

PROPOSTA DE UM ARRANJO FÍSICO FUNCIONAL PARA UM SETOR DE UMA EMPRESA DE AUTOPEÇAS: UM ESTUDO DE CASO

PROPOSAL OF A FUNCTIONAL PHYSICAL ARRANGEMENT FOR AN AUTO PARTS COMPANY SECTOR: A CASE STUDY

Gabriela Faian da Silva* E-mail: gabrielafaian@gmail.com

Nicolle Christine Sotsek* E-mail: nicolleramos@ufpr.br

*Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR

Resumo: O estudo de *layout* pode ser um grande diferencial para as empresas que buscam mais vantagens competitivas no mercado. Um bom *layout* busca otimizar os processos, minimizando perdas e garantindo a entrega aos clientes no nível de qualidade esperada. Nesse contexto, uma vez que há um bom fluxo de materiais e pessoas envolvidos no processo, e uma boa distribuição de máquinas e equipamentos, há uma maior eficiência produtiva. O presente trabalho tem como objetivo apresentar e aplicar ferramentas para então elaborar cenários de *layout* viáveis para um setor de uma empresa de grande porte do ramo de autopeças que está passando por um processo de expansão. Para isso, foi realizado um estudo de caso onde ferramentas foram aplicadas, como o VSM, o Diagrama de Espaguete, a Carta Multiproceto e a Carta de Relacionamento. Estas foram atreladas a coleta de dados para entender e analisar o contexto atual da empresa. A partir disso, foi possível elaborar dois cenários de arranjos físicos promissores, sendo o Cenário 1 focado na absorção de novas máquinas utilizando os recursos da empresa e o Cenário 2, onde há a necessidade de investimentos para ser implementado. Considerando os benefícios que ambos os cenários podem proporcionar para a empresa, como o aumento do desempenho produtivo, melhora do fluxo e garantia de qualidade, o estudo de *layout* é fundamental.

Palavras-chave: *Layout*. Rearranjo Físico. Otimização de Fluxo. Mapeamento do Fluxo de Valor.

Abstract: The layout study can be a great differential for companies looking for more competitive advantages in the market. A good layout seeks to optimize the processes, minimizing losses and ensuring delivery to customers at the expected quality level. In this context, since there are a good flow of materials and people involved in the process, and a good distribution of machinery and equipment, there is greater production efficiency. This study aims to present and apply tools to develop viable layout scenarios for a large company sector of an auto parts industry that is going through an expansion process. For this, a case study was carried out where tools were applied, such as the VSM, the Spaghetti Diagram, the Multi-Process Letter and the Relationship Letter. These were linked to data collection to understand and analyze the current context of the company. From this, it was possible to create two promising physical arrangement scenarios, being the Scenario 1 focused on absorbing new machines using the company's resources and Scenario 2, where investments are needed to be implemented. Considering the benefits that both scenarios can provide to the company, such as increased production performance, improved flow and quality assurance, the layout study is essential.

Keywords: Layout. Physical Rearrangement. Flow Optimization. Value Stream Mapping.

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??, 201?

1 INTRODUÇÃO

As grandes organizações estão sempre em busca da melhoria contínua dos seus processos para manter os negócios lucrativos, sobretudo em tempos de crise. Observar os fatores que podem alavancar a competitividade da organização, é indispensável para que esta consiga atender seus objetivos estratégicos e aumentar seu desempenho, alinhada a visão de futuro (ROMAN *et al.*, 2012). Para isso, é necessário saber se reinventar e buscar soluções que sejam práticas, baratas e aumentem a performance. O planejamento do fluxo de processos desempenha um papel muito importante na busca pela vantagem competitiva, pois através de uma boa distribuição de máquinas e equipamentos, é possível desenhar um melhor fluxo de pessoas e materiais envolvidos. Uma vez que há a implementação de um bom arranjo físico, que busca combinar de maneira otimizada seus recursos, há uma melhora dos resultados gerais da empresa.

Nesse contexto, o estudo de *layout* é peça chave para garantir a eficiência produtiva. Um arranjo físico bem definido, está diretamente ligado ao aumento da produtividade e diminuição do desperdício. Não é à toa que esse estudo é um dos assuntos mais visados na área da produção industrial nos últimos quatro anos, pois se comparado a outras ferramentas de melhoria contínua, possui um custo reduzido e é capaz de trazer soluções eficazes para reduzir problemas no processo produtivo, como gargalos e dificuldades logísticas (SANTOS *et al.*, 2019).

Ter um planejamento do arranjo físico ideal para a empresa, exige tempo e precisa ser elaborado analisando o máximo de variáveis existentes no processo de fabricação. Existem dois tipos de abordagem no que se refere a instalações de *layout*: a abordagem quantitativa e a qualitativa (SAHIN e TÜRKBEY, 2009). A quantitativa está relacionada a minimizar o custo total de manuseio dos materiais entre máquinas com base na distância. Já a qualitativa, está relacionada a maximizar as pontuações de classificação de proximidade entre máquinas, baseado na proximidade entre elas (ZHENYUAN *et al.*, 2011). Essa é uma das maiores dificuldades das empresas, tendo em vista a variedade de produtos ou componentes. Portanto, a utilização de ferramentas que auxiliam na coleta e análise

de dados são indispensáveis para que seja possível evidenciar as oportunidades de melhorias.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar e aplicar ferramentas para então elaborar cenários de *layout* viáveis para um setor de uma empresa de grande porte do ramo de autopeças. Esta é intitulada como Empresa A e está localizada em Curitiba, no estado do Paraná. Sua principal atividade é a fabricação de componentes para motores de veículos leves e pesados, dentro e fora de estrada, movidos à diesel, como carros de passeio, caminhões, barcos, navios, trens, tratores e máquinas agrícolas. As propostas de *layout* têm como foco otimizar o fluxo de produção, minimizando desperdícios, movimentações, distâncias e retornos desnecessários, das pessoas e dos componentes envolvidos, bem como, possíveis riscos que afetem a integridade do produto, de modo a aumentar a garantia de qualidade esperada pelo cliente.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Layout

Segundo Préve (2011), um *layout*, ou também denominado como arranjo físico, se refere a arquitetura da organização. Este, deve ser construído de modo a viabilizar a realização de atividades, adequando o espaço ocupado por máquinas e equipamentos. Ou seja, é um instrumento que integra os fatores estratégicos, aspectos comportamentais, ambientais e elementos estruturais, para gerar fluidez dos agentes e materiais envolvidos no processo.

“A influência do *layout* é muito grande no desempenho de uma organização em virtude de ele definir como será o fluxo de atividades dentro desse arranjo físico” (JUNIOR, 2019 p. 95). Para Araujo (2006), o estudo de *layout* para um melhor aproveitamento do espaço, não deve levar em conta somente os aspectos de conforto ou visual, mas principalmente o fluxo existente entre pessoas e materiais. O estudo de processos tem como principal objetivo garantir a fluidez, eficácia e eficiência das operações, e o estudo de *layout* faz parte da fase preliminar no que se refere a gestão organizacional. Através de um bom *layout*, se tem um bom fluxo, e

este facilita o trabalho, a supervisão, a comunicação, reduz fadiga, impressiona os clientes e aumenta a flexibilidade.

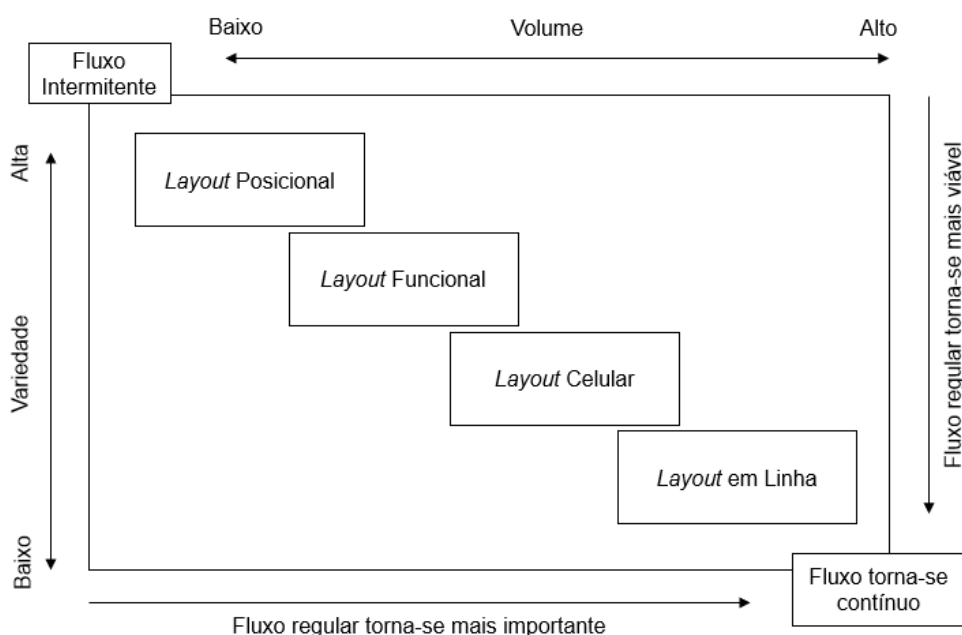
De acordo com Neumann (2015) e Slack *et al.* (2018), os principais tipos de *layout* são:

- a) *Layout* Posicional: Nesse tipo de arranjo físico, os equipamentos, maquinários, instalações e pessoas, se movimentam, enquanto os recursos transformados ficam parados. Isso se deve ao tipo de aplicação, onde se faz necessário a movimentação do fluxo, e não do produto. É utilizado em processos que envolvem produtos ou serviços de grande porte, impossibilitando deslocamento devido ao tamanho e delicadeza. Alguns exemplos são: construção naval, construção de rodovias, manutenção de computadores de grande porte, cirurgia de coração e restaurante de alto nível.
- b) *Layout* Celular: Em um arranjo físico do tipo celular, os produtos, ou recurso a ser transformado, é direcionado para uma célula onde estão localizados todos os recursos necessários para realizar as operações. Essas células fabricam conjuntos de produtos, denominados como família de peças, e possuem similaridade entre si e seus processos de fabricação. Nesse caso, as células trazem a junção de flexibilidade e produtividade, uma vez que conseguem produzir lotes de produtos adequando as rotas dentro da célula. Como exemplo, podemos citar uma linha de montagem de componentes com várias células, onde cada uma possui uma rota capaz de atender exigências específicas para um cliente.
- c) *Layout* Funcional: Também denominado *Layout* por Processo, agrupa os processos que são similares, separando por departamentos. Nesse caso, o produto flui pelo processo percorrendo um roteiro de atividades, conforme a necessidade. Cada departamento terá máquinas de mesma função localizadas juntas. Desse modo, produtos e clientes com diferentes especificações percorrem diferentes fluxos, trazendo flexibilidade operacional. Um exemplo é a usinagem de peças em tornos, localizados em um mesmo departamento e capazes de realizar diferentes características, utilizando diferentes tipos de ferramentas.

d) *Layout em Linha*: Também chamado de *Layout por Produto*, é caracterizado por uma linha onde um produto segue um roteiro pré-definido, e essa sequência de atividades segue a sequência da disposição física das máquinas ao longo do processo. Ou seja, equipamentos e maquinários permanecem fixos, enquanto o produto se movimenta. A sincronização das operações é muito importante no arranjo físico por produto, pois uma vez que uma operação falha, toda linha é interrompida. Os dois principais aspectos desse tipo de *layout* é a alta produtividade e a pouca flexibilidade. Um exemplo é uma linha sincronizada onde todas as estações de montagem possuem o mesmo tempo de ciclo. Ou seja, a linha é confeccionada de modo que o operador de cada estação consiga realizar a operação no tempo definido, sem afetar todo o processo.

Segundo Slack *et al.* (2018), a escolha do *layout* ideal para o processo depende das características de volume, variedade, tipo de operação e estratégia da empresa. Desse modo, foi elaborado uma matriz que representa a relação entre variedade e volume. Conforme é possível visualizar na Figura 1, a Matriz ilustra a tendência de escolher um tipo de *layout* baseado nos volumes esperados de um produto e sua variedade.

Figura 1 – Matriz de Relacionamento: Volume e Variedade



Fonte: Baseado em Slack *et al.* (2018).

Ainda de acordo com Slack *et al.* (2018), tomar uma decisão do arranjo físico errada, pode acarretar em fluxos muito longos, fluxos imprevisíveis, custo alto e insatisfação dos clientes e dos funcionários. Alguns objetivos gerais, além dos estratégicos de cada organização, devem ser levados em conta na escolha do *layout*. Alguns dos principais são: a segurança contra acidentes e riscos intencionais, minimização de distâncias e atrasos, clareza do fluxo, boas condições de trabalho, acessibilidade, flexibilidade para alterações futuras e boa aparência.

2.2 Técnicas para Estudo de *Layout* Tipo Funcional

No que se refere aos arranjos funcionais, segundo Slack *et al.* (2018), a maioria dos exemplos tem como fator motivacional a redução de custos das operações, consequentemente, o objetivo principal é minimizar a distância total percorrida durante o processo. O projeto desse tipo de arranjo físico é complexo, assim como seu fluxo. Isso se deve ao fato de haver diferentes tipos de opções de fluxo, para diferentes produtos e máquinas. Esses fatores trazem dificuldades para se projetar uma solução ótima de *layout*, e por esse motivo, o bom senso, as combinações intuitivas e tentativa e erro, são características da concepção desse formato de arranjo. Para isso, é necessário a utilização de técnicas que irão auxiliar no estudo do *layout*.

A primeira etapa está relacionada a coleta de dados, utilizando algumas ferramentas específicas. Na segunda etapa, novas ferramentas podem ser utilizadas de modo a suportar a análise desses dados e possibilitar a elaboração de propostas de *layout*. As ferramentas que podem ser utilizadas são inúmeras e ao longo dos anos foram sendo incorporadas ferramentas novas, relacionadas a gestão visual, qualidade e produção enxuta, considerando as vantagens que proporcionam ao estudo de *layout*.

- a) Diagrama de Bolhas: O Diagrama de Bolhas, conforme Vishwanath e Ramakrishna (2016), é uma ferramenta que representa de maneira visual, em formato de bolhas, o fluxo de atividades de um processo. Essa representação gráfica consegue ilustrar e identificar diferentes tipos de

atividades dentro de um mesmo fluxo de valor, trazendo transparência ao usuário quanto às conexões existentes no processo.

- b) Mapeamento do Fluxo de Valor: Um VSM pode ser definido como “um processo de planejamento e vínculo de iniciativas enxutas por meio de captura e análise sistemáticas de dados” (TAPPING e SHUCKER, 2003 p. 8). Todo movimento deve agregar valor ao produto ou serviço. Um fluxo de processos e um *layout* mal definidos, podem criar movimentações desnecessárias. É por isso que mapear o processo atual traz uma visão clara dos desperdícios existentes no fluxo, de modo a planejar ações de melhoria para eliminá-los. Essas melhorias podem ser visualizadas no mapa de fluxo de valor futuro.
- c) Diagrama de Espaguete: Segundo Alukal e Manos (2006), o Diagrama de Espaguete é uma ferramenta utilizada para enxergar desperdícios existentes em um processo que estejam relacionados à movimentação de pessoas e materiais, de modo a contribuir na criação de um *layout* eficiente.
- d) Carta Multiprocesso: De acordo com Muther (1978), a Carta Multiprocesso é uma ferramenta que consegue compilar todos os produtos e operações de um determinado processo em uma mesma carta, onde o roteiro de cada produto é traçado. Com essa representação, é possível realizar comparações entre os diferentes fluxos, de modo a aproximar as operações onde há maior intensidade de movimentações. O objetivo é determinar a melhor sequência com base nessas movimentações e nos retornos mostrados na carta.
- e) Carta de Relacionamento: A Carta de Relacionamento é representada por meio de uma matriz triangular que mostra o nível de proximidade desejado entre operações de um processo, ou seja, quais atividades devem ser localizadas mais próximas ou mais distantes entre si. De acordo com Maina *et al.* (2018), o principal objetivo é indicar a correlação entre as estações de trabalho para auxiliar no posicionamento destas. Para Muther (1978), a Carta de Relacionamento é considerada uma das ferramentas mais práticas no que se refere a planejamento de layout.

