).

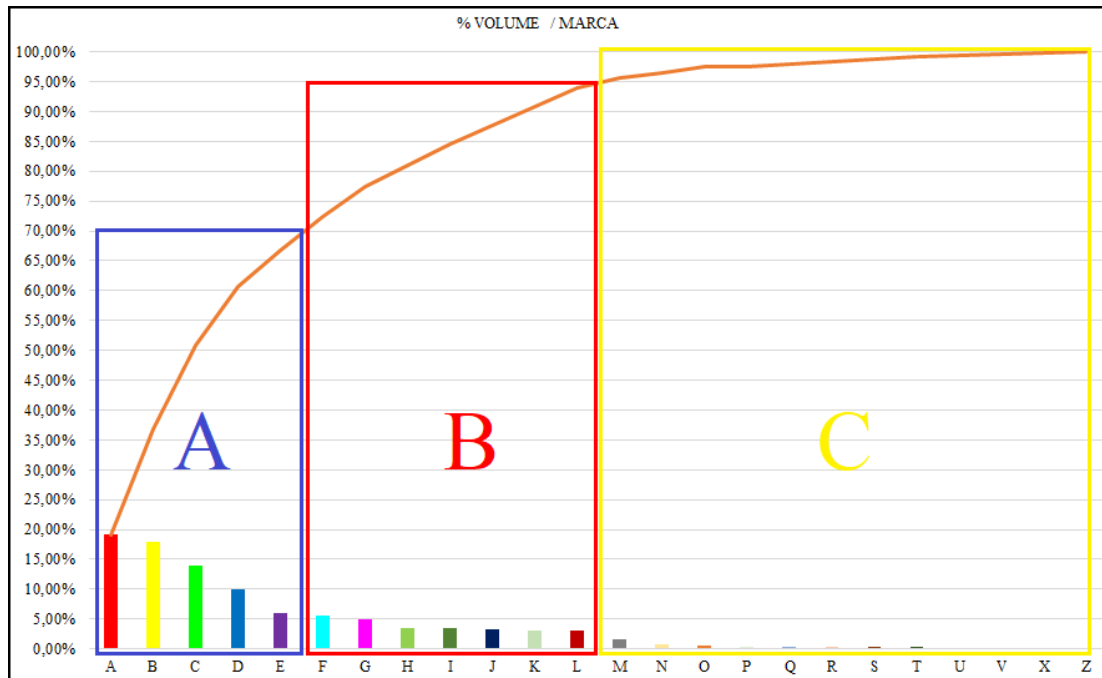
As marcas foram nomeadas de acordo com a ordem decrescente de volume de carros batidos em estoque, associando com a ordem decrescente do alfabeto. Ou seja, a marca com o maior volume de carros batidos em estoque é a marca A, a marca B é a segunda maior em volume de estoque, a marca C é a terceira em volume de estoque, e assim sucessivamente para todas as marcas.

Como se pode observar no desenho do *layout*, foram identificados um total de 92 carros estocados pertencentes a marca A; 86 para a marca B; 67 para a marca C; 48 para a marca D; 29 para a marca E; 27 para a marca F; 24 para a marca G; 17 para as marcas H e I; 16 para a marca J; 15 para as marcas K e L; 8 para a marca M; 4 para a marca N; 3 para a marca O; 2 para as marcas P, Q, R, S, T; e apenas 1 para as marcas U, V, X, Z.

Com o objetivo de entender a representatividade de cada tipo de marca no *layout*, também foi plotado a curva ABC para analisar o volume percentual de cada marca em estoque.

De acordo com o levantamento realizado pelo diagrama PV foi possível elaborar a curva ABC apresentada na figura 15.

FIGURA 15 – Curva ABC para o volume de estoque por marca.



Fonte Autoria própria (2018).

De acordo com a curva ABC, 5 das 24 marcas, o que representa aproximadamente 20% do total de classificações, equivalem à 70% do volume de veículos estocados, e estes itens compõem o grupo A da classificação ABC. Este resultado está bem próximo da regra de Pareto que indica que 20% das classificações corresponde à 80% do volume.

A classe B possui 7 de 24 marcas o que representa 30% do total e possui 25% de veículos estocados, o que também está bem próximo da regra de Pareto que afirma que 30% das classificações corresponde à 25% do volume.

E para encerrar a classe C é composta por 50% do total de marcas identificadas e possui apenas 5% do volume de veículos estocados, o que está idêntico à regra de Pareto que afirma que a classe C possui 50% das classificações e corresponde por 5% do volume total.

Esses resultados juntamente com os do diagrama PV e curva ABC para volume de vendas realizadas por marca, foram fundamentais para a priorização do foco do projeto de proposta para implementação de um novo *layout* de estoque de veículos batidos na empresa.

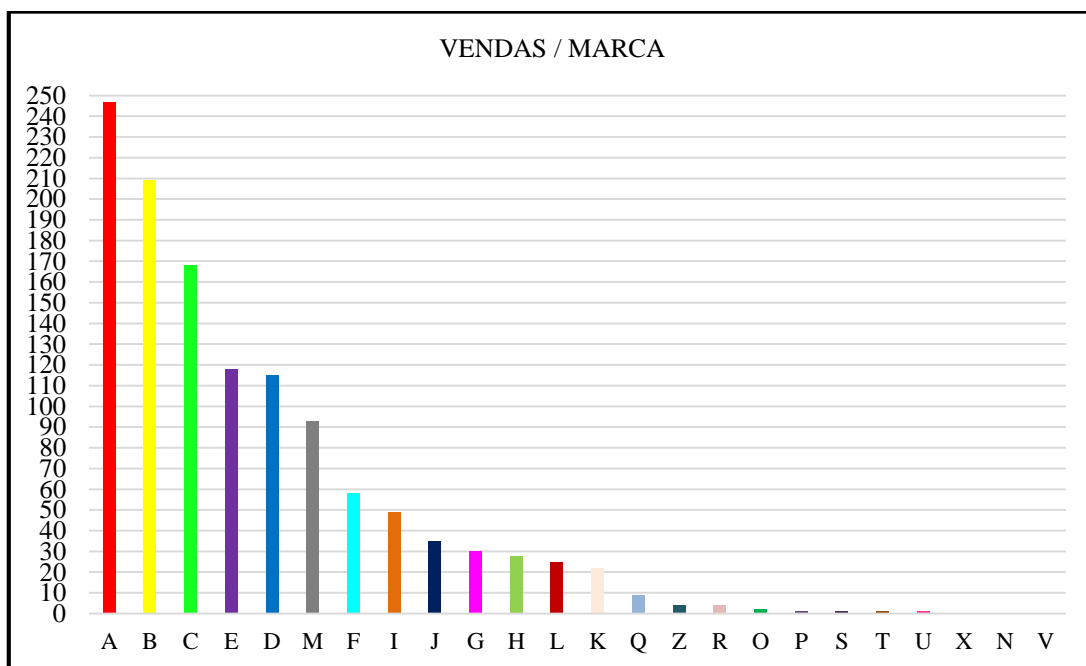
6.4.4 Análise do fluxo de vendas e demanda

Com o objetivo de definir quais as marcas deverão ser a prioridade no planejamento estratégico da proposta de arranjo físico, foi realizado o levantamento de vendas da empresa desde o início de dezembro de 2017 até o fechamento do mês de agosto de 2018, totalizando um período de 9 meses.

Esse levantamento foi realizado por consulta ao caderno de anotações de itens vendidos. Não foi possível levantar vendas por um período maior, pois a empresa não dispôs das informações dos meses anteriores a dezembro de 2017.

Através dos resultados desse levantamento, foi possível elaborar o diagrama PV para analisar o volume de venda de peças para cada tipo de marca identificada no *layout* de estoque da empresa e posteriormente elaborar uma nova curva ABC para analisar o percentual de vendas de peças para cada tipo de marca. O diagrama PV levantado a pode ser conferido na figura 16.

FIGURA 16 – Diagrama PV para volume de vendas por marca no período.



Fonte: Autoria própria (2018).

É possível observar que a marca A vendeu o volume maior de peças em relação a s outras marcas, e a mesma deve ter prioridade no momento da definição da posição que cada marca deve ocupar sobre a planta do galpão, para que ela fique o mais próximo possível do local de atendimento, para que os funcionários percorram menores distâncias no atendimento.

A marca B apresentou o segundo maior volume de venda de peças e seguindo o mesmo critério deve ser a próxima marca a ter prioridade na alocação dos itens estocados. A marca C foi a terceira na ordem de frequência de vendas e deve ser a terceira na prioridade do planejamento da proposta de *layout*.

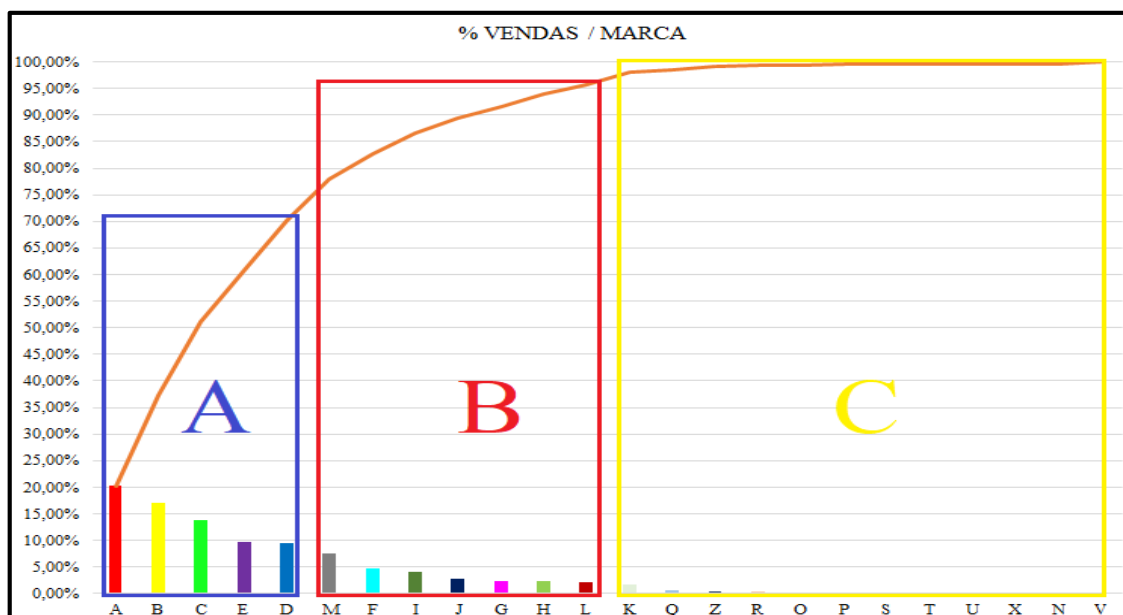
Percebe-se que as três marcas com maior volume de carros batidos em estoque, são as que mais vendem peças, o que é considerado normal, pois através dos anos de experiência, o proprietário da empresa investiu maior capital em aquisições de veículos dessas marcas devido à grande demanda, porém este fato termina na terceira maior marca em volume de estoque, e a partir disso o volume de vendas deixa de seguir esta regra.

