

Definição de critérios para gestão do arranjo físico do galpão de peças protótipas em indústria automotiva

Definition of criteria for the management of the physical arrangement of the prototype parts shed in the automotive industry

Definición de criterios para la gestión de la disposición física del cobertizo de piezas prototipo en la industria automotriz

Recebido: 13/09/2020 | Revisado: 14/09/2020 | Aceito: 08/10/2020 | Publicado: 09/10/2020

Raphael Valentim Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7963-2160>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: raphaelvro@gmail.com

José Glenio Medeiros de Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6902-599X>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: glenio.barros@gmail.com

Antonio Henriques de Araujo Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5167-3828>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: anthenriques2001@yahoo.com.br

Nilo Antonio Souza Sampaio

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6168-785X>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: nilosamp@terra.com.br

José Wilson de Jesus Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0033-2270>

Centro Universitário Teresa D'Ávila, Brasil

E-mail: jwjsilva@gmail.com

Resumo

No presente artigo foi realizada a pesquisa bibliográfica e a pesquisa ação para entendimento dos critérios para gestão do layout de peças protótipas no galpão de uma indústria automotiva. Esta área foi escolhida por não haverem muitos estudos relativos a este tema no âmbito

acadêmico. O objetivo geral, foi analisar as variáveis envolvidas na estocagem das peças protótipas utilizadas a diferentes programas no galpão da empresa automotiva em questão e definir critérios para armazenagem dos materiais. Ademais, os objetivos específicos foram: identificar os materiais armazenados no galpão, analisar a distância percorrida para separação destes e apresentar uma sugestão de modelo do layout de armazenagem das peças, garantindo uma movimentação de materiais mais eficiente. Nesta análise foram extraídos dados do sistema de controle de estoque e realizada a observação de campo para que o modelo de gestão atual fosse delimitado e uma nova sugestão fosse definida a fim de diminuir a distância que os materiais percorrem desde a prateleira no estoque até chegarem a saída do galpão e posterior montagem nos veículos. Os dados obtidos foram estratificados e interpretados para obtenção das informações chave ao estudo. A comparação entre o layout atual e o layout proposto permitiu observar que as peças não estavam sendo armazenadas de forma otimizada e que critérios mais assertivos deveriam ser considerados para definir a localização das peças protótipas.

Palavras-chave: Arranjo físico; Armazenamento; Protótipo; Peças; Gestão de estoque; Veículos; Galpão; Logística.

Abstract

In the present article, bibliographic research and action research were carried out to understand the criteria for managing the layout of prototype parts in the shed of an automotive industry. This area was chosen because there are not many studies related to this topic in the academic field. The general objective was to analyze the variables involved in the storage of the prototype parts used in different programs in the warehouse of the automotive company in question and to define criteria for storage of the materials. In addition, the specific objectives were to identify the materials stored in the shed, to analyze the distance traveled to separate them and to present a model suggestion of the parts storage layout, ensuring a more efficient material movement. In this analysis, data were extracted from the stock control system and field observation was carried out so that the current management model was delimited and a new suggestion was defined in order to reduce the distance that the materials travel from the shelf in the stock until they reach exit from the shed and subsequent assembly in vehicles. The data obtained were stratified and interpreted to obtain the key information for the study. The comparison between the current layout and the proposed layout allowed us to observe that the parts were not being stored in an optimized way and that more assertive criteria should be considered to define the location of the prototype parts.

Keywords: Physical arrangement; Storage; Prototype; Parts; Inventory management; Vehicles; Shed; Logistics.

Resumen

En el presente artículo, se llevó a cabo una investigación bibliográfica y una investigación-acción para comprender los criterios para la gestión del diseño de piezas prototipo en el galpón de una industria automotriz. Se eligió esta área porque no existen muchos estudios relacionados con este tema en el ámbito académico. El objetivo general fue analizar las variables involucradas en el almacenamiento de las piezas prototipo utilizadas en diferentes programas en el almacén de la empresa automotriz en cuestión y definir criterios para el almacenamiento de materiales. Además, los objetivos específicos fueron: identificar los materiales almacenados en el galpón, analizar la distancia recorrida para separarlos y presentar una sugerencia de modelo de la disposición de almacenamiento de piezas, asegurando un movimiento de material más eficiente. En este análisis se extrajeron datos del sistema de control de stock y se realizó la observación de campo para delimitar el modelo de gestión actual y se definió una nueva sugerencia con el fin de reducir la distancia que recorren los materiales desde la estantería en el stock hasta llegar a Salida del galpón y posterior montaje en vehículos. Los datos obtenidos fueron estratificados e interpretados para obtener la información clave para el estudio. La comparación entre el diseño actual y el diseño propuesto permitió observar que las piezas no se estaban almacenando de forma optimizada y que deberían considerarse criterios más asertivos para definir la ubicación de las piezas prototipo.

Palabras clave: Disposición física; Almacenamiento; Prototipo; Partes; La gestión del inventario; Vehículos; Cobertizo; Logística.

1. Introdução

Arranjo físico é o estudo que permite determinar não só a organização física de uma empresa ou instituição, como também a forma como os recursos de transformação irá influenciar os recursos transformados e o fluxo que os materiais e a informação irão seguir. Atualmente são diversos modelos de layout, que vão além dos clássicos arranjos em linha, posicional, funcional e celular. Surgem novas tendências como os modelos fractal, modular e células virtuais de manufatura e conseqüentemente a necessidade dos arranjos mistos, pois na

maioria dos casos reais, não é possível adequar uma operação complexa utilizando-se apenas um modelo determinado (Gorgulho Jr., 2010; Hora et al. 2011).