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Caracterização da Pesquisa

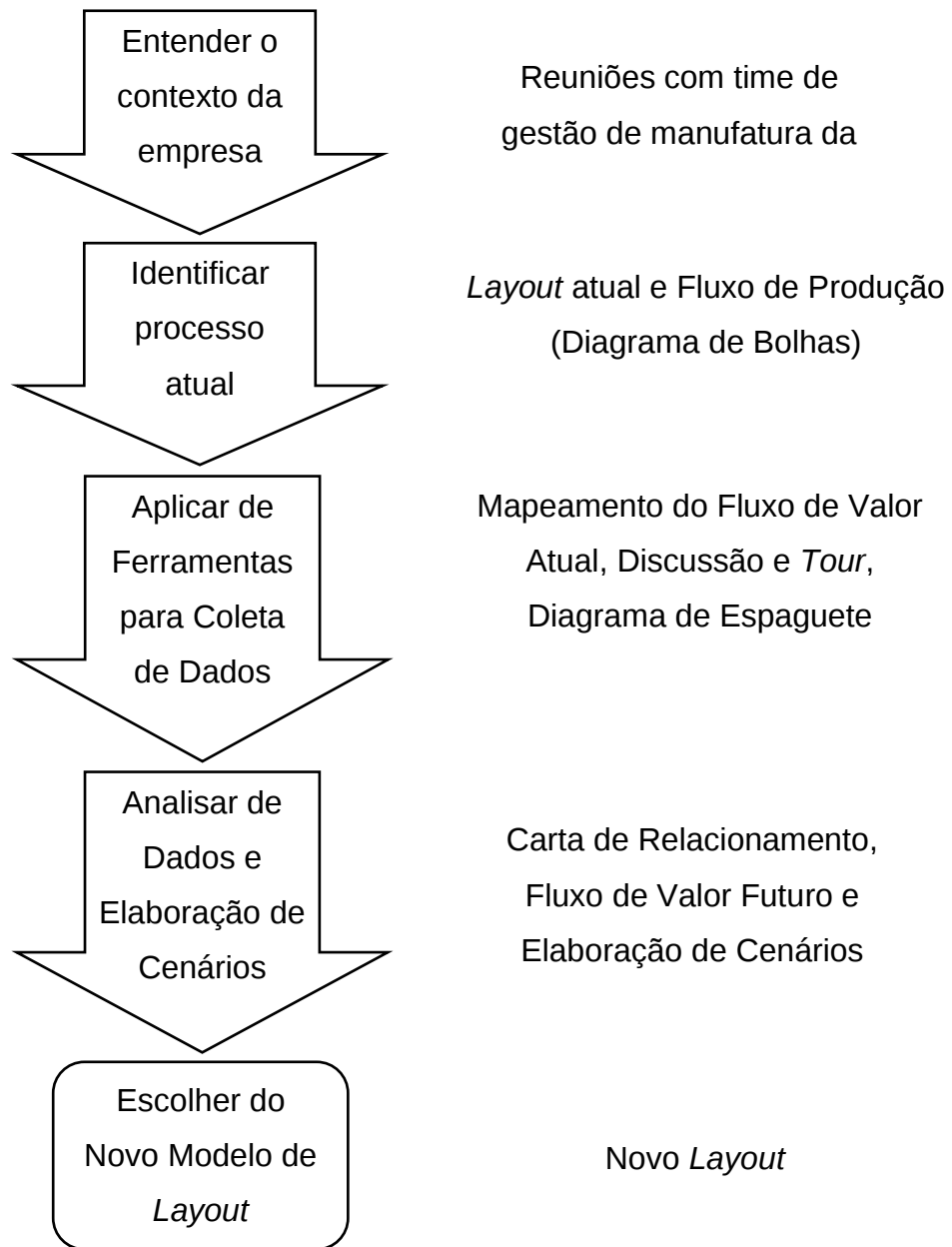
A pesquisa em estudo tem caráter aplicado, com abordagens qualitativas e quantitativas. Qualitativa, pois baseia-se nas necessidades do processo em termos de rearranjo físico, coletando informações por meio da observação direta do ambiente e de discussões com a equipe atuante. Quantitativa, pois baseia-se em números do sistema da produção, como por exemplo tempo de ciclo, volume de produção, *lead time*, número de operadores e a performance de máquinas.

O objetivo é exploratório, ou seja, “tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (GIL, 2002 p. 41), por meio do desenvolvimento de um estudo de caso.

Segundo Yin (2005), os estudos de caso, de maneira geral, são preferência na condução de estudos para fins de pesquisa, pois foca em situações contemporâneas que estão localizadas em contextos da vida real, de diversas áreas, e traz ao pesquisador questionamentos sobre acontecimentos que ele tem pouco controle. Gil (2002) conceitua o estudo de caso como um estudo profundo de um ou mais objetos, que ajuda a estimular um conhecimento amplo e detalhado em busca de novas descobertas. Esses objetos podem ser um indivíduo, uma organização ou um fenômeno. Dentre os métodos de pesquisa, no estudo de caso a coleta de dados é a mais complexa, pois utiliza-se de mais de uma técnica de análise, como documentos, entrevistas e observação espontânea. Uma boa análise é fundamental para garantir a qualidade dos resultados do estudo.

O objetivo geral desta pesquisa é apresentar e aplicar ferramentas para então elaborar cenários de *layout* viáveis para um determinado setor de uma empresa do ramo de autopeças, visando a otimização do arranjo físico e a eficiência produtiva. Com foco em atingir o objetivo, foram definidas etapas que pudessem retratar o cenário atual da empresa e coletar e analisar dados, possibilitando a elaboração de novos modelos de arranjo físico. Para facilitar a visualização da divisão das etapas, foi criada uma estrutura que aborda os métodos e ferramentas que foram utilizados para desenvolvimento deste trabalho, representado na Figura 1.

Figura 2 – Estrutura Metodológica



Fonte: Os autores.

A primeira etapa trata o entendimento do contexto organizacional. Este ocorreu por meio de reuniões com o time de gestão de manufatura da empresa, juntamente com o time de planejamento técnico. Foi levantado que recentemente, a planta de Curitiba passou a desenvolver um projeto de expansão da área fabril, devido ao recebimento de novos maquinários e aumento de volumes para uma determinada família de produtos. Surgiu então, a necessidade de planejar o *layout* para os novos equipamentos e de reestruturar o arranjo físico atual, de modo a ter

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??., 201?

uma disposição eficiente dos recursos disponíveis. Com base nessa informação, foi possível definir qual seria o processo fabril objeto de estudo. Determinada área foi a escolhida, denominada Área X. A escolha se deu por tratar-se de uma área que passará não só por expansão de máquinas, mas também pela realocação de todo o fluxo de processo, da Área X para uma área vazia.

Após entender a situação atual e definir a área a ser estudada, o próximo passo foi o de identificar o processo escolhido. Essa etapa ocorreu por meio do levantamento do *layout* atual da fábrica e do Fluxo de Produção, utilizando o Diagrama de Bolhas. Este diagrama foi escolhido, pois permite entender o fluxo do processo e ilustra se há relações entre uma operação e outra de maneira bastante simplificada. O Diagrama de Bolhas é uma ferramenta importante tanto para a etapa de identificação do processo escolhido, como para o desenvolvimento das demais etapas, pois irá auxiliar quanto o entendimento do grau de proximidade necessário entre as operações no momento da criação dos novos modelos de arranjo físico.

Como parte da terceira etapa, foi realizada a coleta de dados para entendimento do contexto do processo produtivo escolhido. Após a definição da área e representação gráfica do arranjo e do processo atual, viu-se a necessidade de selecionar ferramentas adequadas para a coleta de dados, que trouxessem não somente dados relevantes do processo escolhido, como também a identificação de critérios a serem levados em consideração nas etapas de execução das propostas de *layout*.

A discussão com a equipe foi importante na identificação de melhorias e de problemas existentes no processo atual que poderiam ser evitados na construção do novo modelo. Foi realizado um *tour* pela fábrica com os operadores que atuam no setor, bem como com o líder da Área X e o planejador técnico do processo. O objetivo foi identificar as necessidades no que se refere ao dimensionamento e posicionamento do arranjo físico disponível.

Foi desenhado o Mapeamento do Fluxo de Valor atual, que retrata o processo de fabricação escolhido de maneira detalhada. Este é relevante na visualização do estado atual da organização e permite desenhar o estado futuro, direcionando as melhorias identificadas.

O Diagrama de Espaguete também foi desenhado na terceira etapa, e permite não somente compreender o fluxo de pessoas e materiais, como também identificar oportunidades de melhoria na execução das tarefas, atacando a eliminação de movimentações desnecessárias.

Ao finalizar a terceira etapa, ou seja, finalizada a coleta de dados da área produtiva escolhida, faz-se necessária uma análise desses dados a fim de elaborar cenários. Essa análise, permitiu a utilização de novos métodos ou ferramentas para auxiliar na concepção de um novo *layout*. Na quarta etapa, foi possível esquematizar a Carta de Relacionamento, que possibilita uma análise quanto à relação de importância e grau de afinidade entre as atividades existentes. Nessa etapa, foi desenhado o Mapa de Fluxo de Valor futuro, abordando os principais critérios definidos e melhorias identificadas na etapa de coleta de dados.

Depois de aplicadas as ferramentas de entendimento do contexto, representação do *layout* atual, coleta de dados e análise de dados, foi possível elaborar cenários de arranjos físicos de modo a alcançar o objetivo geral deste trabalho, que faz parte da quinta e última etapa: apresentar uma proposta de *layout* viável para a organização.

4 RESULTADOS

4.1 Entender o Contexto da Empresa

A empresa estudada possui três grandes prédios com processos produtivos e quatro prédios que acomodam atividades administrativas e de logística. São fabricados cerca de dez produtos diferentes e possui aproximadamente 30 clientes, nacionais e internacionais. A área estudada na empresa foi a de manufatura de componentes montados no produto injetor, responsável por injetar combustível no motor de veículos. Esta área, chamada de Área X, foi a escolhida para este estudo pelo fato de estar passando por uma expansão de suas atividades, com recebimento não só de novos volumes de produção, mas de novos maquinários. Consequentemente, a empresa precisou contratar mais pessoas e aumentar seu espaço físico.