Destaque para a marca E que possui a quarto maior volume de vendas, e para a marca M, que apesar de possuir apenas 8 veículos estocados, apresentou o quinto maior volume de vendas, o que fez com que esta marca fosse alocada em um posicionamento estratégico em relação às outras marcas que possuem maior volume de estoque, porém menor nas vendas.

Através dos resultados obtidos com o diagrama PV para volume de vendas, foi possível elaborar a curva ABC para analisar o percentual de vendas para cada tipo de marca, para corroborar com as decisões tomadas a respeito de quais marcas devem ocupar as posições mais próximas ao balcão de atendimento, e consequentemente reduzir as distâncias médias necessárias a serem caminhadas pelos funcionários durante o atendimento ao cliente.

A curva ABC para volume de vendas pode ser conferida na figura 17.

FIGURA 17 – Curva ABC para volume de vendas por marca no período.



Fonte: Autoria própria (2018).

Como pode ser observado a categoria A da curva ABC para vendas é composta pelas mesmas marcas da categoria A da curva ABC para volume de estoque (Figura 16), corroborando com a ideia de que estas marcas são o foco do projeto e devem ser prioridade no novo arranjo físico.

A marca A apresentou uma parcela de 20,25% do total de vendas, a B apresentou 17,13% de vendas, a C ficou com 13,77% de vendas, a marca E apresentou 9,67% e a marca D apresentou 9,43%.

A classe A da curva ABC para volume de vendas, contendo apenas 5 das 24 marcas analisadas representa 70,25% do total de vendas no período analisado, o que demonstra que está bem próximo a regra de Pareto.

Já na categoria B da curva ABC de vendas, houve mudança em relação a curva ABC de volume de estoque (Figura 16), à começar pela marca M que mesmo pertencendo à categoria C com apenas 8 veículos em estoque conseguiu se destacar no percentual de vendas e apareceu como a primeira marca integrante da classificação B, com um percentual de 7,62% do total. Este fato confirma a ideia de que esta marca deve receber uma atenção especial no planejamento do novo *layout*.

Analisando todas as vendas da classe B da curva ABC para vendas, chega-se ao total de 26,07% de vendas, o que também está próximo aos valores definidos pela regra de Pareto.

A marca K que fechava a lista da classe B para volume de estoque, agora aparece como o primeiro da classe C com 1,80% do total das vendas. A classe C da curva ABC para vendas o que representa 3,69 % do total, o que está bem próximo do valor de 5% definido pela regra de Pareto.

É importante destacar que a curva ABC trabalha juntamente com o diagrama PV, corroborando com a análise sobre quais os itens estocados devem ser prioritários no planejamento adequado para a proposta de novo *layout*, pois os produtos que apresentam maior frequência de necessidade de atendimento devem estar mais próximos ao balcão, pois há uma probabilidade maior para que a cada atendimento realizado seja para procurar alguma peça para estas marcas que demandam maior frequência de demanda.

6.4.5 Diagnóstico do *layout* atual

Foi proposto realizar as medições das distâncias do balcão de atendimento, até cada veículo estocado, para com isso, elaborar uma tabela com todas as distâncias necessárias a serem percorridas desde o balcão, até cada carro estocado.

Assim foi possível levantar qual a distância média à ser percorrida para realizar um atendimento para cada uma das 24 marcas detectadas no *layout*.

Cruzando-se os dados referentes ao volume de vendas por marca, com a distância média de transporte de peças para cada marca, obtêm-se a distância média total que foi necessária de ser caminhada para se realizar todas as vendas durante o período de coleta de dados. Ao final foi calculada a distância média total percorrida dentro da área da empresa desde o início do mês de dezembro de 2017 até o final do mês de agosto de 2018.

Os resultados obtidos com o cálculo das distâncias médias de transporte por marca e distância média total referentes a situação do *layout* atual podem ser verificados na tabela 1.

TABELA 1 – Distâncias médias de transporte por marca no *layout* atual.

| MARCA | DM ESTQ(m) | DMTPeça (m) | VENDAS | DMT(m) |
|-------|------------|-------------|--------|-----------|
| A | 94,78 | 189,55 | 247 | 46819,86 |
| B | 109,72 | 219,44 | 209 | 45863,37 |
| C | 104,32 | 208,64 | 168 | 35050,86 |
| D | 107,06 | 214,13 | 115 | 24624,78 |
| E | 82,70 | 165,40 | 118 | 19516,86 |
| F | 76,72 | 153,43 | 58 | 8899,16 |
| G | 78,45 | 156,89 | 30 | 4706,75 |
| H | 94,76 | 189,51 | 28 | 5306,39 |
| I | 59,16 | 118,32 | 49 | 5797,52 |
| J | 54,13 | 108,25 | 35 | 3788,82 |
| K | 75,37 | 150,75 | 22 | 3316,41 |
| L | 72,72 | 145,43 | 25 | 3635,77 |
| M | 90,36 | 180,72 | 93 | 16806,91 |
| N-Z | 93,58 | 187,15 | 23 | 4304,49 |
| | | | TOTAL | 228437,97 |

Fonte: Autoria própria (2018).

DM ESTQ é distância média entre o balcão de atendimento e todos os carros de uma determinada marca. O cálculo das distâncias médias de transporte por peça (DMTPeça) para cada marca considerou basicamente multiplicar duas vezes a distância média entre balcão e o

estoque dessa mesma marca (DM ESTQ), ou seja, o caminho de ida e de volta para o balcão, e DMT corresponde a Distância Média de Transporte total de peças para cada marca durante todo o período analisado.

Ao analisar a tabela verifica-se que durante o período de vendas analisado, houve uma média total de 228.437,97 metros percorridos para atender todas as vendas realizadas, o que corresponde à aproximadamente 229 quilômetros percorridos, divididos entre os funcionários que trabalham na empresa.

De acordo com esses resultados é nítido perceber que o arranjo físico atual está gerando longas caminhadas durante o processo de atender os clientes, e que esses resultados poderiam ser bem menores se houvesse algum planejamento focado na otimização do arranjo físico do estoque da empresa, porém isso só pode ser confirmado após analisar os resultados das distâncias da proposta de *layout* à ser elaborada.

A partir dos resultados da tabela 1, foi elaborada uma nova curva ABC, agora para analisar a parcela de cada marca em relação à distância média total percorrida. Essa curva ABC para distâncias médias de transporte pode ser conferida na figura 18.

FIGURA 18 – Curva ABC para distância média total percorrida por marca.



Fonte: Autoria própria (2018).

De acordo com essa curva ABC, as 4 maiores marcas em número de itens estocados e volume de vendas também foram as que apresentaram maior quantidade de distâncias totais

percorridas, e foram classificadas na categoria A, correspondendo à 66,70% do volume total de distâncias percorridas no período analisado, corroborando mais uma vez com a ideia de que elas devem ser o foco no planejamento do novo *layout*.

Apesar de não possuir a maior distância média de transporte por peça (DMTPeça), a marca A foi a que demandou maior volume de distâncias caminhadas para se realizar os atendimentos no período de dezembro de 2017 até o término de agosto de 2018 com total de 46.819,86 metros, o que de acordo com a curva ABC corresponde à 20,50% do total de distâncias percorridas, isso devido ao fato de ter sido a marca responsável pelo maior volume de vendas.

Entretanto apesar de não possuir o maior volume de carros em estoque, nem o maior volume de vendas no período, a marca B recebe destaque por ser a marca que possui a maior distância média de transporte por peça com um valor de 219,44 metros, juntamente com a segunda maior frequência de vendas no período, Devido a estes fatores ao final do período analisado ela totalizou 45863,37 metros percorridos para atender todas as vendas, quase o mesmo valor da marca A.

As marcas C e D vem logo em seguida com distâncias médias de transporte de peças de 208,64 e 214,13 respectivamente. Cruzando esses resultados, com os resultados do volume vendas no período analisado, a marca C totalizou 35050,86 e a marca D ficou com 24624,78 metros percorridos para realizar apenas as vendas.

Ainda de acordo com a curva ABC na figura 18, classe B corresponde à 26,72% do volume total de distâncias percorridas no *layout*, e dentro dessa região da curva ABC as marcas E e M ganham destaque por possuírem distâncias médias de transporte totais por peça bem acima em relação as outras marcas da mesma região, a marca E com 19516,86, e a marca M com 16806,91 metros.

Ainda na mesma região as marcas F com 8899,16; marca I com 5797,52; marca H com 5306,59 e por último a marca G com 4706,75 metros de distância média total percorrida durante o período analisado.

A região C é que possui o maior número de marcas diferentes, porém corresponde a apenas 6,59% das distâncias médias totais percorridas o que corresponde à aproximadamente 15045,49 metros para todas as marcas dessa região.

De acordo com essas informações expostas, percebe-se que todos os resultados estão bem próximos aos valores indicados conforme a regra de Pareto, o que proporciona uma credibilidade maior para a análise realizada.

Também é importante destacar que esses resultados consideram apenas os atendimentos que resultaram em vendas. Considerando que não é todo atendimento que se concretiza em vendas, devido à alguns fatores como o estado físico da peça por exemplo, pode-se considerar que a distância média total percorrida real, pode ser superior aos valores encontrados ao cruzar as distâncias com as vendas, pois não foram contabilizados esses atendimentos em que foi preciso caminhar pela área de estoque, sem resultar em venda.