A importância de um arranjo físico eficiente vai além da eficácia de um processo mais enxuto e funcional, para também afetar os custos de uma operação. Em épocas de mercado em crescimento é essencial para garantir competitividade à empresa, já em épocas de crise pode garantir a saúde financeira e operacional da organização (Santos, 2019).

Em geral, o arranjo físico é parte integrante no projeto de processos, estando diretamente ligado à tecnologia de processos, ao projeto do trabalho e ao projeto da rede. É mais difundido em indústrias manufatureiras, porém não se restringe ao terceiro setor. Os princípios e metodologias fundamentadas pelos campos de estudos de arranjo físico podem ser utilizados em diversas outras áreas: saúde, educação, comércios e restaurantes são alguns exemplos (Slack, 1997; Slack, 2002).

O setor de protótipos em uma empresa automotiva é uma área de alto custo. A dificuldade de não haver uma linha de produção definida e que siga um determinado mix de produtos de acordo com uma demanda e planejamento de produção, mas sim a demanda de testes de validação do produto em desenvolvimento, é um fator dificultante para a organização desta área. Qualquer economia de tempo e dinheiro é muito importante para garantir o lançamento do produto dentro do orçamento e no prazo estabelecido, com toda validação necessária concluída. O armazenamento destas peças e o fluxo até os veículos em montagem atualmente não segue uma metodologia definida: as peças são armazenadas pela ordem de chegada, não levando em conta o uso, suas dimensões e peso.

O objetivo de um arranjo físico eficiente no caso apresentado é a otimização na armazenagem e no fluxo de peças de forma que a operação ocorra sem atrasos e os recursos estejam de fácil alcance e organizados levando em conta os diferentes programas em desenvolvimento. Diante de um mercado altamente competitivo, o lançamento de novos produtos é necessário para que se atenda às necessidades do cliente final e haja inovação diante da concorrência. Atrasos e não cumprimentos do planejamento financeiro e de datas causam grandes prejuízos à estratégia de marketing e de vendas da empresa. Portanto, é essencial que cada operação na área de protótipos seja otimizada, garantindo a eficiência no fluxo de peças, informação ou produtos.

Para o presente trabalho, é utilizada a pesquisa bibliográfica como base sobre o que há de publicado na literatura, isto é, teses, dissertações, artigos e revistas sobre arranjo físico. Deste modo, permite-se que seja adaptado à realidade de uma área de protótipos de uma

empresa automotiva, um método eficiente de gestão do layout de peças e seja justificável sua utilização na prática.

Têm-se como objetivo geral, analisar as variáveis envolvidas na estocagem das peças protótipas utilizadas a diferentes programas no galpão da empresa automotiva em questão e definir critérios para armazenagem dos materiais. Os objetivos específicos são: identificar os materiais armazenados no galpão, analisar a distância percorrida para separação destes e apresentar uma sugestão de modelo do layout de armazenagem das peças, garantindo uma movimentação de materiais mais eficiente.

2. Metodologia

A metodologia adotada foi o estudo de caso baseado na pesquisa bibliográfica para identificação e descrição do atual modelo de gestão do arranjo físico do galpão, tornando assim possível posteriormente a análise e sugestão de um novo modelo de organização do armazenamento para as peças protótipas utilizadas em diferentes programas de veículos protótipos no.

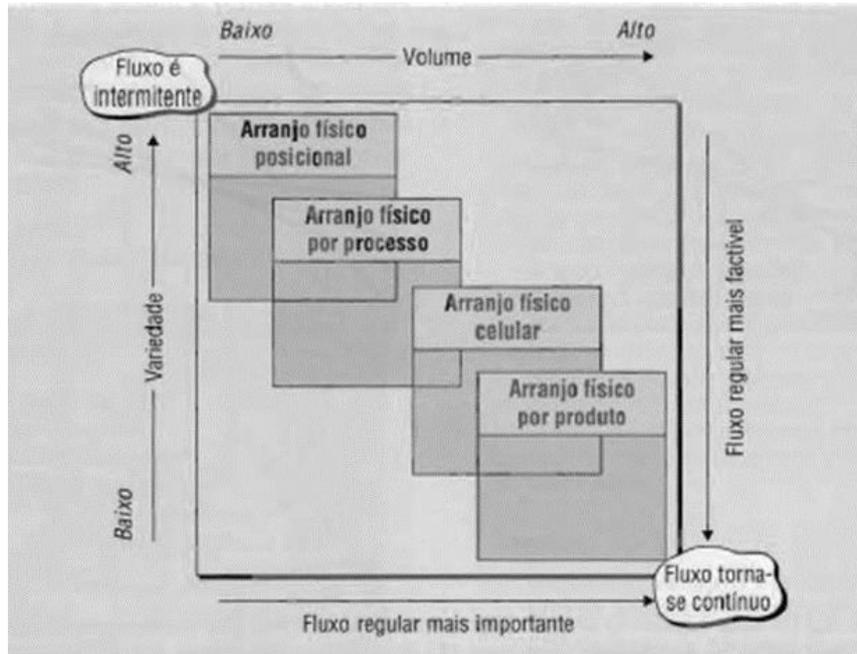
Conforme Pereira et al. (2018) explica, através da coleta de dados numéricos é possível levantar grande quantidade de informações para avaliação quantitativa de um estudo de caso. Para elaboração deste artigo seguiu-se o método de estudo de caso quantitativo, a fim de se descrever e avaliar as peculiaridades do armazenamento de peças em uma área de protótipos.