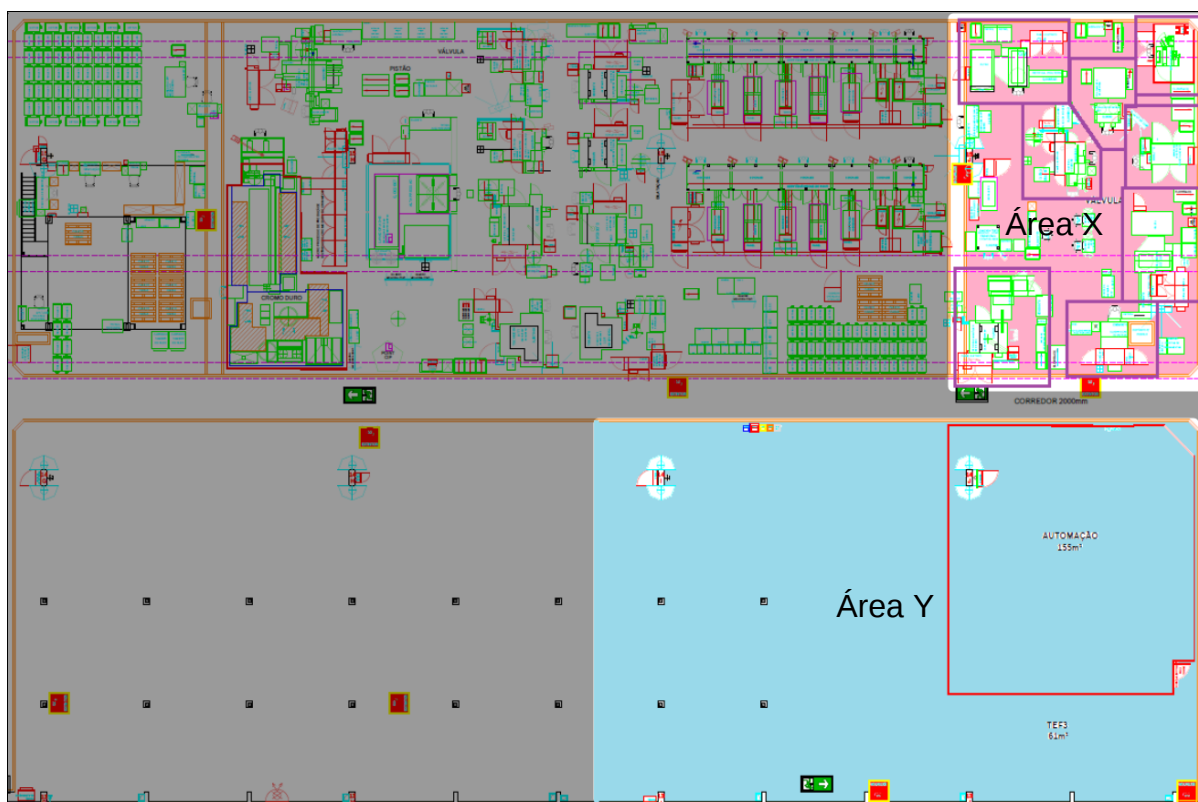
O barracão é caracterizado por Arranjo Físico tipo Funcional, onde os recursos com funções semelhantes são agrupados. Dentro desse espaço há uma área vazia, destinada a alocação de algumas máquinas novas, bem como, a realocação de algumas máquinas já existentes de um determinado processo de componentes, a Área X. Durante a reunião com o time de gestão e planejamento técnico de manufatura, foi possível identificar que os recursos destinados à área vazia, possuem um *lead time* de entrega maior que as demais áreas do barracão que estão sofrendo alterações, portanto, foi levantada a possibilidade de ser uma área interessante para estudo, já que envolve a criação de um *layout* totalmente novo dentro de um espaço vazio e com tempo hábil para definição de uma proposta mais assertiva.

O processo escolhido para estudo, a Área X, abrange a manufatura de 4 componentes diferentes e vários tipos de processos de fabricação. Atualmente, conta com nove máquinas e passará a contar com um total de 14 máquinas. A área vazia destinada a absorver essas 14 máquinas, deve ser ocupada em 50% de sua área total, pois sua outra metade será destinada a outros projetos.

4.2 Identificar Processo Atual

Após a definição da Área X como o processo produtivo para estudo, foi possível iniciar sua identificação no barracão, bem como dos maquinários a serem realocados. Para isso, as informações importantes foram demarcadas no desenho do *layout* atual e separadas por cores, conforme Figura 3.

Figura 3 – *Layout* atual

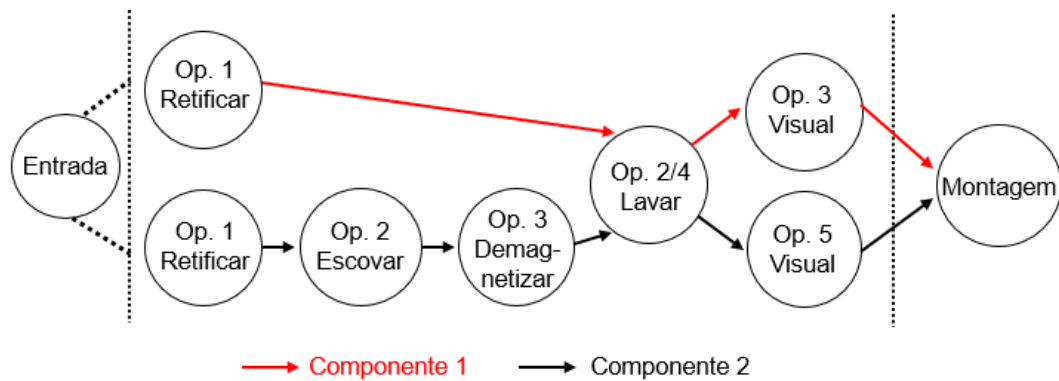


Fonte: Dados da empresa.

A Figura 3 retrata um quarto do *layout* atual do barracão. A parte em azul é a Área Y, que representa 50% de toda a área vazia disponível, ou seja, 510 m². Em rosa, está a Área X, que será esvaziada. As marcações em roxo, dentro da Área X, representam as nove máquinas que trabalham nesse processo e que serão realocadas na área azul.

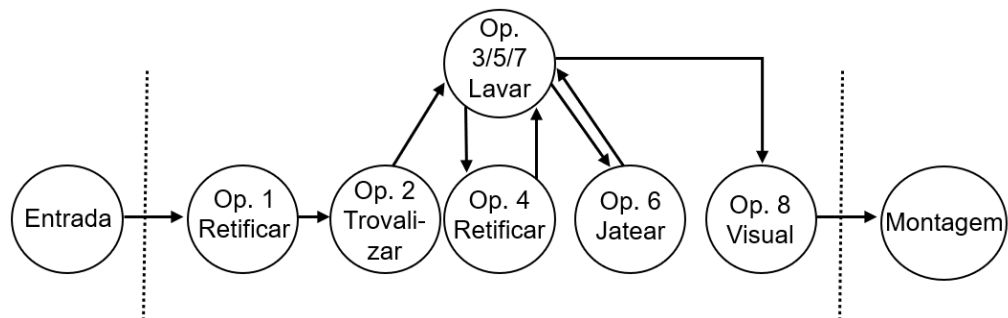
Após identificação do espaço e das máquinas, o próximo passo é o entendimento do fluxo de produção dos componentes produzidos nesse processo. Para isso, foi criado um Diagrama de Bolhas, que retrata de maneira bem simplificada as sequências de operação envolvidas para cada componente fabricado.

Figura 4 – Diagrama de Bolhas dos Componentes 1 e 2



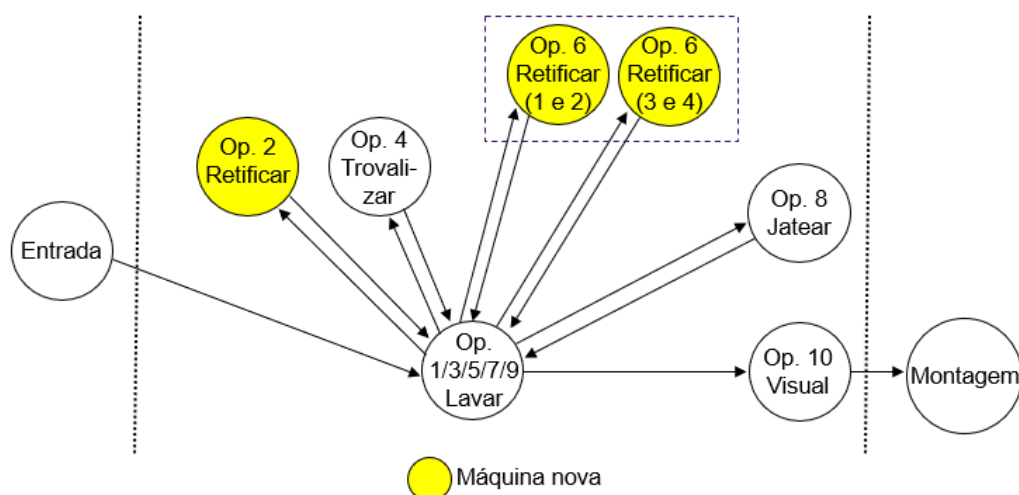
Fonte: Os autores.

Figura 5 – Diagrama de Bolhas do Componente 3



Fonte: Os autores.

Figura 6 - Diagrama de Bolhas do Componente 4 (novo)



Fonte: Os autores.

Nesse processo, apenas os Componentes 1, 2 e 3 (Figura 4 e 5) já são fabricados desde a implementação da linha. O Componente 4 (Figura 6) é novo,

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??, 201?

bem como o maquinário de usinagem envolvido em sua fabricação. Portanto, o processo e *layout* atual ainda não contempla o fluxo de operação retratado no Diagrama de Bolhas do Componente 4.

4.3 Aplicação de Ferramentas para Coleta de Dados

A próxima etapa foi aplicar ferramentas que pudessem ajudar tanto com a coleta de dados para o pleno entendimento do processo, como para ajudar na construção de possíveis cenários de *layouts*.