6.5 PROJETO DE NOVO *LAYOUT* DE ESTOQUE

Com o objetivo de otimizar os resultados obtidos com a análise da situação do *layout* atual da empresa, foram elaboradas duas propostas de arranjo físico para o estoque de carros batidos.

Esta etapa consistiu basicamente em reagrupar todos os itens estocados, seguindo como critério os resultados obtidos com a curva ABC para volume de vendas no período analisado, com o objetivo minimizar as distâncias percorridas pelos colaboradores da empresa. Os resultados obtidos com a curva ABC para distância média total percorrida para cada marca também foi considerado no planejamento da proposta de *layout*.

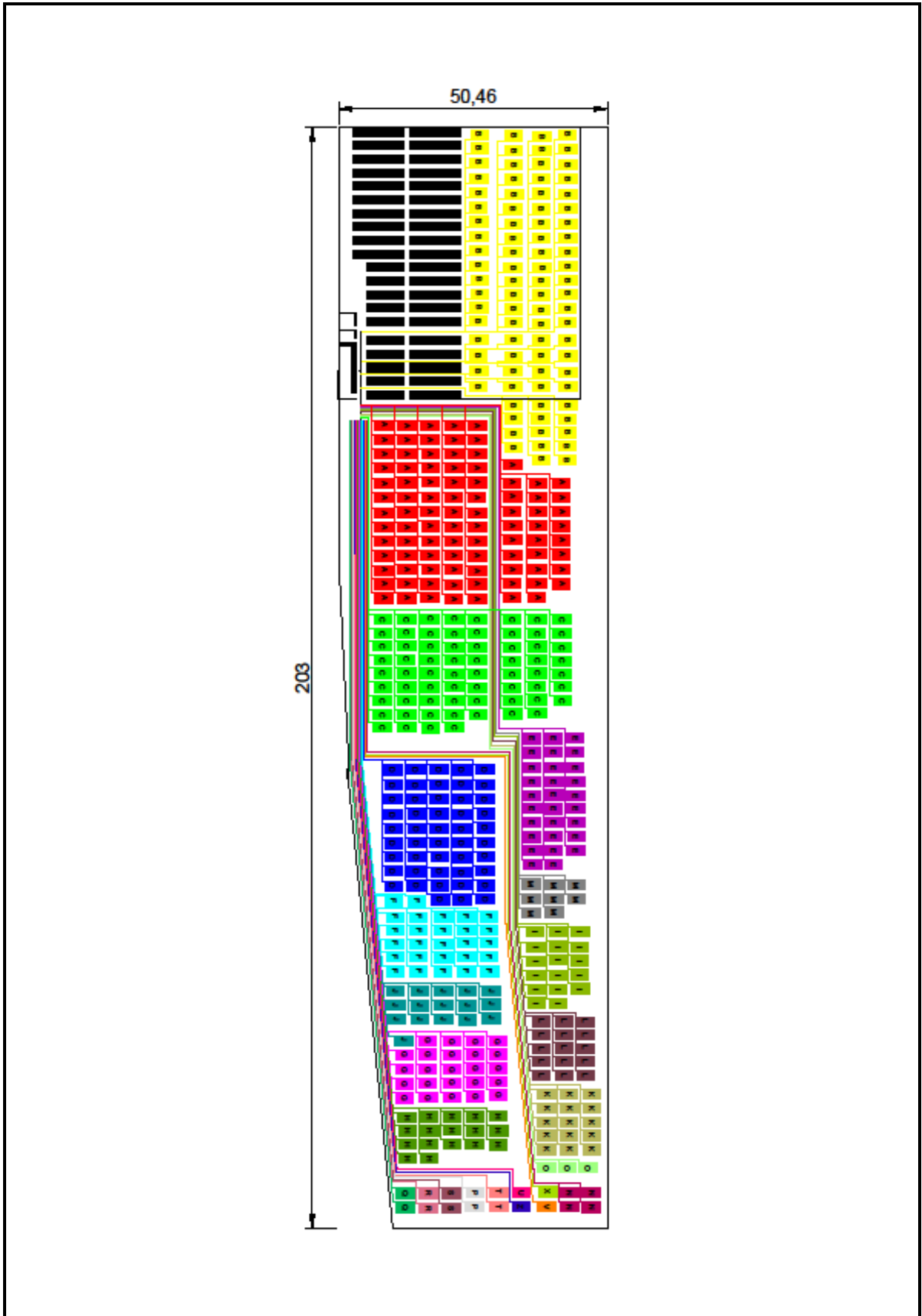
Cruzando-se os resultados desses dois gráficos, ficou evidente quais marcas deveriam ser prioridade na construção dos setores que cada uma iria ser posicionada e ficou decidido que as montadoras A, B, C, D, E deveriam ocupar as áreas mais próximas ao balcão de atendimento justamente por serem as que apresentaram a maior demanda de atendimento registrado.

6.5.1 Primeira proposta de *layout*

Tomando como base os resultados quanto às distâncias médias de transporte de cada marca juntamente com a frequência de vendas, foi possível elaborar a primeira proposta de arranjo físico para o estoque de carros batidos da empresa estudada.

Por se tratar de uma operação simples que consiste basicamente em buscar as peças solicitadas pelos clientes, e posteriormente transportar a peça do estoque até o balcão de atendimento, chegou-se à conclusão que o tipo de arranjo físico que melhor se encaixa para solucionar o problema da organização, e ao mesmo tempo colaborar com a otimização da operação, é o arranjo físico funcional (por processo). Seguindo as premissas desse tipo de *layout* foi possível elaborar um novo arranjo físico, mostrado na figura 19.

FIGURA 19 – Primeira proposta de *layout* de estoque com Diagrama de Espaguete.



Fonte: Aatoria própria (2018).

6.5.2 Análise da primeira proposta

Ao analisar essa proposta, é possível identificar melhorias com relação à utilização do espaço disponível, que seguindo critérios de distribuição, agora existem setores específicos dentro da área de estocagem. Cada setor representa o agrupamento de todos os veículos batidos estocados de determinada marca.

Outra melhoria que fica evidente através do diagrama de espaguete projetado no desenho sobre o *layout*, é em relação aos fluxos de peças por marca, que nesta proposta estão mais linearizados em relação à situação atual. Também é possível perceber a eliminação de alguns pontos com cruzamentos de vários fluxos de marcas diferentes.

Analisando visualmente a primeira proposta de *layout* é possível identificar apenas os resultados qualitativos como organização por setores, separação dos fluxos de peças por marca.

Para descobrir os resultados quantitativos é necessário analisar a tabela com os resultados das distâncias médias de transporte de peças por marca para a nova proposta de arranjo físico. Foram repetidos todos os procedimentos para realizar as medições das novas distâncias de cada item estocado até o ponto de origem da operação, no caso o balcão de atendimento ao cliente, para então construir uma nova tabela contendo as novas distâncias médias de transporte de peças por marca.

Posteriormente serão comparados os resultados dessa proposta elaborada com os resultados encontrados com a análise do *layout* atual, para verificar se de fato haverá redução das distâncias médias de transporte de peças por marca com a implementação desse novo arranjo físico e conseqüentemente gerar melhorias para a empresa.

Os resultados referentes às distâncias médias de transporte por peças para cada marca podem ser observadas na tabela 2.

TABELA 2 – Distâncias médias de transporte da primeira proposta de *layout*.

| MARCA | DM ESTQ(m) | DMTPeça (m) | VENDAS | DMT(m) |
|-------|------------|-------------|--------|-----------|
| A | 43,68 | 87,37 | 247 | 21579,62 |
| B | 48,45 | 96,89 | 209 | 20250,56 |
| C | 72,40 | 144,79 | 168 | 24325,49 |
| D | 97,74 | 195,47 | 115 | 22479,43 |
| E | 112,75 | 225,50 | 118 | 26609,18 |
| F | 114,74 | 229,48 | 58 | 13309,56 |
| G | 139,31 | 278,63 | 30 | 8358,76 |
| H | 149,32 | 298,65 | 28 | 8362,10 |
| I | 143,80 | 287,59 | 49 | 14092,13 |
| J | 125,94 | 251,87 | 35 | 8815,55 |
| K | 172,24 | 344,49 | 22 | 7578,74 |
| L | 158,90 | 317,79 | 25 | 7944,83 |
| M | 107,25 | 214,49 | 93 | 19947,58 |
| N-Z | 170,32 | 340,64 | 23 | 7834,83 |
| TOTAL | | | | 211488,36 |

Fonte: Autoria própria (2018).

Como pode se observar, com essa proposta de *layout* a marca A passaria a ter uma distância média 43,68 metros entre o balcão e os carros. Considerando que a distância média de transporte da peça é o dobro desse valor pois considera-se o caminho de ida e de retorno para o balcão, a distância média de transporte de peça para a marca A fica em torno de 87,37 metros por peça. Cruzando esses dados com o volume de vendas que foi levantado, a marca A teria demandado uma média de 21.579,62 metros percorridos para atender as mesmas vendas realizadas no mesmo período.

Comparando esse resultado com a quantidade total observada para a marca A no mesmo período no *layout* atual, haveria uma redução de 46.819,86 para 21.579,62 metros percorridos durante todo o período analisado, o que equivale à uma redução 53,91% de distância média total percorrida pela marca A para realizar os mesmos atendimentos no mesmo período.

Continuando a mesma lógica de comparação para as demais marcas, percebe-se que para a marca B haveria uma redução de 45.863,37 para 20.250,56 metros percorridos, o que corresponde a uma redução de 55,85% de distância média total percorrida no mesmo período.

Com a marca C haveria uma redução de 35.050,86 para 24.325,49 metros percorridos, o que equivale à uma redução de 30,60% nas distâncias médias percorridas.

A marca D reduziria de 24.624,78 para 22.479,43 metros, o que equivale à uma redução de 8,71% nas médias das distâncias percorridas.

As demais marcas apresentaram aumento na distância média percorrida no período analisado. O que explica esse fato, é que essas marcas por apresentarem pouco volume de vendas no período analisado, foram alocadas nas partes mais distantes em relação ao balcão de atendimento, o que acabou gerando aumento na distância média entre o balcão e os veículos dessas marcas, e ao cruzar essas distâncias médias maiores com os dados relativos às vendas, já seria esperado que houvesse esse aumento na distância total.