2.1 Arranjo físico industrial ou layout

Além do termo arranjo físico industrial, também se utiliza o termo de origem no idioma inglês, layout. Porém este termo é característico a outras áreas do conhecimento e utilizado para designar diversas atividades, como por exemplo na área de diagramação textual de um documento, em que o significado é relativo a organização dos elementos gráficos e descritivos de um documento (Couto, 1961 apud Gorgulho Jr, 2010). Em circuitos eletrônicos, a descrição de layout é relacionada ao arranjo dos componentes em uma placa (Weigel, 2005). Na Engenharia Industrial o termo está diretamente ligado à disposição dos recursos produtivos e a instalação do chão de fábrica (Groover, 1987 apud Gorgulho Jr, 2010).

Observa-se afinal que o termo layout apesar de utilizado em diferentes campos de trabalho e com significado específico, no geral possui um mesmo sentido (Gorgulho Jr, 2010): a distribuição física de elementos de um processo ou sistema alocados em um espaço limitado. Desta forma, neste texto serão utilizados os termos arranjo físico industrial e layout intercambiáveis entre si.

Figura 1 - Diagrama efeito de volume e variedade.



Fonte: Slack (2002).

Na Figura 1 são mostrados os principais tipos de arranjo físico e conforme é afirmado por Slack (2002), a escolha do fluxo para uma operação depende das características de volume e variedade. Estas diferenças de processos, são identificados como efeito de volume e variedade. Foram analisados os métodos de arranjo físico clássicos e os métodos de arranjo físico novos para que se identifique o modelo atual de trabalho.

É importante que se entenda as vantagens e desvantagens de cada método de arranjo físico para que se identifique a opção para o caso analisado. São fatores passíveis de análise: segurança inerente, extensão do fluxo, clareza de fluxo, conforto da mão de obra, coordenação gerencial, acesso, uso do espaço e flexibilidade de longo prazo (SLACK, 2002).

2.2 Gestão de estoque

O termo estoque tem significado extenso. Tradicionalmente falando pode-se assumir como representação de matérias-primas, produtos semiacabados, componentes para montagem, peças sobressalentes, produtos acabados, materiais administrativos e suprimentos variados (Oliveira, 2013).

Simplificando, seria tudo o que a empresa possui guardado para suprir as suas necessidades. Ou por muitas vezes, materiais em estoque que não planejados, não analisados ou acompanhados com uma boa gestão, acabam não sendo suficientes para suprir a demanda.

2.3 Análise de dados e definição de modelo atual

Para definição do novo modelo, primeiramente foi feita a observação de campo e foram analisados os dados retirados do sistema corporativo sobre como as peças são armazenadas atualmente. Em seguida, após entendido o modelo atual foram definidos os critérios para armazenamento de peças do novo modelo e por final as peças foram distribuídas sistemicamente utilizando o MS Excel, definindo o novo endereço das peças no galpão para que seja possível a comparação e discussão dos resultados referentes à distância percorrida pelas peças até a saída do galpão.

O objetivo foi a redução da distância percorrida peças do galpão para transporte até o veículo em montagem. Para comparação das distâncias, foram escolhidas algumas peças por amostragem e a distância percorrida pela peça da prateleira até a entrada do galpão no modelo atual foi comparada ao novo modelo proposto, sendo estudado mais profundamente no tópico de discussão dos resultados.

Também foi possível identificar o arranjo físico utilizado na oficina. Trata-se de um arranjo físico posicional, pois o objeto sendo alterado (veículo protótipo) fica parado e os recursos (peças, operadores e ferramentas) vão até o objeto.

Por se tratar de um trabalho realizado na área de protótipos da empresa e este ser um setor essencial à estratégia da mesma, os dados reais são confidenciais e não podem ser divulgados. Quando houve necessidade do uso de valores numéricos para continuidade do trabalho, os mesmos foram alterados em ordem de grandeza. Desta forma não houve exposição de informações confidenciais ao público.

Para andamento do projeto, foram definidos dois locais principais ao estudo:

- galpão: local de armazenamento das peças protótipas e ênfase deste estudo de caso. Mais adiante são indicadas as dimensões simuladas que foram assumidas para eventuais cálculos e análise do arranjo físico.
- oficina: local onde ocorre a montagem das peças transformando-as em produto final. Por produto final neste estudo de caso, entende-se veículos protótipos utilizados em testes de validação de novos conceitos ou produtos ainda não lançados ao mercado. Para este local são transportadas as peças armazenadas no galpão.

Estes dois locais foram de suma importância para o estudo de arranjo físico em questão que teve foco em definir critérios para armazenagem física das peças protótipas no galpão, que posteriormente são transportadas à oficina para sua atividade-fim. Reforça-se a importância da confidencialidade de dados reais e reafirma-se o uso de dados simulados.

Foram definidos também o cenário de programas protótipos em testes, os programas ativos foram denominados como: programa A, programa B, programa C, programa D e programa E. Cada programa possui peças específicas para uso na montagem dos veículos protótipos. Estes veículos foram denominados por: veículo + letra do programa + número do veículo (se houver mais de um veículo em tal programa). Exemplo: veículo B2, este nome refere-se ao segundo veículo do programa B.