A primeira ferramenta aplicada foi a Carta Multiprocesso, elaborada de modo a representar todos os processos e componentes em uma só carta, facilitando a visualização e entendimento. É uma ferramenta comumente utilizada para estudos de *layout*, pois ajuda a definir a melhor sequência de operação, diminuindo cruzamentos e desvios.

Figura 7 – Carta Multiprocesso com Configuração Atual

Componente Processo	Componente 1	Componente 2	Componente 3.1	Componente 3.2	Componente 4
1. Entrada	①	①	①	①	①
2. Retífica 1 C3			②	②	
3. Lavadora	⑤	③	④ ⑥ ⑧	④ ⑥ ⑧	② ④ ⑥ ⑧ ⑩
4. Retífica 2 C3			⑤		
5. Jateadora			⑦	⑦	⑨
6. Trovalizadora			③	③	⑤
7. Retífica C1	②				
8. Retífica C2		②			
9. Retífica 1 C4					③
10. Retífica 2.1 C4					⑦
11. Retífica 2.2 C4					
12. Retífica 3.1 C3				⑤	
13. Retífica 3.2 C3					
14. Escova	③				
15. Desmagnetizadora	④				
16. Exame Visual	⑥	④	⑨	⑨	⑪
17. Montar	⑦	⑤	⑩	⑩	⑫
Pontuação	6	3	7	5	4
Total = 25					

Fonte: Os autores.

Conforme a configuração atual do *layout*, é possível identificar pela Carta Multiprocesso que existem retornos entre as operações que podem ser evitados. A Carta traz uma visão do que pode ser melhorado de modo a otimizar o fluxo, por meio de uma melhor configuração do *layout*. Uma vez que todos os componentes têm o mesmo grau de importância, todos eles precisam ser tratados com o mesmo nível de prioridade, por isso, diferentes configurações foram testadas a fim de evitar os retornos apresentados na Figura 7. A nova configuração proposta para a organização dos maquinários pode ser visualizada na Figura 8.

Foram mantidos os processos de Entrada, Exame visual e Montagem, que se repetem para os quatro componentes. Quanto aos demais processos, todos foram reconfigurados. Iniciou-se pelos Componentes 1 e 2, que possuem um fluxo mais simples, de modo a eliminar todos os retornos existentes. Para os Componentes 3 e 4, diferentes configurações foram realizadas alternando a Trovalizadora, a Lavadora e a Jateadora, pois são processos em comum entre os dois componentes. A configuração escolhida foi aquela que resultou na maior pontuação.

Figura 8 – Carta Multiprocesso com Configuração Melhorada

Componente Processo	Componente 1	Componente 2	Componente 3.1	Componente 3.2	Componente 4
1. Entrada	①	①	①	①	①
2. Retífica C1	②				
3. Escova	③				
4. Desmagnetizadora	④				
5. Retífica 1 C3			②	②	
6. Retífica C2		②			
7. Trovalizadora			③	③	⑤
8. Lavadora	⑤	③	④ ⑥ ⑧	④ ⑥ ⑧	② ④ ⑥ ⑧ ⑩
9. Jateadora			⑤ ⑦	⑤ ⑦	③ ⑦ ⑨
10. Retífica 2 C3					
11. Retífica 3.1 C3				⑤	
12. Retífica 3.2 C3					
13. Retífica 1 C4					③
14. Retífica 2.1 C4					⑦
15. Retífica 2.2 C4					
16. Exame Visual	⑥	④	⑨	⑨	⑪
17. Montar	⑦	⑤	⑩	⑩	⑫
Pontuação	10	5	8	8	6
Total = 37					

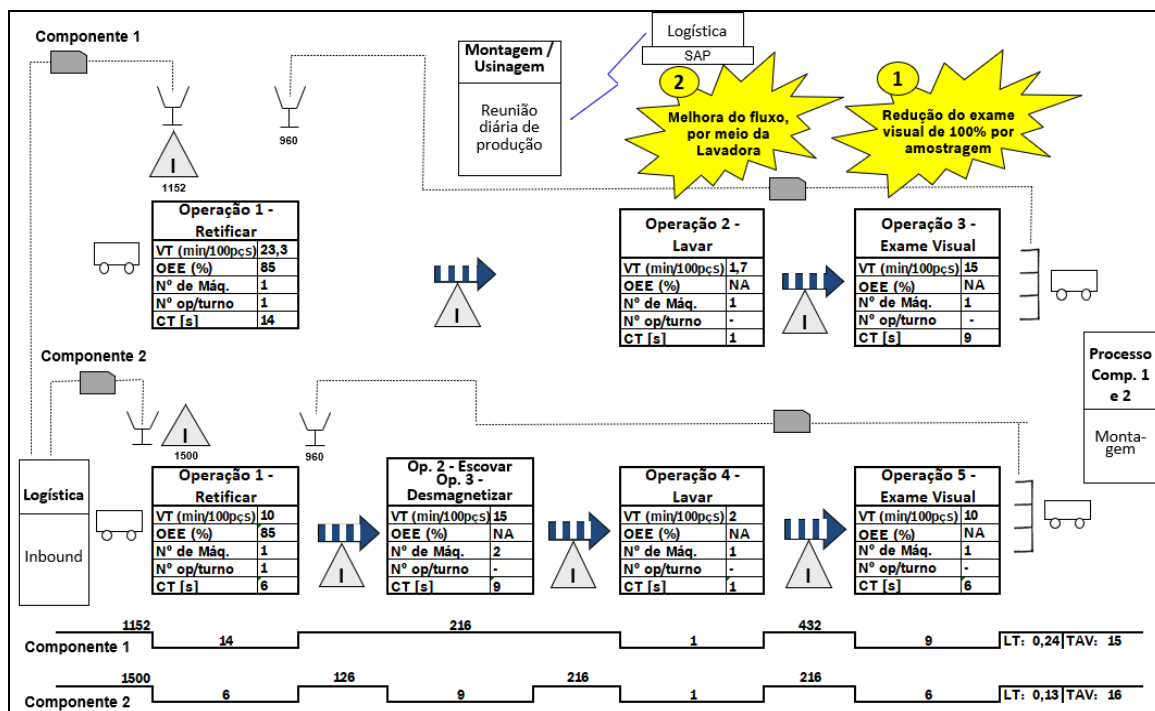
Fonte: Os autores.

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??, 201?

Os Componentes 3 e 4 mostram que a configuração estabelecida provavelmente não é a mais ideal, devido ainda existir retornos, diferente dos Componentes 1 e 2. A particularidade dos Componentes 3 e 4 está na quantidade de vezes que estes são lavados. O Componente 4, por exemplo, precisa ser lavado após cada operação. Devido à alta capacidade da lavadora em atender os quatro componentes, é viável ter somente uma máquina nesse processo. Apesar de a carta evidenciar a questão dos retornos, vale a pena mantê-los nesse caso.

Em seguida, foi realizado um momento de discussão com a equipe por meio de um *tour* pela linha de produção, com o planejador de manufatura, o líder do processo e operadores. O intuito foi coletar informações importantes para a construção do Mapa de Fluxo de Valor, bem como identificar melhorias no processo, como distância entre máquinas, grau de importância quanto à proximidade entre um posto de trabalho e outro, maiores demandas dentro das operações e dados atuais do processo produtivo, como número de operadores, tempo de ciclo e potencial das máquinas. Foi realizado um esboço do VSM, utilizando o VSM disponível da empresa. Anotações foram realizadas durante o *tour*, sendo possível elaborar o VSM para os Componentes 1, 2, e 3, conforme as Figuras 9 e 10.