Contudo esse aumento não seria tão impactante, pois as marcas que aumentariam essas distâncias médias para realizar o atendimento, possuem demanda menor e são atendidas em menor frequência do que as 4 marcas mais frequentes, e com isso geraria um equilíbrio. Isso pode ser facilmente comprovado ao analisar o resultado total. A partir da tabela 3 é possível conferir o resumo de comparação entre os resultados da situação atual com a primeira proposta de *layout*.

TABELA 3 – Comparação de resultados entre *layout* atual e primeira proposta.

| MARCA | Atual | Proposta 1 | P1/Atual | Redução |
|--------------|------------------|------------------|---------------|--------------|
| A | 46819,86 | 21579,62 | 46,09% | 53,91% |
| B | 45863,37 | 20250,56 | 44,15% | 55,85% |
| C | 35050,86 | 24325,49 | 69,40% | 30,60% |
| D | 24624,78 | 22479,43 | 91,29% | 8,71% |
| E | 19516,86 | 26609,18 | 136,34% | -36,34% |
| F | 8899,16 | 13309,56 | 149,56% | -49,56% |
| G | 4706,75 | 8358,76 | 177,59% | -77,59% |
| H | 5306,39 | 8362,10 | 157,59% | -57,59% |
| I | 5797,52 | 14092,13 | 243,07% | -143,07% |
| J | 3788,82 | 8815,55 | 232,67% | -132,67% |
| K | 3316,41 | 7578,74 | 228,52% | -128,52% |
| L | 3635,77 | 7944,83 | 218,52% | -118,52% |
| M | 16806,91 | 19947,58 | 118,69% | -18,69% |
| N-Z | 4304,49 | 7834,83 | 182,02% | -82,02% |
| TOTAL | 228437,95 | 211488,36 | 92,58% | 7,42% |

Fonte: Autoria própria (2018)

Ao final chegou-se ao resultado de que com essa primeira proposta de *layout* haveria uma distância média total percorrida de 211.488,36 metros, que ficou abaixo dos 228.437,97 metros percorridos no *layout* atual, o que representa uma redução de 7,42% de distância distâncias médias totais percorridas.

6.5.3 Segunda proposta de *layout*

A segunda proposta de *layout* foi elaborada tomando como base alguns resultados obtidos com a primeira. Como por exemplo, as marcas A, B e C que apresentaram excelentes resultados quanto à redução das distâncias percorridas para a primeira proposta, e devido a isso não haveria necessidade de mexer no posicionamento de tais setores.

O objetivo da segunda proposta foi então tentar minimizar as distâncias das outras marcas como por exemplo a marca D que apresentou volume de vendas considerável, porém obteve pouca redução de distâncias percorridas, e também das marcas E, M e F, que apresentaram resultado negativo na primeira proposta de *layout*.

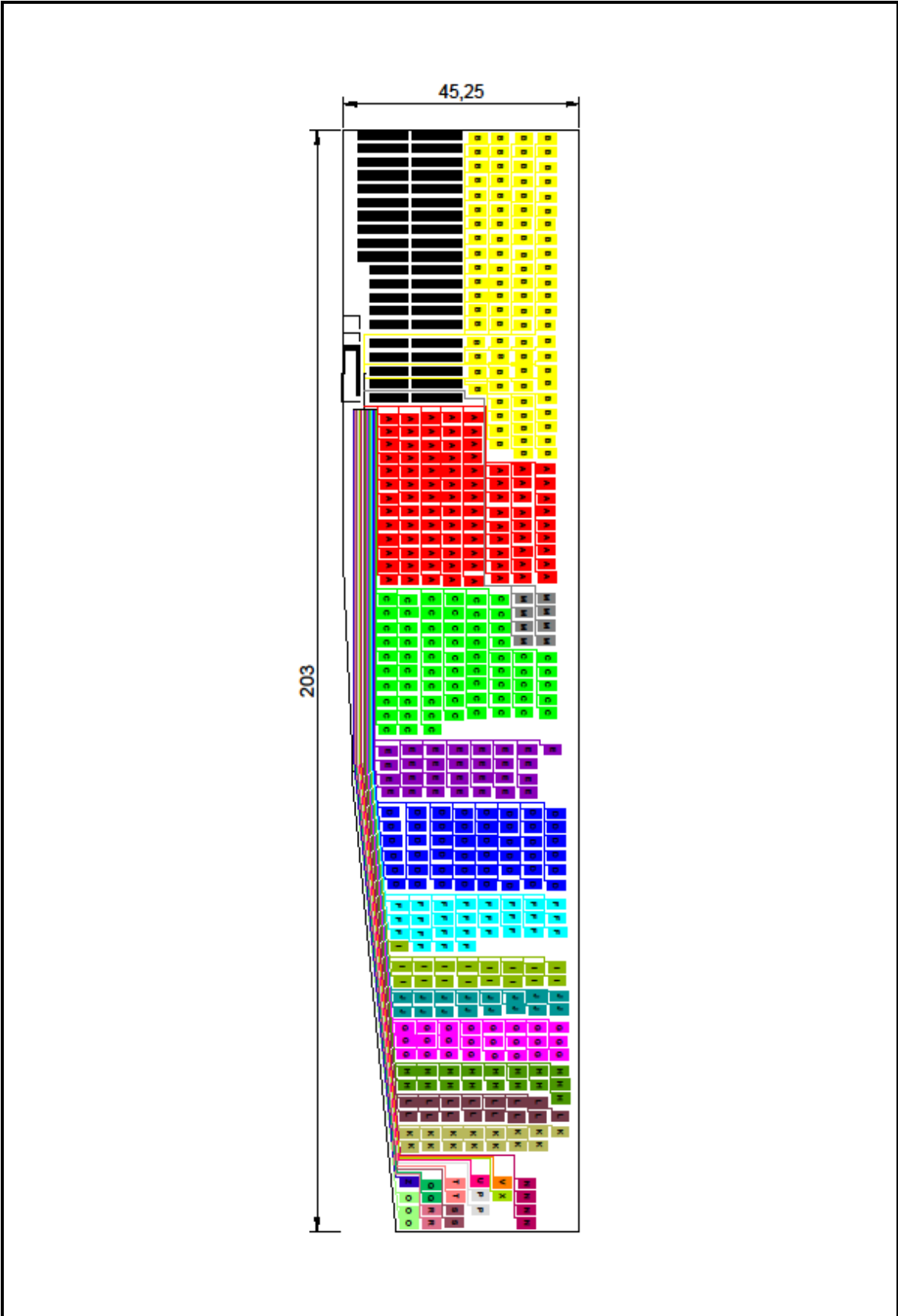
Foi realizado uma pequena aproximação entre todos os veículos, de modo que a área que cada uma dessas marcas ocupa se tornasse mais compacta. O resultado foi uma pequena redução das distâncias percorridas em relação à primeira proposta e uma redução ainda maior em relação à situação do *layout* de estoque atual da empresa.

A marca M foi deslocada para uma posição mais próxima ao balcão de atendimento, de modo que fosse possível reduzir as distâncias médias de transporte para esta marca em relação à primeira proposta.

O corredor central foi eliminado, para que fosse possível trazer os itens que estavam posicionados do outro lado desse corredor para mais próximo ao balcão de atendimento.

Com tais mudanças em relação dos resultados da primeira proposta, então foi elaborado um segundo projeto de *layout* de estoque, e pode ser conferido na figura 20.

FIGURA 20 – Segunda proposta de *layout* de estoque com Diagrama de Espaguete.



Fonte: Aatoria própria (2018)

6.5.4 Análise da segunda proposta

Com a segunda proposta de *layout* pronta, foi aplicado o mesmo procedimento para medir todas as novas distâncias de cada veículo estocado em relação ao balcão de atendimento para levantar as novas distâncias médias de transporte.

Os resultados podem ser conferidos na tabela 4.

TABELA 4 – Distâncias médias de transporte da segunda proposta de *layout*.

| MARCA | DM ESTQ(m) | DMTPeça (m) | VENDAS | DMT(m) |
|-------|------------|-------------|--------------|------------------|
| A | 39,90 | 79,79 | 247 | 19708,76 |
| B | 45,46 | 90,92 | 209 | 19002,38 |
| C | 66,61 | 133,22 | 168 | 22380,78 |
| D | 105,54 | 211,09 | 115 | 24275,06 |
| E | 89,30 | 178,59 | 118 | 21074,06 |
| F | 117,02 | 234,05 | 58 | 13574,79 |
| G | 141,36 | 282,73 | 30 | 8481,86 |
| H | 145,83 | 291,66 | 28 | 8166,55 |
| I | 128,36 | 256,72 | 49 | 12579,48 |
| J | 131,40 | 262,81 | 35 | 9198,18 |
| K | 155,06 | 310,13 | 22 | 6822,81 |
| L | 149,30 | 298,60 | 25 | 7464,89 |
| M | 75,41 | 150,82 | 93 | 14026,49 |
| N-Z | 164,20 | 328,39 | 23 | 7553,03 |
| | | | TOTAL | 194309,11 |

Fonte: Autoria própria (2018).

Como pode ser observado, nessa proposta de *layout* a marca A ficou com uma distância média entre o balcão e estoque (DM ESTQ) de 39,90 metros. Como a distância média de transporte de peça por marca está considerando o dobro dessa distância, devido ao caminho de ida até o estoque e o retorno para o balcão de atendimento, a distância média de transporte de peças para a marca A ficou em torno de 79,79 metros por peça.

Multiplicando esse valor com a quantidade de vendas contabilizadas no período analisado ao final ela ficou com uma distância média total de 19.708,76 metros, ou seja, abaixo do resultado para o *layout* atual e da primeira proposta. Fazendo a relação de eficiência percebe-se que a segunda proposta apresentou uma redução de 57,91% na distância média total percorrida para a marca A em relação às distâncias do *layout* atual.

A marca B por sua vez apresentou uma distância média total de 19.002,38 metros percorridos, o que representa 58,57% de redução em comparação com a situação do *layout* atual.

A marca C apresentou uma distância média total de 22.380,78 metros percorridos na segunda proposta, o que representa 36,15% de redução em relação ao arranjo físico atual.