A definição do cenário atual se atentou aos seguintes aspectos: fluxo de entrada de peças no galpão, estocagem das peças no galpão e finalmente o fluxo de saída de peças do galpão para uso na oficina.

2.3.1 Fluxo de entrada de peças no galpão

Dependendo do veículo em teste que irá parar para revisão ou troca de peças na oficina, a prioridade de cadastro de peças é alterada. Atualmente isto é realizado conforme solicitação do chefe da oficina ou supervisão. Não havendo informação para prioridade no cadastro de peças, o fluxo segue como ordem de chegada ao entreposto.

Detalhando-se o processo de cadastro das peças, o cadastro sistêmico exige um endereço nas prateleiras do galpão, hoje chega-se a localização de acordo com disponibilidade física no galpão, checada por algum funcionário no momento em que as peças são armazenadas. Ou seja, as peças são primeiramente transportadas do entreposto ao galpão e ali armazenadas e posteriormente realiza-se o cadastro sistêmico indicando o endereço das mesmas.

2.3.2 Estocagem das peças no galpão

Após o fluxo anterior de entrada de peças, que termina quando a peça adentra o galpão, entra-se no processo de armazenagem dos materiais efetivamente nas prateleiras disponíveis. As peças são armazenadas em embalagens de acordo com seu tamanho.

Havendo disponibilidade do uso de BINs (caixas plásticas com dimensões pequenas e médias), GLTs (caixas plásticas de dimensões grandes) e racks (embalagens metálicas na qual peças muito grandes são alocadas). O tipo de embalagem depende das dimensões das peças a serem armazenadas.

Como dimensões foi definido o seguinte padrão: altura x largura x profundidade.

Para delimitação deste estudo foram definidas quatro dimensões de peças:

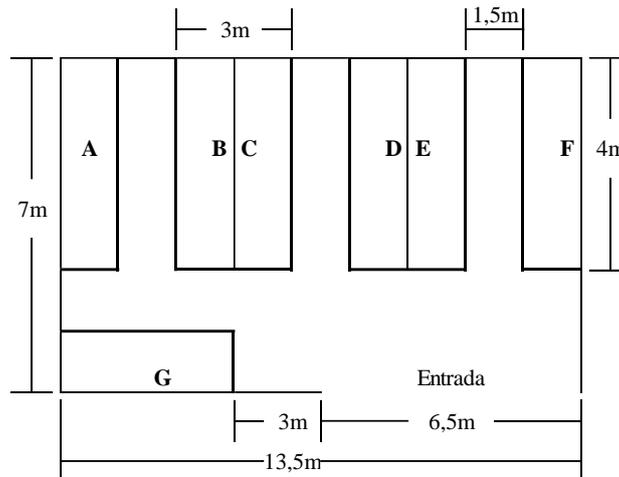
- i) peças pequenas: de 1cm x 1cm x 1cm a 15cm x 15cm x 15cm;
- ii) peças médias: de 15cm x 15cm x 15cm a 40cm x 40cm x 40cm;
- iii) peças grandes: de 40cm x 40cm x 40cm a 1m x 1m x 1m;
- iv) peças muito grandes: de 1m x 1m x 1m a 1m x 1,5m x 1,5m.

Definiu-se também as dimensões das embalagens de armazenamento como sendo:

- i) BIN pequeno: 15cm x 15cm x 20cm;
- ii) BIN médio: 20cm x 30cm x 30cm;
- iii) GLT: 30cm x 30m x 30m;
- iv) Racks: armações metálicas para armazenamento de peças muito grandes como motores, transmissões, cabines e painéis de instrumentos. Aproximadamente 1m x 1m x 1,5m.

Na Figura 2, é mostrada a planta baixa com dimensões simuladas do galpão e como o mapeamento sistêmico é feito por estantes (de A a G):

Figura 2 - Planta baixa do galpão.



Fonte: Autores.

Uma vista frontal das prateleiras B, C, D e E é mostrada na Figura 3 com os respectivos endereçamentos numéricos:

Figura 3 - Vista frontal das prateleiras B, C, D e E.

7	14	21	28
6	13	20	27
5	12	19	26
4	11	18	25
3	10	17	24
2	9	16	23
1	8	15	22

1
m

1m

Fonte: Autores.

Na Figura 3, vale observar como funciona o endereçamento de cada prateleira das estantes B, C, D e E. Cada uma destas estantes tem prateleiras que vão de 1 a 22.

Para as prateleiras A, F e G a disposição das prateleiras é mostrada na Figura 4.

Figura 4 - Vista frontal das prateleiras A, F e G.

7	8	15	16
6		14	
5		13	
4		12	
3		11	
2		10	
1		9	
		2m	
		1m	

Fonte: Autores.

A Figura 4 demonstra a numeração para o endereçamento das estantes A, F e G, sendo cada uma destas estantes com prateleiras de 1 a 16. As dimensões destas estantes são levemente diferentes na largura em relação as estantes mostradas na Figura 3.

No layout a seguir da Figura 5 está um exemplo das prateleiras para a estante C:

Figura 5 - Layout das prateleiras no galpão.



Fonte: Autores.

A Figura 5 demonstra o endereçamento espacial por completo, sendo uma combinação alfanumérica. Neste exemplo, a estante C tem compartimentos de C1 a C22

O transporte e armazenamento das embalagens com as peças é realizado por três operadores de logística. Estes funcionários utilizam escadas móveis disponíveis em cada corredor e uma empilhadeira à disposição para materiais muito grandes. A empilhadeira tem acesso apenas ao primeiro corredor.