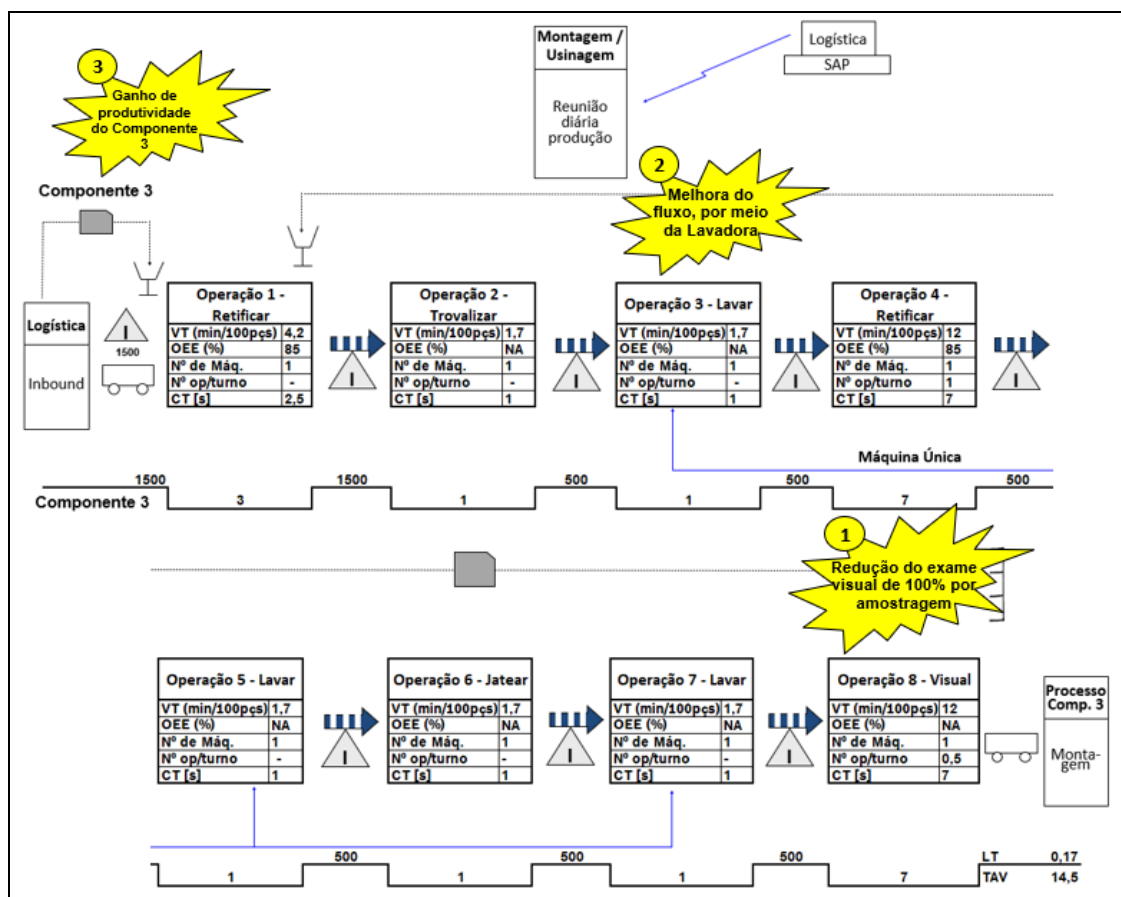
Figura 9 – Mapa Fluxo de Valor Componentes 1 e 2



Fonte: Os autores.

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??, 201?

Figura 10 – Mapa Fluxo de Valor Componente 3



Fonte: Os autores.

Os Componentes 1 e 2 são desenhados no mesmo VSM, pois possuem processo de produção semelhantes e são posteriormente acoplados um ao outro na linha de montagem. O Componente 3 tem um VSM exclusivo, pois o Componente 4 ainda não é fabricado na linha de produção. Os Componentes 3 e 4 serão posteriormente desenhados no mesmo VSM, já que também possuem processo de produção semelhantes.

Durante o *tour* na fábrica foi possível desenharmos os VSMS e identificarmos pontos de melhoria relevantes. Estes pontos foram destacados nas Figuras 9 e 10 por meio dos *Kaizens*. O VSM possibilita identificar onde exatamente os pontos de melhoria são aplicáveis. Os pontos encontrados foram:

1) Redução de exame visual de 100% por amostral:

Conforme é possível verificar nos Mapas de Fluxo de Valor e Diagramas de Bolhas, a última operação é sempre o exame visual, para todos os componentes. Este

exame é realizado em bancadas, em 100% das peças. Foi levantada a possibilidade de diminuir a frequência de inspeção dessas peças, uma vez que possuem um histórico elevado de qualidade de produção, ou seja, não apresentam desvios, sejam internos ou externos (reclamações de qualidade). Essa inspeção visual é focada na detecção de rebarbas provenientes da operação de usinagem que são facilmente removidas durante os processos de Trovalização e Escovação, sendo assim possível analisar a viabilidade de diminuir a frequência de inspeção visual de 100% para amostral, eliminando as bancadas existentes.

2) Melhoria de fluxo por meio da Lavadora:

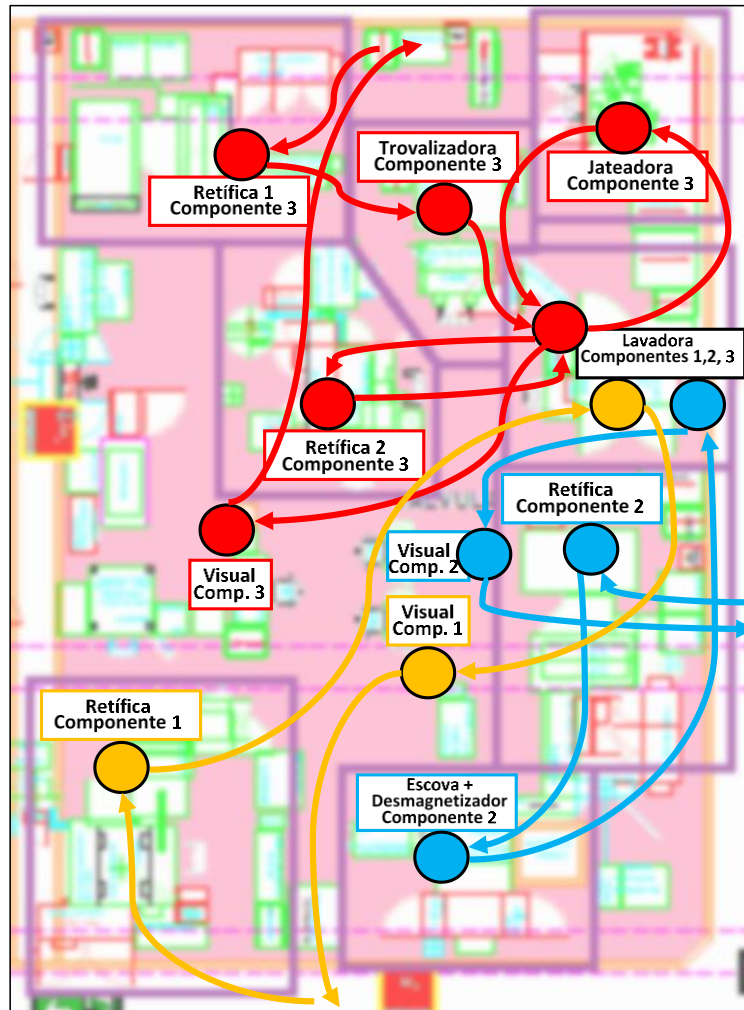
Outro ponto observado foi o compartilhamento de maquinários. A operação “Lavar” está presente em todos os processos, para os quatro componentes, sendo que para o Componente 4 a lavagem deve ocorrer ao término de cada operação, totalizando cinco lavagens. Como a Lavadora disponível é uma máquina única, é imprescindível que esta seja bem posicionada de modo a evitar grandes deslocamentos por parte dos operadores. Essa Lavadora possui tempo de ciclo de um segundo e seu nível de performance não é controlado devido alta capacidade.

3) Ganho de produtividade Componente 3:

O Componente 3, conforme VSM, possui duas Retíficas, que são as máquinas que de fato usinam a peça, dando forma e geometria. Com a chegada do Componente 4, foi possível identificar que as máquinas novas, destinadas a usinar este componente, podem ser flexibilizadas para retificar tanto o Componente 3 quanto o Componente 4. É necessário aqui uma disposição ideal dos quatro maquinários de modo a criar um fluxo que atenda os dois componentes e aumente a produtividade do Componente 3.

Em seguida, após o entendimento detalhado dos quatro componentes e do mapeamento de pontos de melhorias em seus processos, a próxima ferramenta aplicada foi o Diagrama de Espaguete. Este foi escolhido, pois irá auxiliar na questão de posicionamento dos maquinários, evitando assim, cruzamentos e movimentações desnecessárias. O Diagrama de Espaguete pode ser visualizado na Figura 11. Este foi realizado na área rosa atual e será posteriormente plotado na área azul.

Figura 11 – Diagrama de Espaguete



Fonte: Os autores.

Esse diagrama traz uma percepção visual ainda melhor do fluxo e movimentação de pessoas e materiais envolvidos no processo, de modo que seja possível identificar melhorias. Conforme já observado no Diagrama de Bolhas e depois na Carta Multiprocesso, a máquina Lavadora atende os três componentes. Pelo Diagrama de Espaguete, fica evidente que essa máquina não está estrategicamente posicionada de modo a atender os três componentes de maneira ideal. Um exemplo é se observarmos a grande distância entre a Retífica do Componente 2 até a Lavadora, que poderia ser diminuída através do rearranjo físico.