A marca D reduziu a distância média total percorrida para 24.275,06 equivalente à reduzir 1,42% da distância total percorrida em relação ao *layout* atual, porém ao contrário das primeiras, houve perda de eficiência em relação à primeira proposta elaborada que havia concedido 8,71% de redução de distâncias percorridas. Os resultados podem ser verificados na tabela 5.

TABELA 5 – Comparação de resultados entre *layout* atual e segunda proposta.

| MARCA | Atual | Proposta 2 | P2/Atual | Redução |
|--------------|------------------|------------------|---------------|---------------|
| A | 46819,86 | 19708,76 | 42,09% | 57,91% |
| B | 45863,37 | 19002,38 | 41,43% | 58,57% |
| C | 35050,86 | 22380,78 | 63,85% | 36,15% |
| D | 24624,78 | 24275,06 | 98,58% | 1,42% |
| E | 19516,86 | 21074,06 | 107,98% | -7,98% |
| F | 8899,16 | 13574,79 | 152,54% | -52,54% |
| G | 4706,75 | 8481,86 | 180,21% | -80,21% |
| H | 5306,39 | 8166,55 | 153,90% | -53,90% |
| I | 5797,52 | 12579,48 | 216,98% | -116,98% |
| J | 3788,82 | 9198,18 | 242,77% | -142,77% |
| K | 3316,41 | 6822,81 | 205,73% | -105,73% |
| L | 3635,77 | 7464,89 | 205,32% | -105,32% |
| M | 16806,91 | 14026,49 | 83,46% | 16,54% |
| N-Z | 4304,49 | 7553,03 | 175,47% | -75,47% |
| TOTAL | 228437,95 | 194309,12 | 85,06% | 14,94% |

Fonte: Autoria própria (2018).

Como pode se verificar, as demais marcas não apresentaram distâncias médias de transporte menores em relação ao *layout* atual, porém em relação à primeira proposta foi possível otimizar um pouco mais ou resultados obtidos, pois o aumento das distâncias percorridas foi menos significativo do que os resultados da primeira proposta.

6.6 COMPARAÇÃO DE RESULTADOS

Comparando os resultados obtidos com as duas propostas de *layout*, chegou-se à conclusão de que a marca A na segunda proposta ficou com 4 pontos percentuais acima em relação à primeira proposta, com 57,91% contra 53,91% de redução de distâncias percorridas.

A marca B na segunda proposta ficou com 58,57% contra 55,85% na primeira proposta, o que dá uma vantagem de 2,72 pontos percentuais à mais na redução de distâncias percorridas.

A marca C na primeira proposta ficou com 36,15% de redução de distâncias percorridas, contra 30,60% na segunda.

Para as demais marcas na segunda proposta não foi possível reduzir as distâncias médias percorridas em relação ao *layout* atual, porém, em relação à primeira proposta, algumas marcas apresentaram melhoria na eficiência de distâncias percorridas.

Destaque para a marca E que conseguiu um aumento de 28,36 pontos percentuais em relação à primeira proposta, pois estava com -36,34% e a segunda proposta apresenta -7,98%. A marca I atingiu um aumento de 26,09 pontos de eficiência de distâncias percorridas, a marca K conseguiu aumentar 22,79 pontos, em relação à primeira proposta. Os resultados podem ser verificados na tabela 6.

TABELA 6 – Comparação de resultados entre a primeira e segunda proposta.

| MARCA | Atual | Proposta 1 | Redução | Atual | Proposta 2 | Redução |
|--------------|------------------|------------------|--------------|------------------|------------------|---------------|
| A | 46819,86 | 21579,62 | 53,91% | 46819,86 | 19708,76 | 57,91% |
| B | 45863,37 | 20250,56 | 55,85% | 45863,37 | 19002,38 | 58,57% |
| C | 35050,86 | 24325,49 | 30,60% | 35050,86 | 22380,78 | 36,15% |
| D | 24624,78 | 22479,43 | 8,71% | 24624,78 | 24275,06 | 1,42% |
| E | 19516,86 | 26609,18 | -36,34% | 19516,86 | 21074,06 | -7,98% |
| F | 8899,16 | 13309,56 | -49,56% | 8899,16 | 13574,79 | -52,54% |
| G | 4706,75 | 8358,76 | -77,59% | 4706,75 | 8481,86 | -80,21% |
| H | 5306,39 | 8362,10 | -57,59% | 5306,39 | 8166,55 | -53,90% |
| I | 5797,52 | 14092,13 | -143,07% | 5797,52 | 12579,48 | -116,98% |
| J | 3788,82 | 8815,55 | -132,67% | 3788,82 | 9198,18 | -142,77% |
| K | 3316,41 | 7578,74 | -128,52% | 3316,41 | 6822,81 | -105,73% |
| L | 3635,77 | 7944,83 | -118,52% | 3635,77 | 7464,89 | -105,32% |
| M | 16806,91 | 19947,58 | -18,69% | 16806,91 | 14026,49 | 16,54% |
| N-Z | 4304,49 | 7834,83 | -82,02% | 4304,49 | 7553,03 | -75,47% |
| TOTAL | 228437,95 | 211488,36 | 7,42% | 228437,95 | 194309,12 | 14,94% |

Fonte: Autoria própria (2018).

Comparando os resultados da segunda proposta em relação aos resultados da primeira, fica evidente que com a segunda obteve-se resultados mais satisfatórios no retrospecto geral, e que mesmo algumas marcas apresentando maiores distâncias percorridas tanto em relação ao *layout* atual quanto na primeira proposta, foi possível otimizar ainda mais o *layout* da empresa.

Em comparação com a situação do *layout* atual, a primeira proposta reduziu de 228437,95 para 211488,36 metros percorridos, uma redução de 7,42% em relação ao *layout* atual. A segunda proposta reduziu de 228.437,95 para 194309,12 metros percorridos, o que configura uma melhoria de 14,94% na eficiência das distâncias médias percorridas durante o período analisado.

A certeza de que foi possível enxugar um pouco mais distância média total percorrida com a segunda proposta em relação ao *layout* atual e a primeira proposta foi observado ao analisar a comparação dos resultados na última linha da tabela 6 onde foi verificado que a segunda proposta ficou com um total 194309,12 metros percorridos na média, bem abaixo dos 211488,36 metros da primeira proposta, o que significa uma melhoria de 8,67% da segunda para a primeira proposta.

Considerando os resultados obtidos, chega-se à conclusão de que as duas propostas de *layout* de estoque elaboradas têm potencial para enxugar as caminhadas a serem realizadas pelos funcionários, e para corroborar com essa afirmação, serão realizados testes para comprovar a confiabilidade dos resultados encontrados.

6.7 VALIDAÇÃO DE RESULTADOS COM TESTE T PAREADO

Para confirmar a confiabilidade dos resultados das reduções das distâncias médias obtidos após elaborar as duas propostas de novo arranjo físico, foi realizado o teste T para dados pareados (ou emparelhados) justamente porque ele se encaixa perfeitamente ao problema, uma vez que se deseja analisar as distâncias médias de transporte totais percorridas do *layout* atual e das duas propostas, considerando o volume de vendas para cada marca observado no período.

Para realizar o teste, primeiramente foi necessário elaborar a hipótese a qual se deseja testar. A hipótese nula é de que as distâncias médias totais percorridas no *layout* atual não sofreram redução em relação as novas propostas de arranjo físico, ou seja, são menores ou iguais às distâncias totais das propostas elaboradas.

H₀: DMT_{antes} <= DMT_{depois}, ou;

H₀: DMT_{antes} – DMT_{depois} <= 0

A hipótese alternativa é que a distância média total percorrida no *layout* atual da empresa no período analisado, apenas para realizar as vendas, seria maior do que a distância média total percorrida nas propostas de novo *layout* que foram elaboradas, ou seja, o rearranjo dos veículos estocados iria diminuir as distâncias médias totais percorridas no mesmo período analisado, para atender as mesmas vendas que foram realizadas.

H1: $DMT_{antes} > DMT_{depois}$, ou;

H1: $DMT_{antes} - DMT_{depois} > 0$

6.7.1 Teste T pareado entre *layout* atual e a primeira proposta

Os dados utilizados para realizar o teste T visando analisar a validade dos resultados da melhoria obtida com a primeira proposta em relação ao *layout* atual da empresa estão emparelhados na tabela 7.

TABELA 7 – Dados pareados entre *layout* atual e a primeira proposta.

| MARCA | <i>Layout</i> atual | <i>Layout</i> -7,42% |
|-------|---------------------|----------------------|
| A | 46819,86 | 21579,62 |
| B | 45863,37 | 20250,56 |
| C | 35050,86 | 24325,49 |
| D | 24624,78 | 22479,43 |
| E | 19516,86 | 26609,18 |
| F | 8899,16 | 13309,56 |
| G | 4706,75 | 8358,76 |
| H | 5306,39 | 8362,10 |
| I | 5797,52 | 14092,13 |
| J | 3788,82 | 8815,55 |
| K | 3316,41 | 7578,74 |
| L | 3635,77 | 7944,83 |
| M | 16806,91 | 19947,58 |
| N-Z | 4304,49 | 7834,63 |
| | 228437,95 | 211488,16 |

Fonte: Autoria própria (2018)

Esses dados foram compilados através do software Microsoft Excel e os resultados obtidos com o teste T pareado para as distâncias médias totais percorridas entre o *layout* atual e a primeira proposta estão expostos na tabela 8.

TABELA 8 - Resultados do teste T pareado entre *layout* atual e primeira proposta.

| | <i>Layout</i> atual | <i>Layout</i> -7,42% |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|
| Média | 16316,99643 | 15106,29714 |
| Variância | 252820627,4 | 50703839,29 |
| Observações | 14 | 14 |
| Correlação de Pearson | 0,784056127 | |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| gl | 13 | |
| Stat t | 0,403596289 | |
| P(T<=t) uni-caudal | 0,346534834 | |
| t crítico uni-caudal | 1,770933396 | |
| P(T<=t) bi-caudal | 0,693069667 | |
| t crítico bi-caudal | 2,160368656 | |

Fonte: Autoria própria (2018).