Neste estudo, não foi analisado o armazenamento das peças muito grandes que utilizam os racks para armazenamento, pois estas peças são armazenadas em outro local externo ao galpão.

2.3.3 Saída de peças do galpão à oficina

A saída de peças do galpão só ocorre se há liberação dos funcionários ligados à Engenharia com acesso ao sistema de armazenagem do galpão. Para retirar as peças é necessário um cartão com o registro único das peças no sistema. Este cartão possui informações da peça como: número de registro, descrição da peça, endereço de armazenamento no galpão, nota fiscal de entrada, revisão da peça e data de chegada.

Após liberação da Engenharia o portador do cartão se dirige ao galpão e apresenta-o aos funcionários de logística para que seja realizado a separação das peças. Quando há muitos pedidos, novamente ocorre a priorização conforme solicitação do chefe da oficina ou da supervisão, caso não haja prioridade é seguido a ordem de entrega dos cartões.

O processo também inclui a identificação da peça sendo retirada com uma etiqueta padrão que possui informações da peça: número de registro, revisão da peça e nota fiscal. A separação de uma peça pode variar de 1min. para peças pequenas a até 10min. para peças muito grandes. Uma atualização de veículo pode chegar a até 100 peças. Nota-se que o arranjo físico destas peças no galpão é crucial para atender a saída de peças no menor tempo. São necessário critérios para definir o local de armazenamento das peças, que não levem em conta apenas os locais disponíveis no ato de chegada dos materiais.

Após separação das peças e checagem das mesmas pelo portador do cartão de retirada, as peças são transportadas até a oficina no local em que o veículo em questão está sendo revisado. Então, o cartão de retirada é entregue ao responsável pela baixa sistêmica de peças. Desta forma encerra-se o fluxo de peças na área de protótipos. As peças não necessariamente são utilizadas logo após recebidas do fornecedor, podendo ficar armazenadas por longos períodos de tempo, podendo passar de um ano.

Figura 6 - Fluxo de peças no galpão.



Fonte: Autores.

Na Figura 6, é apresentado um fluxograma para revisão e melhor entendimento. Em resumo, após a chegada das peças no galpão, estas são armazenadas nas estantes de A a G pelo período de tempo necessário e posteriormente são retiradas para montagem nos veículos.

2.3.4 Fatores que influenciam o tempo de retirada de peças do galpão

Para este estudo foram definidos como fatores influenciadores no tempo de movimentação das peças do galpão para fora:

- peso das peças: quanto maior o peso da embalagem, mais tempo o operador necessita para movimentá-la;
- tamanho das peças: quanto maior a embalagem contendo as peças em questão, mais tempo é necessário para que seja deslocada;
- localização da embalagem nas prateleiras: quanto mais alta é a prateleira e mais distante da porta, maior é o tempo para retirada da peça. As peças são alcançadas com o uso de uma escada.

Extraído do sistema de controle de peças e sabendo-se o número de veículos por programa (informação simulada), chega-se à tabela com o número de códigos de peça e quantidade total de peças do programa mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de peças por programa.

PROGRAMA	QTD. VEÍCULOS	QTD. CÓD. PEÇA	QTD. TOTAL PEÇAS
A	20	2557	51145
B	10	418	4178
C	1	1602	1602
D	4	195	779
E	2	280	559

Fonte: Autores.

Na Tabela 1 é possível observar que apenas o programa A é responsável por 87,7% das peças armazenadas. Sendo os demais 12,3% das peças distribuídos entre os outros 4 programas.

Utilizando-se os dados da planilha extraída do sistema de controle de peças, é possível chegar na Tabela 2, que mostra o número de peças estocadas em cada tipo de embalagem anteriormente apresentadas. Em cada linha são apresentadas as quantidades de peças para cada programa em cada tipo de embalagem:

Tabela 2 - Quantidade de peças por embalagem.

PROGRAMA	BIN PEQ.	BIN MÉDIO	GLT
A	18924	17901	14321
B	1546	1462	1170
C	593	561	449
D	288	273	218
E	207	196	157

Fonte: Autores.

Como esperado, devido a maior quantidade de peças direcionadas ao programa A, as quantidades de BIN pequeno, BIN médio e GLT são também maiores para o programa A.

3. Resultados e Discussão

3.1 Atual modelo de armazenagem de peças no galpão

3.1.1 Identificação dos critérios atuais na gestão do arranjo físico do galpão

Após realização da observação de campo, chegou-se à conclusão de que os principais critérios utilizados no dia a dia de chegada de peças em grau de importância são:

- urgência de necessidade das peças na oficina e;
- ordem de chegada das peças à área de protótipos.

Quanto aos critérios para armazenagem são utilizados os seguintes:

- disponibilidade de embalagem e prateleiras livres que atendam ao tamanho necessário (checado visualmente no galpão) e;
- peças maiores tem prioridade de serem estocadas nas partes de baixo.

Já os critérios para retirada de peças do galpão com destino à oficina são:

- novamente a urgência no uso das peças na oficina e;
- em segundo grau, é seguida a ordem de solicitação de retirada das peças.

Atualmente, o que controla a alocação de espaço é a demanda de uso e disponibilidade atual de espaço livre quando há chegada de novas peças. Conforme exposto acima, os critérios existem. Porém, estes são vagos e não utilizam um processo robusto.