4.4 Análise de Dados e Elaboração de Cenários

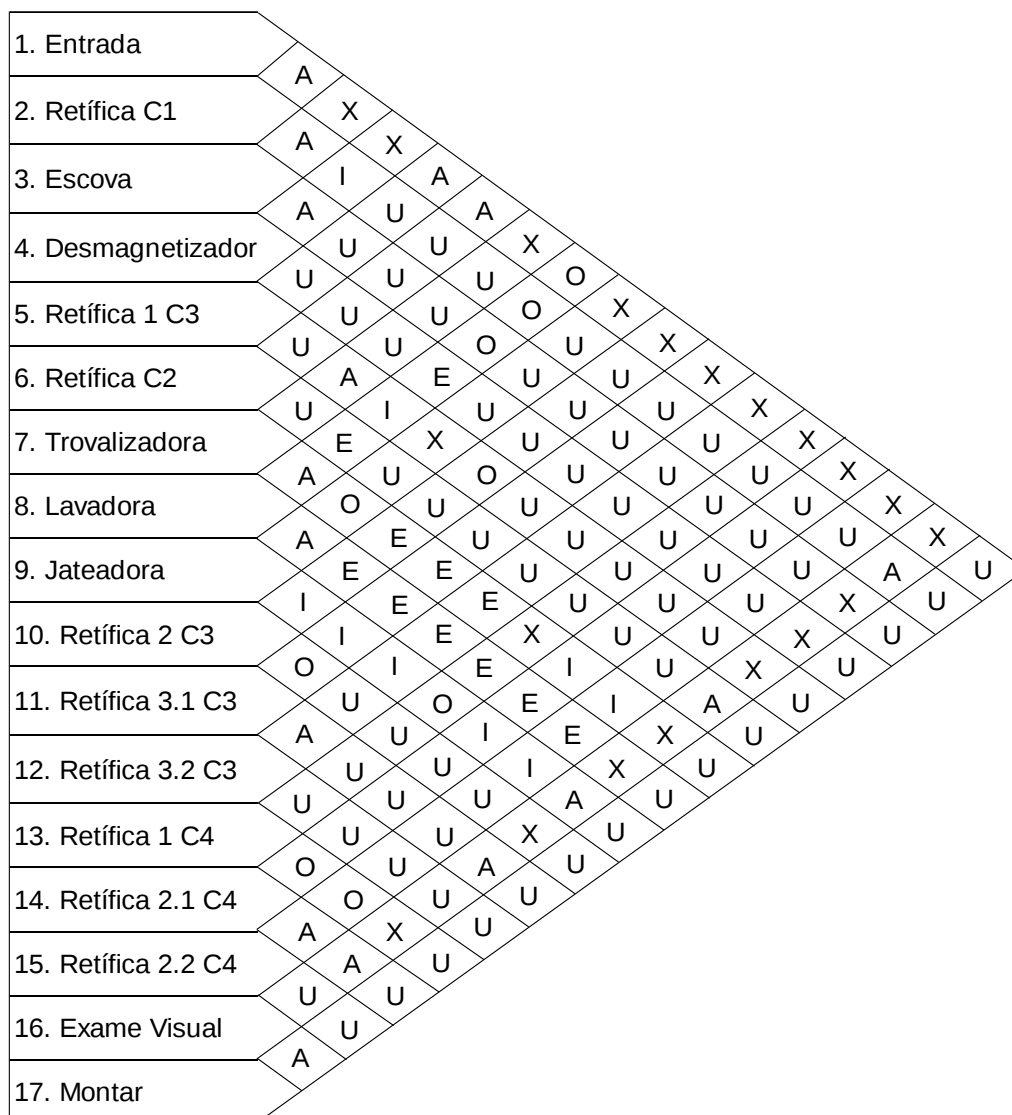
Finalizada a coleta de dados, foi possível entender exatamente como o fluxo de produção funciona nesse processo e quais são as maiores necessidades existentes, no que se refere ao posicionamento das máquinas. Ter esse entendimento é de extrema importância para a próxima etapa, pois é o momento de analisar esses dados e levar em conta tudo o que foi identificado: as melhorias de fluxo, a eliminação dos retornos, a eliminação de grandes distâncias entre processos, para então criar cenários. Essa análise também é importante para evitar possíveis problemas futuros, como por exemplo, a mistura de componentes, peças faltando operação ou pulando etapas de inspeção e possíveis danificações durante manuseio de componentes. Um arranjo físico bem desenhado está diretamente ligado à qualidade do produto.

A etapa de análise de dados e criação de cenários, foi iniciada por meio da construção da Carta de Relacionamento. Foi analisada a relação de importância e grau de afinidade entre as operações existentes no processo. Para isso, as operações foram descritas conforme a ordem da Carta Multiprocesso e um critério de pontuação foi adotado de modo a distinguir as relações existentes, desde a mais importante até a menos importante ou indesejável. Por meio dessa carta, é possível fazer uma avaliação de prioridade quanto à proximidade das máquinas e elaborar cenários a partir disso.

A Carta de Relacionamento foi elaborada levando em consideração a configuração escolhida por meio da Carta Multiprocesso. Para definir o grau de importância entre processos (absolutamente importante, muito importante, importante, pouco importante, desprezível e indesejável), foi analisado se as operações eram sequenciais, subsequências e se faziam parte do mesmo fluxo de processo, ou seja, mesmo componente. Com a ajuda da equipe, foi possível identificar possíveis riscos de desvios de qualidade relacionados à mistura de peças, podendo classificar as operações onde a proximidade é indesejável.

A Carta de Relacionamento foi representada conforme Figura 12 e o Quadro 1.

Figura 12 – Carta de Relacionamento



Fonte: Os autores.

Quadro 1 – Critério de Pontuação

CÓDIGO	PROXIMIDADE
A	Absolutamente importante
E	Muito importante
I	Importante
O	Pouco importante
U	Desprezível
X	Indesejável

Fonte: Os autores.

Percebe-se, visualizando a Figura 12 e o Quadro 1, que a combinação de operações que são sequenciais, estão classificadas como absolutamente importantes (A), ou seja, é uma premissa que essas máquinas estejam dispostas próximas umas às outras. Para as combinações de operações classificadas como muito importantes (E), é necessário que haja proximidade entre as máquinas, por se tratar de uma operação subsequente. Quanto às combinações de operações classificadas como importantes (I), há a necessidade de uma certa proximidade devido ao fato de fazerem parte do mesmo fluxo de operações, ou por serem máquinas utilizadas em comum para mais de um fluxo de operações. As combinações de operações classificadas como pouco importantes (O), estão relacionadas às máquinas que fazem parte do mesmo fluxo de processo, porém, não há necessidade de estarem tão próximas. Aquelas combinações de operações que possuem classificação desprezível (U), são as que não fazem parte de um mesmo fluxo, mas que também não apresentam um risco de mistura de peças caso haja proximidade. Já aquelas classificadas como indesejáveis (X), são as que apresentam algum risco, seja relacionado à mistura de peças ou risco de pular operações. A partir desses dados da Carta de Relacionamento, foi possível fazer combinações levando em consideração a afinidade dos processos entre si.

Finalizada a Carta de Relacionamento, foi elaborado o Mapa de Fluxo de Valor futuro para todos os componentes, abordando as melhorias destacadas durante a coleta de dados. Os mapas podem ser visualizados nos apêndices.

O Mapa de Fluxo de Valor futuro nos mostra de maneira mais clara como as melhorias identificadas foram aplicadas no processo:

1) Redução de exame visual de 100% por amostral:

Podemos observar que a Operação 3 do Componente 1 e a Operação 5 do Componente 2, conforme Apêndice A, foram eliminadas. Estas operações se referiam ao Visual 100% realizado em uma bancada. O novo exame visual foi inserido na própria operação de retífica e um equipamento microscópio foi acoplado à máquina. Este visual foi reduzido de 100% para amostral (3 peças a cada 48 para o Componente 1 e 3 peças a cada 72 para o Componente 2), possibilitando a eliminação da bancada, ganhando espaço físico, diminuindo riscos de transporte de peças para a bancada, além de possíveis misturas. Para os Componentes 3 e 4,

conforme Apêndice B e C, o exame visual foi inserido na Operação 6, onde um microscópio também foi acoplado à máquina e o operador realiza o exame em dez peças a cada carga (500 peças). Além do ganho de espaço físico, essa melhoria reduziu o *lead time* dos Componentes 1, 2 e 3, uma vez que o operador realiza o exame visual enquanto as máquinas estão processando as peças, ou seja, o tempo de ciclo do exame visual foi eliminado.

2) Melhoria de fluxo por meio da Lavadora:

Essa melhoria pode ser observada por meio do Diagrama de Espaguete futuro.

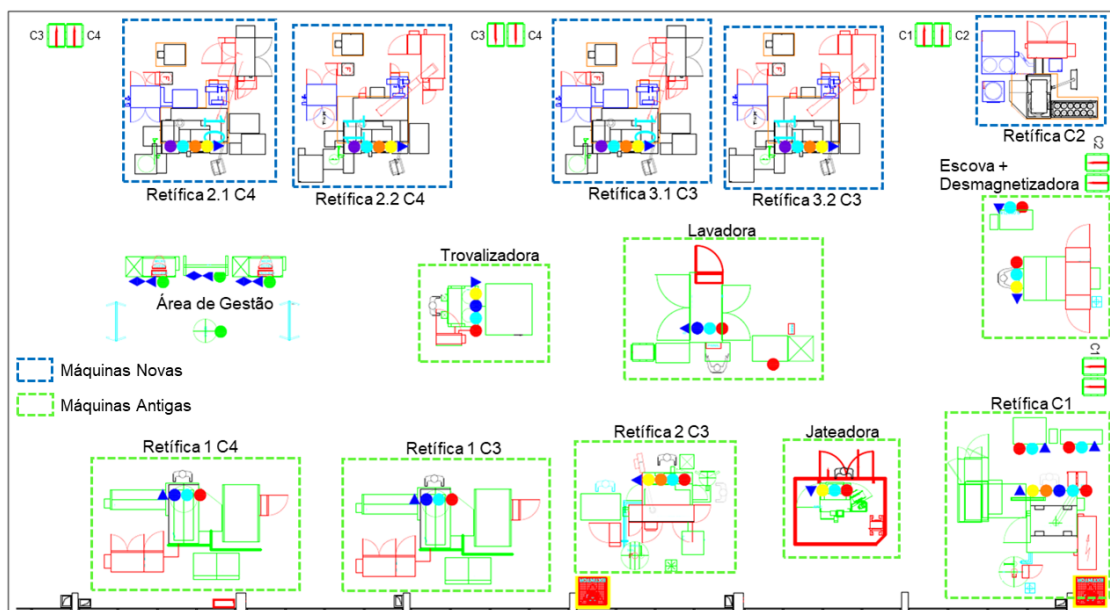
3) Ganho de produtividade Componente 3:

Com a chegada dos cinco novos maquinários para produção do Componente 4, também é possível flexibilizar a linha de produção para produzir o Componente 3, conforme observado no Apêndice C. O Mapa de Fluxo de Valor abrange os dois componentes na mesma linha de produção. A chegada desses maquinários, trouxe um ganho de produtividade ao Componente 3, já que este pode ser usinado simultaneamente em máquinas diferentes, enquanto o Componente 4 não estiver em produção.