Com os resultados apresentados na tabela 8 é possível verificar que o valor de T foi calculado em 0,4035 enquanto o valor de T crítico é igual à 1,7709 segundo a tabela de T *student*, para grau de liberdade de 13 para teste unilateral. O valor de T observado está fora da região crítica, e além disso o valor de p está em 0,34 ou seja, acima do nível de 5% de significância, portanto não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que a redução distâncias médias totais percorridas com a primeira proposta de *layout* de fato ocorreram.

Com esses valores chega-se à conclusão de que deve-se rejeitar a hipótese de que as distâncias médias totais percorridas da primeira proposta são menores do que a o *layout* atual.

6.7.1 Teste T pareado entre *layout* atual e a segunda proposta

Para a segunda proposta de novo arranjo físico o teste T foi repetido e todos os resultados utilizados para realizar o teste estão emparelhados na tabela 9.

TABELA 9 – Dados pareados entre *layout* atual e segunda proposta.

| MARCA | Layout Atual | Layout -14,94% |
|-------|--------------|----------------|
| A | 46819,86 | 19708,76 |
| B | 45863,37 | 19002,38 |
| C | 35050,86 | 22380,78 |
| D | 24624,78 | 24275,06 |
| E | 19516,86 | 21074,06 |
| F | 8899,16 | 13574,79 |
| G | 4706,75 | 8481,86 |
| H | 5306,39 | 8166,55 |
| I | 5797,52 | 12579,48 |
| J | 3788,82 | 9198,18 |
| K | 3316,41 | 6822,81 |
| L | 3635,77 | 7464,89 |
| M | 16806,91 | 14026,49 |
| N-Z | 4304,49 | 7553,03 |
| | 228437,95 | 194309,12 |

Fonte: Autoria própria (2018)

Esses valores também foram compilados através do recurso de análise de dados no Microsoft Excel, utilizando teste T para duas amostras para médias, e os resultados obtidos podem ser verificados na tabela 10.

TABELA 10 - Resultados do teste T pareado entre *layout* atual e segunda proposta.

| | Layout Atual | Layout -14,94% |
|--------------------------------|--------------|----------------|
| Média | 16316,99643 | 13879,22286 |
| Variância | 252820627,4 | 39137322,3 |
| Observações | 14 | 14 |
| Correlação de Pearson | 0,809757856 | |
| Hipótese da diferença de média | 0 | |
| gl | 13 | |
| Stat t | 0,797355607 | |
| P(T<=t) uni-caudal | 0,219782998 | |
| t crítico uni-caudal | 1,770933396 | |
| P(T<=t) bi-caudal | 0,439565995 | |
| t crítico bi-caudal | 2,160368656 | |

Fonte: Autoria própria (2018).

Como pode ser observado, o valor de T foi calculado em 0,7973 enquanto o valor de T crítico foi verificado em 1,7709 de acordo com a tabela de T *student* com grau de liberdade de 13, ou seja, está fora da região crítica do teste T, e além disso, o p-valor calculado em 0,21 e está acima do nível de 5% de significância, e com esse resultado deve-se rejeitar a hipótese de que as distâncias médias totais percorridas da segunda proposta são menores do que as distâncias do arranjo físico atual, e sendo assim o teste indica que não há evidências suficientes para afirmar que a distância média total percorrida da segunda proposta haveria redução em relação ao *layout* atual.

Portanto pode se concluir que de acordo com os resultados do teste T para dados pareados, não há evidências estatísticas suficientes para afirmar que as distâncias médias totais percorridas do *layout* atual seriam reduzidas com a implementação de qualquer uma das duas propostas, porém é importante destacar que houve redução expressiva nas distâncias percorridas pelas principais marcas estocadas.

6.8 MATRIZ PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE LAYOUT

Após analisar a hipótese de que haveria redução das distâncias médias de transporte de peças, se faz necessário à decisão sobre qual proposta de *layout* deverá ser implementada pela empresa.

Com objetivo de auxiliar a tomada de decisão, foi desenvolvida uma Matriz de Avaliação, para analisar a viabilidade de implementação de cada proposta e então decidir qual deverá ser escolhida.

Como será demonstrado, a matriz foi elaborada excluindo-se a abordagem sobre os custos, devido ao fato deste trabalho não ter abordado esse assunto, e portanto fica inviável realizar uma análise detalhada a respeito dos custos de implementação de ambas as alternativas de *layout*. A matriz foi dividida em duas partes, sendo a primeira dedicada a analisar o fluxo das operações, e a segunda destinada à analisar o ambiente que a empresa está inserida. Os pesos dos critérios foram determinados seguindo uma lógica decrescente de importância para ser analisada, de acordo com os objetivos que se deseja alcançar com as propostas de *layout*.

A tabela 11 a diante apresenta a Matriz para tomada de decisão, que foi desenvolvida utilizando-se os critérios de avaliação de *layout* definidos por Lin e Sharp (1999) e citados no trabalho de Tortorella e Fogliato (2008) e considerando os resultados obtidos com as duas propostas de novo arranjo físico pontuando de acordo com os critérios definidos pelos autores.

TABELA 11 – Matriz para avaliação das alternativas *layout* elaboradas.

| | CRITÉRIO MACRO | SUB CRITÉRIO | PESO | REF. | PONTUAÇÃO | |
|------------------|--------------------------|---------------------------|------|--------------|-----------|----|
| | | | | Layout atual | P1 | P2 |
| FLUXO | Espaço | Utilização de área | 4 | 0 | 1 | 2 |
| | | Áreas livres | | 0 | 1 | 1 |
| | Fluxo de Materiais | Corredores | 5 | 0 | 2 | 1 |
| | | Distância e Densidade | | 0 | 1 | 2 |
| | Flexibilidade e Robustez | Expansão Predial | 3 | 0 | 1 | 2 |
| | | Robustez dos equipamentos | | 0 | 0 | 0 |
| AMBIENTE | Arredores da Fábrica | Topografia e Topologia | 1 | 0 | 0 | 0 |
| | | Ambiente e Comunidade | | 0 | 0 | 0 |
| | Qualidade do Ambiente | Segurança dos Operadores | 2 | 0 | 2 | 1 |
| | | Conforto de trabalho | | 0 | 1 | 1 |
| | | Segurança Patrimonial | | 0 | 1 | 1 |
| | | Acesso para manutenção | | 0 | 2 | 1 |
| RESULTADO | | | | 38 | 41 | |

Fonte: Autoria própria (2018).

Primeiramente foram analisados todos os critérios relacionados ao fluxos das operações. Em relação a utilização da área, ambas as propostas alcançaram o objetivo de posicionar todos os veículos utilizando a mesma área disponível, porém o segundo projeto conseguiu reposicionar todos os veículos estocados com uma necessidade de área de 9.184,75m² abaixo do resultado da primeira que apresentou uma necessidade de 10.243,38m² para posicionar os mesmos itens estocados, gerando maior economia de espaço, e com base nessa comparação foi atribuído 1 ponto para a proposta 1, e 2 pontos para a proposta 2. As duas propostas ainda visam à eliminação de todas as vagas ociosas, que podem ser verificados no *layout* atual, portanto foi atribuído 1 ponto para cada proposta no critério de áreas livres.

O fluxo de materiais também foi analisado. Quanto à aderência de corredores, o primeiro projeto manteve os corredores centrais do *layout* atual o que mantém uma característica positiva que se trata de uma maior possibilidade de rotas disponíveis, e assim minimizando possíveis confrontos de trajeto, enquanto a segunda proposta eliminou o corredor do meio, deixando apenas um corredor principal que dá acesso à todas as marcas, isso gera benefícios como padronização de fluxos, porém pode gerar alguns problemas, como contra fluxos, uma vez que só existe um caminho para ir e voltar, e por tais motivos ficou atribuído 2 pontos para o primeiro projeto e 1 ponto para o segundo projeto.

A pontuação para as distâncias e densidades de volumes e fluxos foi atribuída conforme os resultados obtidos com as reduções de distâncias médias de transporte de peças. Como foi verificado nos capítulos anteriores, o primeiro projeto apresentou uma proposta de redução de 7,42% na distância total percorrida em relação ao *layout* implantado atualmente e considerando o mesmo volume de vendas que foi realizado no período analisado. Enquanto o segundo projeto oferece uma proposta de redução de 14,94% das distâncias totais percorridas, ou seja, o dobro do primeiro projeto, e com base nesses resultados ficou atribuído 1 ponto para o primeiro projeto e 2 pontos para o segundo projeto.

A flexibilidade do galpão não é baseada na expansão da edificação, porém pode ser baseada na possibilidade de expansão do inventário do estoque, uma vez que houve um pouco de redução na área necessária para estocar os veículos, gerando economia de espaço que pode ser utilizado para estocar mais produtos. Baseando-se nesse resultado ficou atribuído 1 ponto para a primeira proposta, e 2 pontos para a segunda proposta por oferecer um resultado melhor.

A robustez dos equipamentos não será modificada considerando que não haverá a adoção de nenhuma máquina extra para compor a configuração das propostas de arranjo físico, o rearranjo foi baseado apenas nos próprios itens que a empresa já possui e sendo assim ficou atribuído nota 0 para ambas as propostas neste critério.

Após analisar todos os quesitos relacionados aos fluxos, o próximo passo é analisar os critérios relacionados ao ambiente do galpão. Quanto ao quesito arredores da fábrica, as propostas de arranjo físico não irão interferir na topografia em volta da empresa, e portanto ficou atribuído nota 0 para ambas as propostas pois não irá interferir na escolha da melhor alternativa. O meio ambiente e a comunidade também não serão afetados, portanto nota 0 também para este parâmetro, logo não afetará na escolha.

Qualidade do meio ambiente foi um quesito importante, pois afeta diretamente o desempenho das operações e representa o bem estar das pessoas que passam grande parte de seu tempo dentro da empresa.

A segurança dos operadores foi mensurada a partir do espaço disponível para realizarem as atividades. É possível notar que a primeira proposta, oferece um maior espaçamento entre os corredores secundários que circundam os veículos estocados, isso em relação à segunda proposta, e assim gerando uma maior flexibilidade para os funcionários realizarem suas atividades e sendo assim ficou atribuído 2 pontos para a primeira proposta, contra 1 ponto para a segunda.