Consequentemente, este estudo analisa e sugere critérios mais claros na organização do layout do galpão de peças protótipas da empresa automotiva em questão.

3.1.2 Localização atual das peças no galpão

Na Tabela 3 são mostradas a quantidade de peças em cada estante do galpão:

Tabela 3 - Quantidade de peças por estante.

ESTANTE	QUANTIDADE
ESTANTE A	14266
ESTANTE B	8652
ESTANTE C	11903
ESTANTE D	11404
ESTANTE E	6927
ESTANTE F	2928
ESTANTE G	2124

Fonte: Autores.

Conforme pode ser observado na Tabela 3, a quantidade de peças não está próxima ao equilíbrio. Por exemplo, a estante A armazena aproximadamente sete vezes mais peças do que a estante G.

Na Tabela 4 está a quantidade de peças por estante e prateleira:

Tabela 4 - Quantidade de peças por estante e prateleira.

PRATELEIRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ESTANTE A	261	298	587	478	217	418	1335	6594	478	167
ESTANTE B	3	1681	141	107	132	242	251	28	217	176
ESTANTE C	63	377	163	170	107	97	176	390	167	694
ESTANTE D	22	192	242	609	446	201	141	264	286	487
ESTANTE E	132	386	176	226	207	317	135	160	182	1002
ESTANTE F	63	471	126	298	88	148	229	160	44	66
ESTANTE G	452	113	116	91	254	104	148	91	88	82
PRATELEIRA	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ESTANTE A	167	613	1005	512	858	280	0	0	0	0
ESTANTE B	512	383	135	88	151	657	408	339	170	163
ESTANTE C	2369	148	346	135	176	289	741	1819	710	188
ESTANTE D	210	939	371	119	66	880	465	465	292	185
ESTANTE E	707	248	157	126	101	63	185	94	452	104
ESTANTE F	41	443	204	349	182	16	-	-	-	-
ESTANTE G	97	91	126	85	94	91	-	-	-	-
PRATELEIRA	21	22	23	24	25	26	27	28		
ESTANTE A	0	0	0	0	0	0	0	0		
ESTANTE B	94	239	628	635	292	254	383	141		
ESTANTE C	82	217	270	217	487	1043	204	60		
ESTANTE D	85	107	91	657	2642	390	276	273		
ESTANTE E	79	75	402	738	188	31	135	116		

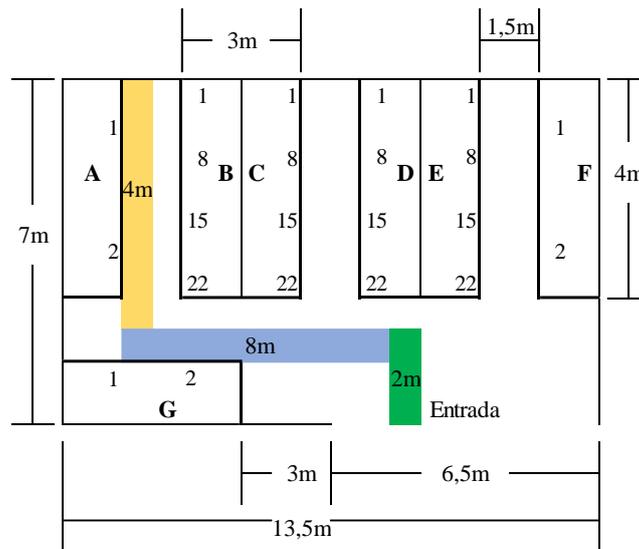
Fonte: Autores.

Na Tabela 4, também se nota desequilíbrio na distribuição de peças nas prateleiras de mesmo número e estantes diferentes. Por exemplo, a prateleira 1 da estante A possui 261 peças, já a prateleira 1 da estante B armazena 3 peças e da estante G armazena 452 peças.

Foi calculada a distância percorrida pela peça de acordo com a localização na estante/prateleira. Foi considerada a distância horizontal adicionada a distância vertical percorrida pela peça, partindo-se da entrada do galpão.

Para exemplificar o cálculo referente à Prateleira A6, o caminho percorrido para distância horizontal e vertical é mostrado na Figura 6 e na Figura 7. Soma-se 14 metros de distância horizontal e 5 metros de distância vertical, totalizando-se 19 metros percorridos por uma peça da prateleira até a entrada ou vice-versa.

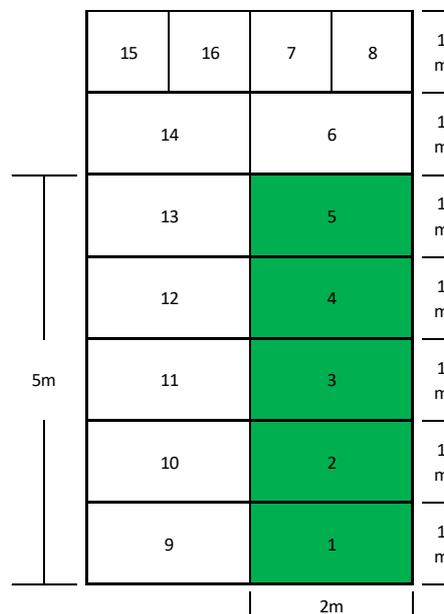
Figura 6 - Distância horizontal para Prateleira A6.



Fonte: Autores.

O caminho destacado na Figura 6, demonstra a distância percorrida no solo desde a entrada do galpão até o lado direito da estante A, são 14 metros.

Figura 7 - Distância vertical para Prateleira A6.



Fonte: Autores.

O processo é o mesmo para todas as prateleiras, deve-se consultar a planta baixa e vista frontal das prateleiras para calcular os valores. Então, em seguida calculou-se as distâncias para todas as localizações do galpão.

Atualmente, as peças estão armazenadas conforme as distâncias e tipos de embalagens da Tabela 5:

Tabela 5 - Armazenamento atual das peças.

DISTÂNCIA TOTAL (M)	BIN			TOTAL GERAL
	PEQ.	BIN MÉDIO	GLT	
6	25	28	22	75
7	333	280	258	871
8	603	550	478	1631
9	1310	1241	936	3487
10	2774	2601	2014	7389
11	2721	2771	2095	7587
12	2755	2457	1926	7138
13	1951	1876	1477	5303
14	1238	1354	1024	3616
15	1505	1464	1200	4169
16	1169	1078	917	3164
17	914	735	732	2381
18	512	459	358	1329
19	716	635	534	1885
20	3010	2846	2325	8181
TOTAL GERAL	21536	20373	16295	58207

Fonte: Autores.

Na Tabela 5, é possível avaliar a distribuição de quantidade de peças em relação a distância percorrida. Vale destacar que no modelo atual a localização com maior quantidade de peças (8181) é também a mais distante (20m).

3.2 Modelo proposto

Nesta seção foram identificados os fatores delimitadores do tempo para retirada de peças do galpão e uma nova disposição das peças nas prateleiras do galpão foi sugerida.

3.2.1 Sugestão de localização de peças no galpão

Levando-se em conta a dificuldade de retirada de peças pelos operadores do galpão, chega-se ao modelo abaixo que irá definir o tempo necessário para retirada de uma peça:

- os GLTs devem ser armazenados primeiro, utilizando as prateleiras de menor distância vertical e de menor distância total. Estas embalagens não devem utilizar as prateleiras com distância vertical maior ou igual a 4m;
- em seguida, armazena-se os BINs médios nas prateleiras de menor distância vertical e de menor distância total;
- depois, os BINs pequenos preenchem as prateleiras restantes, usando-se como critério a menor distância total;
- não há restrição a peças de programas diferentes ocuparem a mesma prateleira, pois o endereçamento é controlado via software.

Após aplicação do modelo, na Tabela 6 é mostrada a nova disposição das peças e a localização de todos os tipos de embalagens. Sendo que as peças marcadas em verde são armazenadas em GLTs, as peças em amarelo são armazenadas em BINs médios e as peças em azul são armazenadas em BINs pequenos.

Tabela 6 - Proposta de localização geral das peças em suas embalagens.

Localização	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
PRATELEIRA A	83	95	187	152	69	133	176	31	152		
PRATELEIRA B	121	145	45	34	42	77	80	104	69		
PRATELEIRA C	82	120	52	54	34	31	56	124	53		
PRATELEIRA D	89	61	77	456	142	64	45	84	91		
PRATELEIRA E	42	123	56	401	66	101	43	51	58		
PRATELEIRA F	85	150	40	95	262	47	73	51	14		
PRATELEIRA G	144	36	37	29	81	134	148	129	28		
Total Geral	646	730	494	1221	696	587	621	574	465		
Localização	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
PRATELEIRA A	53	53	195	320	163	273	89				
PRATELEIRA B	56	163	122	43	28	48	100	130	108		
PRATELEIRA C	94	502	47	110	43	56	92	236	579		
PRATELEIRA D	155	319	299	118	38	116	185	148	148		
PRATELEIRA E	117	225	79	50	154	32	20	59	139		
PRATELEIRA F	21	13	141	112	113	121	79				
PRATELEIRA G	26	262	119	152	178	118	132				
Total Geral	522	1537	1002	905	717	764	697	573	974		
Localização	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	Total Geral
PRATELEIRA A											2224
PRATELEIRA B	54	52	30	76	200	107	93	81	122	45	2375
PRATELEIRA C	226	60	168	69	86	69	155	332	65	209	3804
PRATELEIRA D	98	59	134	112	29	131	279	124	88	110	3799
PRATELEIRA E	144	33	153	24	128	235	181	141	181	119	3155
PRATELEIRA F											1417
PRATELEIRA G											1753
Total Geral	522	204	485	281	443	542	708	678	456	483	18527

Fonte: Autores.

Nota-se na Tabela 6, a dominância dos GLTs (mais pesados) nas prateleiras mais baixas e de BINs pequenos (mais leves) nas prateleiras mais altas. Demonstrando a aplicação do modelo conforme distância vertical e horizontal.

A análise dos resultados permite concluir que as peças estocadas nos GLTs (mais pesadas e maiores) agora não estando mais localizadas em alturas superiores a 4 metros ocasionou a diminuição do deslocamento, o que diminui o esforço e tempo necessários para os operadores de logística deslocarem a peça para fora do galpão. Isto pode ser averiguado pelo resultado de diminuição da distância para algumas das peças que tiveram alteração de endereçamento conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7 - Comparativo entre modelo atual e proposto.