O conforto de trabalho é foco dos dois projetos de novo *layout* de estoque, pois objetivam organizar todos os itens estocados, gerar padronização dos fluxos, e conforto operacional para os trabalhadores, e também foi considerado a retirada de toda a sucata espalhada pelos corredores para ambas as propostas, e assim ficou atribuído 1 ponto para este critério em cada proposta.

Segurança patrimonial não foi abordado nos projetos de arranjo físico, porém há de se destacar que a empresa possui um sistema de câmeras de segurança para garantir a integridade do patrimônio, e ainda conta com a presença de vigias noturnos para colaborar com essa tarefa. Como será proposto a ampliação do sistema de monitoramento nas duas propostas, a interferência desse aspecto é igual para ambos projetos e foi atribuído 1 ponto para cada proposta.

Após analisar todos os critérios e subcritérios propostos pela matriz de decisão, juntamente com os resultados oferecidos pelas duas propostas, e atribuir a pontuação merecida para cada alternativa, os dados foram compilados e como pode ser verificado, o segundo projeto de novo arranjo físico apresentou um resultado mais satisfatório, indicando que ele deve ser o projeto selecionado para ser implementado pela empresa.

7 CONCLUSÃO

Com a elaboração das propostas para mudança do arranjo físico de estoque da empresa, ao implementar ela vai adquirir ganhos qualitativos como organização racional dos recursos materiais, separados por classes e arranjados seguindo um padrão que prioriza a demanda de manuseio e transporte e eliminação de pontos com cruzamentos de fluxos diferentes e melhoria no ambiente organizacional.

Um ponto fundamental será a criação de setores específicos para cada tipo de item estocado e classificado, gerando organização e facilidade para os colaboradores poderem circular e encontrarem o modelo de veículo mais próximo que possua a peça solicitada. Com a existência desses setores, o bom desempenho dos funcionários que adentram ao pátio é favorecido, pois fica mais fácil procurar o tipo de peça solicitado pelo cliente, para isso basta se deslocar até a aglomeração dos veículos batidos de determinada marca, e a partir desse ponto procurar o modelo que se deseja. Assim, os funcionários deverão percorrer menores distâncias e conseqüentemente gerar menores desgastes físicos e melhoria na qualidade do trabalho.

Através do Diagrama de Espaguete também pode ser observada a eliminação de fluxos cruzados gerados pela disposição desorganizada dos itens estocados no *layout* inicial em relação aos propostos e ao selecionado, criando-se um padrão de fluxo contínuo e linear pelo pátio.

A retirada de todos os pneus, rodas, e sucatas que estão espalhados pelos corredores também é outro fator positivo que se pode ser observado nos dois projetos de *layout*, pois eles representam obstáculos que atrapalham o bom andamento do fluxo da operação, e ainda colocam em risco a segurança de funcionários e clientes que trafegam pela área do estoque.

Outro melhoria fundamental para a operação da empresa será o acesso visual ao *layout*, tanto o atual como também os propostos pois à partir dos desenhos elaborados a empresa poderá implementar a adoção de um mapa de todo o galpão, indicando o posicionamento de cada carro batido e sua respectiva marca. À partir desse mapa os funcionários poderão visualizar previamente o local onde estão estocados os veículos de determinada categoria, a qual se deseja procurar a peça solicitada, e assim otimizar o tempo do atendimento, conseqüentemente melhorar a qualidade do trabalho para os funcionários.

Em relação aos ganhos quantitativos pode ser observado a utilização mais eficiente do espaço, pois vários pontos vazios próximos ao balcão foram eliminados e agora poderão ser utilizados para estocar outros carros que estavam posicionados mais afastados e também pela economia na necessidade de espaço para estocar os mesmo itens.

Quanto à redução das distâncias médias percorridas, os resultados gerais apontam para uma melhoria que não pode ser descartada, porém o teste escolhido para validar os resultados concluiu que as propostas elaboradas não foram suficientes para afirmar que haveria redução desse parâmetro analisado nas duas situações dos dois projetos, porém é muito importante destacar que houve uma redução bastante significativa nas distâncias médias percorridas pelas marcas que demandam o maior volume de atendimentos.

O estudo sobre arranjo físico foi fundamental para demonstrar como um bom planejamento de *layout* de estoque pode aumentar a eficiência das atividades da empresa, e aumentar sua competitividade de maneira estratégica.

Pode-se concluir que a elaboração dessas duas propostas de *layout* resultaram em vários benefícios como organização lógica, delimitação de setores e fluxos padronizados, que visam aumentar a eficiência das operações de busca e transporte de peças que são solicitadas diariamente pelos clientes.

8 RECOMENDAÇÕES

Como recomendação, propõe-se realizar um projeto de levantamento de todos os custos, recursos e mão de obra necessários para realizar a implementação da proposta de arranjo físico selecionada.

Também deve-se destacar que é necessário adequar o projeto de novo arranjo físico à normas de acessibilidade quanto à largura dos corredores e saídas de emergência, o que não é observado atualmente na empresa. Juntamente com essa adequação às normas de acessibilidade, também há espaço para planejar um projeto de prevenção e combate à incêndio, e saídas de emergência para garantir a integridade física de todas as pessoas que circulam dentro do galpão.

Fica como recomendação o levantamento de dados para elaborar uma simulação do fluxo de atendimento realizado diariamente, para identificar a probabilidade da geração de filas, que está diretamente ligado com o número de atendimentos realizados e o tempo gasto com cada atendimento, e então elaborar estratégias para minimizar possíveis gargalos ou até mesmo auxiliar na tomada de decisão sobre possíveis novas mudanças que sejam necessárias.

Ainda para auxiliar na tomada de decisão acerca dos custos das novas propostas de *layout*, fica como recomendação a implementação da técnica de custeio baseado em atividade ou custeio ABC, e assim formular o custo operacional para se realizar cada deslocamento entre balcão e pátio de estoque de veículos batidos, e relacionar o custo da operação com as distâncias percorridas pelo funcionário e conseqüentemente o tempo de atendimento aos clientes.

Também fica como recomendação para a empresa a aderir à criação de um mapa com os desenhos elaborados, e posicioná-lo estrategicamente próximo ao balcão de atendimento para que o funcionário possa realizar uma visualização prévia do local que o mesmos deverá prosseguir para realizar a busca da peça solicitada pelo cliente, e assim otimizar o atendimento.

Para realizar a retirada das sucatas espalhadas pelos corredores, é importante planejar algum espaço, dentro da própria empresa, para se depositar corretamente todos os materiais descartados de modo que não gere nenhum impacto ao meio ambiente.

Ainda fica recomendado a ampliação do sistema de monitoramento por câmeras, para garantir segurança e controle dos itens estocados no galpão da empresa.

Essas ações recomendadas visam colaborar com a manutenção e a boa gestão de todos os benefícios que serão adquiridos pela empresa após a mesma realizar a implementação da proposta de novo *layout* de estoque que foi elaborada neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. C., NOVAES, A. G. **Logística aplicada: suprimento e distribuição.** - 3ª ed. – São Paulo: Blucher, 2000.

ANDRADE, H. G. *et. al.* **Aplicação do gráfico produto-volume e da curva ABC como ferramenta estratégica para planejar um novo layout para o estoque de uma loja de peças para carros.** Artigo, XI EEPA - XI Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial, 2017. Disponível em: <http://anais.unespar.edu.br/xi_eeepa/data/uploads/artigos/1/1-11.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2018

ARAÚJO, L. C. G. **Organização, Sistemas e Métodos e as Tecnologias de Gestão Organizacional: arquitetura, benchmarking, empowerment, gestão pela qualidade total, reengenharia.** vol 1 – 5 ed. – São Paulo: Atlas: 2011.

AUCTUS – QUALIDADE E GESTÃO, 2017. Disponível em: <<http://www.auctus.com.br/ferramenta-matriz-de-decisao/>>. Acesso em: 10 nov. 2018

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial.** – 5ª ed. – Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho.** – 6ª ed. São Paulo: Blucher, 1977.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: Projeto e medida do trabalho.** – 6ª ed. São Paulo: Edgar Blucher, 1986.

BATTESINI, M. **Projeto e leiaute de instalações produtivas.** Curitiba: Intersaberes, 2016. Disponível em: <<http://ifmg.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788559720235/>>. Acesso em: 10 jul 2018.

BERTAGLIA, R. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento.** – 2ª ed. – São Paulo: Saraiva, 2009.

BOWERSOX, D. J., CLOSS D. J., COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos.** – Porto Alegre: Bookman, 2006.

CASTIGLIONI, J. A. M. **Logística Operacional.** 2 ed. São Paulo: Érica, 2010.

CECON, P. R. *et. al.* **Métodos estatísticos.** Viçosa: Editora UFV, 2012.

CORRÊA, H. L., CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica.** – 2ª. Ed. – 2ª reimpr. – São Paulo: Atlas, 2007.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.** – 2ª ed. – 16ª reimpr. – São Paulo: Atlas, 2011.

CORRÊA, H. L., GIANESI, I. G. N., CAON, M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão.** – 5ª ed. – 7ª reimp. – São Paulo: Atlas, 2013.

COSTA NETO, P. L de O. **Estatística.** – 3ª ed. São – São Paulo: Blucher, 2002.

CURY, A. **Organização e métodos: uma visão holística.** – 8ª ed. rev. e ampl. – 8ª reimp. São Paulo: Atlas, 2013.

DA SILVA, A. L., BUOSI, T., SILVA, V. C. O. **Melhorando o layout físico através da aplicação do conceito de célula de produção e redução da movimentação: um estudo de caso.** Homniss Consulting, 2004. Disponível em: <http://www.hominiss.com.br/es/img/usr/teses-artigos/Melhorando_o_layout_fisico.pdf>. Acesso em: 14 ago 2018.

DE FREITAS, E. B. **Diagrama de Espaguete: o diagrama de espaguete é uma ferramenta que auxilia na visualização da otimização de um processo e de simples aplicação.** – Artigo eletrônico, 2013. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/diagrama-de-espaguete/69434/>>. Acesso em: 8 ago 2018.

DE OLIVEIRA, F. L., MONTEIRO, H., FERRARI, V. M. **Aplicação do processo “Lean Manufacturing” na cabine de pintura de aeronaves.** Artigo repositório Univap, 2013. Disponível em: <http://biblioteca.univap.br/dados/000003/0000039E.L.eMonteiro_H.pdf>. Acesso em: 8 ago. 2018.