EMBAL.	DIST. ATUAL (M)	LOCALIZ. ATUAL	DIST. PROPOSTA (M)	LOCALIZ. PROPOSTA	DIF. DISTÂNCIA
GLT	9	D24	7	D22	-22%
GLT	14	D5	7	D22	-50%
GLT	9	D16	8	D15	-11%
GLT	11	C10	6	E22	-45%
GLT	20	A7	11	B22	-45%
GLT	11	C10	10	C1	-9%
GLT	17	A4	10	C1	-41%
GLT	9	D16	8	D15	-11%
GLT	12	E4	9	C24	-25%
GLT	9	D16	8	D15	-11%
GLT	19	A6	12	G1	-37%
GLT	20	A8	6	E22	-70%
GLT	12	E4	8	D15	-33%
GLT	14	D13	11	E3	-21%
GLT	11	C10	10	C1	-9%
GLT	9	D16	8	D15	-11%
GLT	19	B6	8	D15	-58%
GLT	11	C10	10	D1	-9%
GLT	13	D12	7	D22	-46%
GLT	17	B20	8	D15	-53%
GLT	9	D24	7	D22	-22%
GLT	19	A15	9	E9	-53%

Fonte: Autores.

A proposta foi focada em atenuar os impactos no transporte das peças maiores, trabalhando para armazenar as peças maiores, estocadas em GLTs, nos endereços com menor distância da entrada do galpão. Os resultados da Tabela 7, demonstram que os ganhos foram de 9% (localização atual C10) e chegando a até 70% (localização atual A8), o que reforça a melhoria alcançada com o novo modelo. A média de diminuição para a amostragem é de 31% a menos na distância percorrida, comprovando a eficácia do modelo.

4. Considerações Finais

No decorrer deste trabalho, o objetivo foi realizar a análise das variáveis envolvidas na gestão de estocagem dos materiais utilizados a diferentes programas no galpão de peças protótipas da empresa automotiva em questão e definir critérios para armazenamento dos materiais. A fim de entender o funcionamento e propor um modelo mais eficiente foi necessária a realização de uma pesquisa bibliográfica nas áreas de arranjo físico e gestão de estoques. Esta pesquisa forneceu o conhecimento teórico para embasar o estudo. Em seguida para definir o funcionamento atual no armazenamento das peças no galpão foi preciso desenvolver uma pesquisa ação. Ou seja, ir a campo e por meio de observação do fluxo de trabalho e posteriormente com o auxílio dos dados retirados do sistema corporativo, definir o modelo de organização corrente.

Depois, ciente dos defeitos e oportunidades de melhoria no atual modelo de gestão do armazenamento das peças foi possível eleger critérios considerados importantes para otimizar o funcionamento operacional do galpão de peças protótipas. Em seguida, as peças puderam ser organizadas de forma a atender os critérios estabelecidos, diminuindo o percurso percorrido pelos materiais maiores e mais pesados. Para tal, os dados foram trabalhados no Excel e os resultados apresentados em tabelas comparativas.

Neste estudo é importante que se saiba como interpretar os dados do sistema e que se tenha definido os critérios mais importantes no modelo de organização das peças. As principais dificuldades também estão no trabalho com os dados sistêmicos. Por serem muitas informações é difícil manipular os dados de forma eficiente e confiável, quanto mais variáveis envolvidas é mais difícil otimizar o modelo.

Para futuros estudos, recomenda-se que seja analisado a ergonomia e os tempos envolvidos na atividade dos operadores logísticos e as informações sejam agregadas ao modelo. Ademais fica evidente que há mais oportunidades de melhoria na armazenagem e movimentação das peças, pois uma análise com mais variáveis irá possibilitar um entendimento mais amplo do impacto positivo que cada aspecto tem na gestão de estoque de peças protótipas.

Referências

Couto, J. F. (1961). *Manual de desenho de letras*. Rio de Janeiro; Ed. Tecnoprint.

Hora, H. R. M., Costa, H. G., Paes, A. F., Pereira, L. S., & Gusmão, M. M. (2011). *Análise crítica do layout de uma instituição financeira: um estudo de caso em uma agência bancária*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/profile/Henrique_Da_Hora/publication/234839837_ANALISE_CRITICA_DO_LAYOUT_DE_UMA_INSTITUICAO_FINANCEIRA_UM_ESTUDO_DE_CASO_EM_UMA_AGENCIA_BANCARIA/links/0912f51018d8433230000000.pdf>.

Gorgulho Júnior, J. H. C. (2010). *Notas sobre arranjos físicos*. 26 p. Curso de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá.

Groover, M. P. (1987). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 581p.

Oliveira, M. M. E. P. & Silva, R. M. R., 2013. *Gestão de estoque*. Recuperado de <<http://www.ice.edu.br/TNX/storage/webdisco/2013/12/13/outros/895c3ab2654ab5a9c11b63e22780aaf3.pdf>>

Pereira, A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Santos, V. T. F. (2019). *O Estudo do arranjo físico de uma distribuidora de gás no município de Guarabira-PB* (Trabalho de Conclusão de Curso). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Guarabira, PB, Brasil.

Slack, N., Chambers, S., Harland, C.; Harrison, A., Johnston, R. (1997). *Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 726p.

Slack, N., Chambers, S., Johnston, R. *Administração da produção*. (2a ed.), São Paulo: Atlas, 2002. 747p.

Weigel, R. A. (2005). *Desenhando placas de circuito impresso com Eagle – Parte 4*. Revista Mecatrônica Fácil. (21), 56-63.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Raphael Valentim Rodrigues – 20%

José Glenio Medeiros de Barros – 20%

Antonio Henriques de Araujo Junior – 20%

Nilo Antonio Souza Sampaio – 20%

José Wilson de Jesus Silva – 20%