DE SOUSA, M. V. F. P. **Análise e proposta de melhoria do arranjo físico em um armazém de uma loja de varejo.** – Trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção – Universidade Federal Fluminense, Rio das Ostras – RJ, 2016. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/6012>>. Acesso em: 9 ago. 2018.

FENERICH, F. C. **Administração dos sistemas de operações.** – [Livro eletrônico] – Curitiba: Intersaberes, 2016. Disponível em: <<http://ifmg.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788544302392/pages/-2>> Acesso em: 14 ago 2018.

GAITHER, N., FRAZIER, G. **Administração da produção e operações.** – 8ª ed. – São Paulo: Pioneira, 2002.

GALHARDI, A. C. **Logística e distribuição.** – Rio de Janeiro: Seses, 2016.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just-In-Time.** EDUCS 1ª ed., 1996. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v5n2/v5n2a04.pdf>>. Acesso em: 14 ago 2018.

KRAJEWSKI, L., RITIZMAN, L., MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações.** – São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

KRAJEWSKI, L., RITIZMAN, L., MALHOTRA, M. **Administração de produção e operações**. – 11ª ed. – São Paulo: Pearson Education, 2017. Disponível em: <<http://ifmg.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788543004655/pages/-20>>. Acesso em: 16 ago 2018.

LÉLIS, E. C., **Gestão da Produção**. – São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014. Disponível em: <<http://ifmg.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788543010113/pages/-12>>. Acesso em: 14 ago 2018.

LERNER, W. **Organização participativa**. São Paulo: Atlas, 1996.

LIN, L. C.; SHARP, G P. **Application of the integrated framework for tge plant layout evaluation problem**. *European Jornal of Operational Reserch*. n 116, p. 118-138, 1999.

LOPES, E. B. **Proposta de arranjo físico para redução de distância média de transporte (DMT): Um estudo de caso em uma empresa produtora de calcário na região centro-oeste de minas**. – Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Engenharia de Produção, Universidade de Formiga – UNIFOR, 2014. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.uniformg.edu.br:21015/xmlui/handle/123456789/278>>. Acesso em 9 ago 2018.

LUZZI, A. A., **Uma abordagem para projetos de layout industrial em sistemas de produção enxuta: um estudo de caso**. Dissertação de Mestrado em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4721/000459179.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14 ago 2018.

MAGALHÃES, M. N.; LIMA, A. C. **Noções de probabilidade e estatística**. – 7ª ed. 1ª reimp. – São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

MANTOVANI, F. P. **Proposta de melhoria do layout de um armazém de vidros automotivos**. – Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, UNESP – Guaratinguetá, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/124321/000822573.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 9 ago. 2018.

MARTINS, P. G., LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MEIRERELLES, A. F., *et. al.* **Simulação e Layout – Um estudo de caso**. – Artigo: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2009. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_WIC_091_618_14579.pdf>. Acesso em: 14 ago 2018.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. – 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** – 2ª ed. – São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MUTHER, R. **Planejamento do Layout: sistema SLP.** – São Paulo: Edgard Blucher, 1986.

NEUMANN, C., SCALICE, R. K. **Projeto de Fábrica e Layout.** 1. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, Organização e Métodos: uma abordagem gerencial.** – 14ª ed. – São Paulo: Atlas, 2004.

PEINADO, J., GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** – Curitiba: UnicenP, 2007.

PICCOLINI, J. D. B., FIGUEIREDO, R. S. **Simulação aplicada à análise de layout.** – Artigo ENEGEP, Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART095.pdf>. Acesso em: 14 ago 2018.

PRODANOV, C. C., FREITAS, E. de C. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** [Livro Eletrônico] – 2ª ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <<http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>>. Acesso em 8 set. 2018.

SERRA, F. J. N. **Aplicação de princípios lean ao desenho de layouts em empresas de setores tradicionais.** Dissertação de Mestrado de Engenharia, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Engenharia Industrial e Gestão, 2014. Disponível em <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/93876/2/31548.pdf>>. Acesso em: 14 ago 2018.

SILVA, O. R., VENANZI, D. **Gerenciamento da produção e operações.** – 1ª ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2013.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da produção.** – 1ª ed – 10ª reimp – São Paulo: Atlas, 2006.

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3ª ed. – São Paulo: Atlas, 2009.

STEVENSON, W. J. **Administração das operações de produção.** – Rio de Janeiro: LTC, 2001,

TAYLOR, D. A. **Logística na cadeia de suprimentos: uma perspectiva gerencial.** – São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2005.

TELES, C. A. C. O. **Otimização de Layouts e Fluxos Produtivos.** Dissertação de Mestrado, FEUP – Faculdade de Engenharia do Porto: Porto, 2009. Disponível em: <https://sigarra.up.pt/feup/en/pub_geral.show_file?pi_gdoc_id=1037761>. Acesso em: 8 ago. 2018.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATO, F. S. **Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério.** - Rev Produção, v.18, n.3 set/dez 2008, p.609-624, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/prod/v18n3/a15v18n3>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

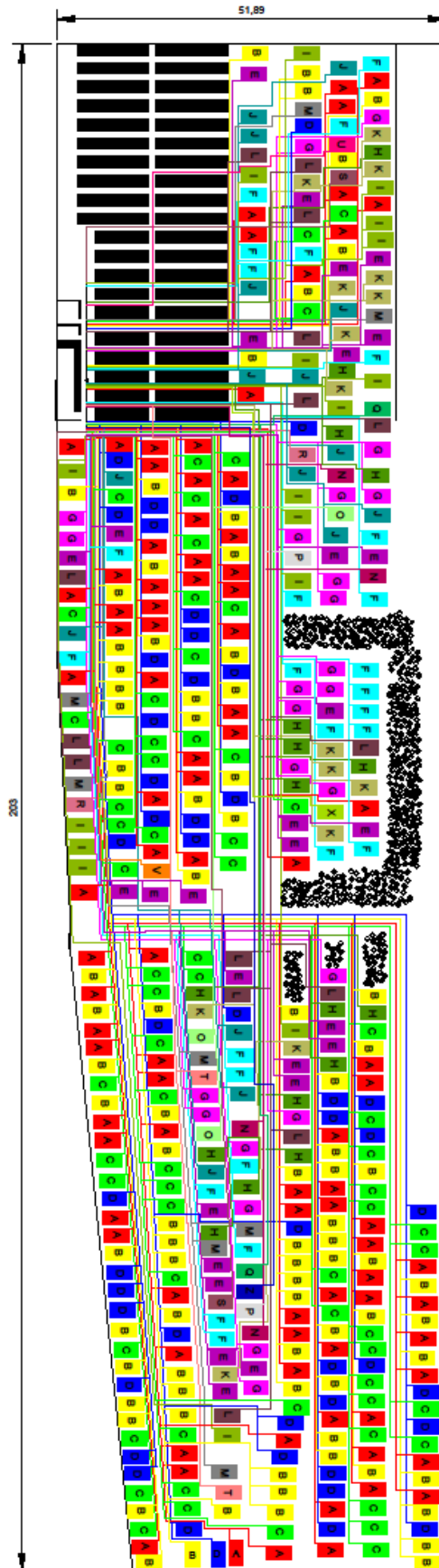
TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e prática.** – 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VIEIRA, E. L., *et. al.* **Melhoria no layout em uma indústria metal mecânica utilizando ferramentas lean manufacturing.** – Artigo ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção: João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/324950782_MELHORIA_NO_LAYOUT_EM_U_MA_INDUSTRIA_METAL_MECANICA_UTILIZANDO_FERRAMENTAS_LEAN_MANUFACTURING>. Acesso em: 14 ago 2018.

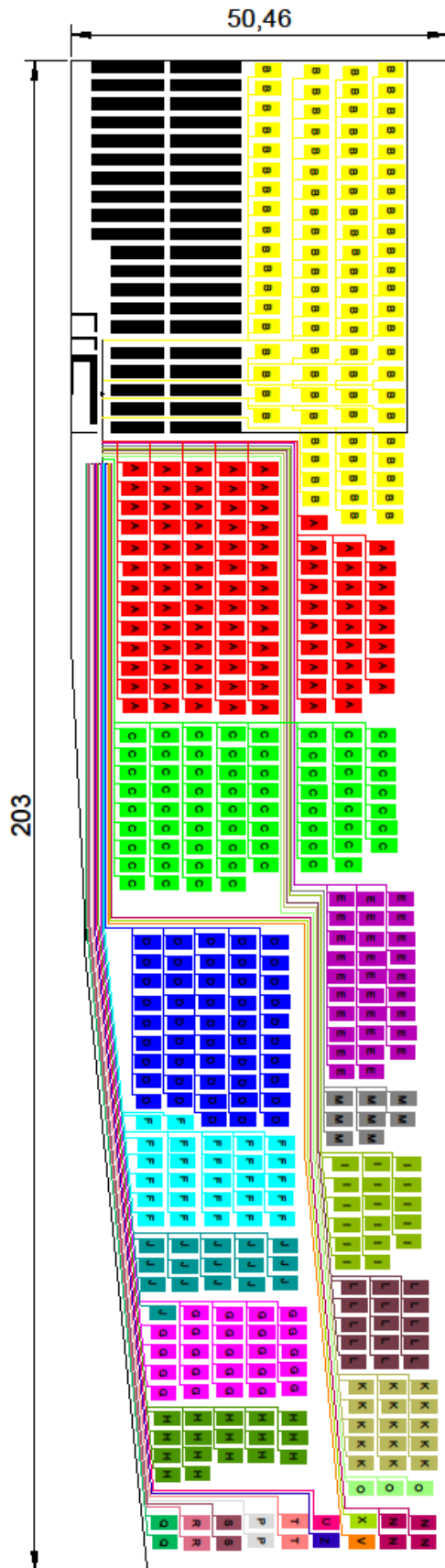
WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** – 6ª ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE A: *Layout* de estoque atual da empresa com Diagrama de Espaguete.



APÊNDICE B: Primeira proposta de *layout* de estoque com Diagrama de Espaguete.



APÊNDICE C: Segunda proposta de *layout* de estoque com Diagrama de Espaguete.