A Carta de Relacionamento foi essencial para identificar o grau de importância necessário entre cada máquina e os Mapas de Fluxo de Valor Futuro desenham o processo de modo a integrar as melhorias identificadas durante a coleta de dados. A partir disso, finalmente foi possível elaborar cenários viáveis para a organização.

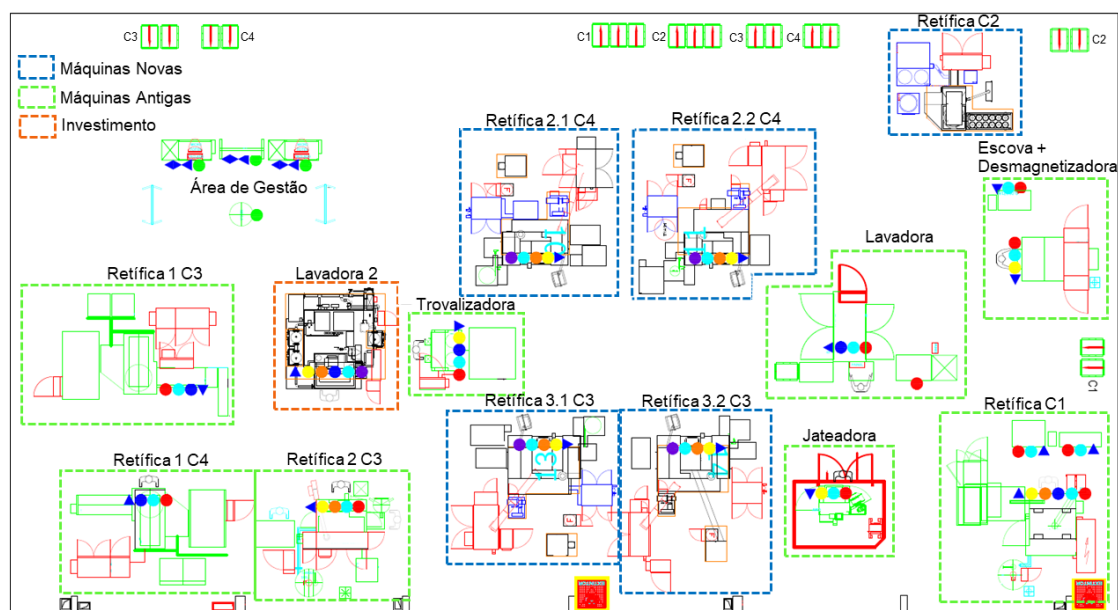
Foram elaborados dois cenários, um deles com foco em absorver as cinco máquinas novas utilizando os recursos disponíveis, e um segundo cenário, onde a proposta requer investimento para que possa ser implementada. Ambos os cenários foram criados de modo a proporcionar um melhor fluxo dos componentes, diminuindo grandes distâncias percorridas pelo operador e evitando possíveis misturas durante os processos, através do rearranjo físico.

Figura 13 – Cenário 1 (Proposta sem Investimento)



Fonte: Os autores.

Figura 14 – Cenário 2 (Proposta com Investimento)



Fonte: Os autores.

Dentre as vantagens do Cenário 1, podemos destacar que este traz uma proposta utilizando os recursos da empresa, ou seja, sem necessidade de investimentos. Foi possível absorver as cinco máquinas novas e posicionar a Lavadora estrategicamente para que todas as máquinas pudessem ser atendidas. As demais máquinas também estão posicionadas de modo a evitar retornos

Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v.??, n.??, p. ??-??, ??/??, 201?

desnecessários e grandes distâncias. Um ponto negativo, está no posicionamento da Retífica 1C4. Essa máquina está menos favorecida que as demais quanto à distância da Lavadora. Uma vez que todos os componentes têm o mesmo grau de importância na elaboração de cenários, esse é um ponto chave na criação do Cenário 2.

No Cenário 2, podemos destacar como ponto negativo a necessidade de investimento por parte da empresa, já que a proposta traz a aquisição de uma nova máquina, mais precisamente, de uma nova Lavadora. Quanto aos pontos positivos desse cenário, podemos trazer que, mesmo que a Lavadora atual tenha capacidade para atender todos os componentes, a aquisição de uma nova máquina reduz ainda mais a distância entre máquinas e resolve o ponto negativo observado no Cenário 1. Outro ponto positivamente relevante, é que a Lavadora atual absorve todos os componentes, em diferentes estágios de usinagem, o que pode eventualmente causar mistura de peças durante o processo. Com duas Lavadoras, além da melhora do fluxo, há uma preocupação com a prevenção da qualidade.

O Quadro 2 traz um comparativo entre os dois cenários de modo a facilitar a visualização das vantagens e desvantagens existentes.

Quadro 2 – Comparativo entre os Cenários 1 e 2

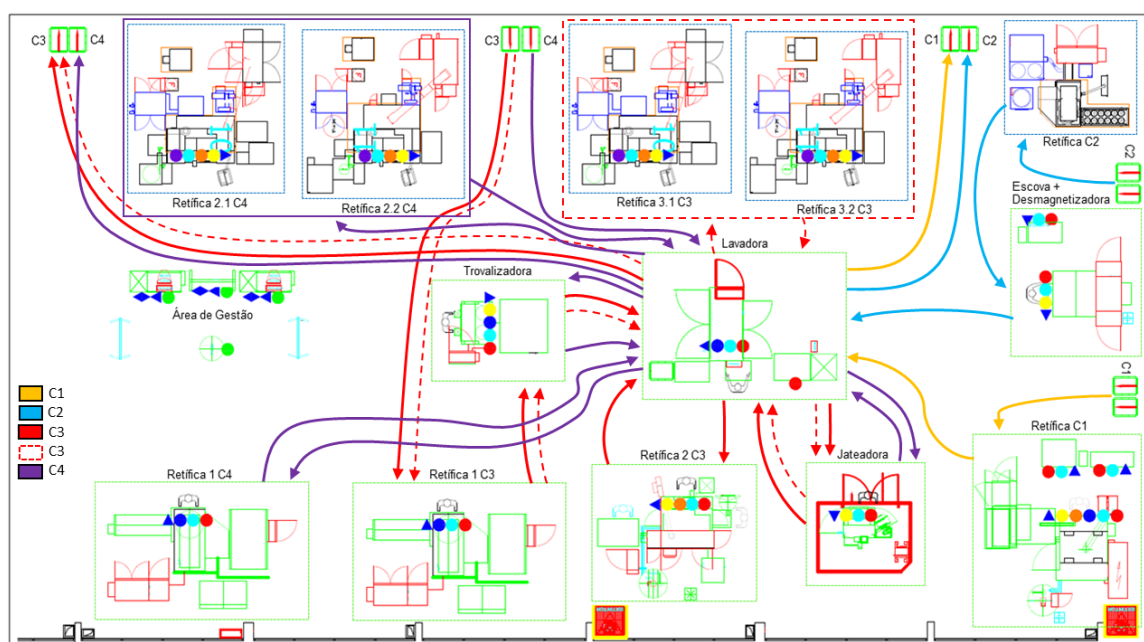
	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
Vantagens	- Utilização dos próprios recursos da empresa; - Foi possível absorver as cinco máquinas novas e posicionar a Lavadora estrategicamente para que todas as máquinas pudessem ser atendidas; - As demais máquinas também estão posicionadas de modo a evitar retornos desnecessários e grandes	- A aquisição de uma nova máquina reduz ainda mais a distância entre máquinas e resolve o ponto negativo observado no Cenário 1; - A Lavadora atual absorve todos os componentes, em diferentes estágios de usinagem, o que pode eventualmente causar mistura de peças durante o processo. Com duas Lavadoras, além da melhora de fluxo, há

	distâncias.	uma preocupação com a prevenção da qualidade.
Desvantagens	- Posicionamento da Retífica 1C4 menos favorável que as demais máquinas quanto à distância da Lavadora.	- Necessidade de investimento por parte da empresa, já que a proposta traz a transferência de uma nova Lavadora.

Fonte: Os autores.

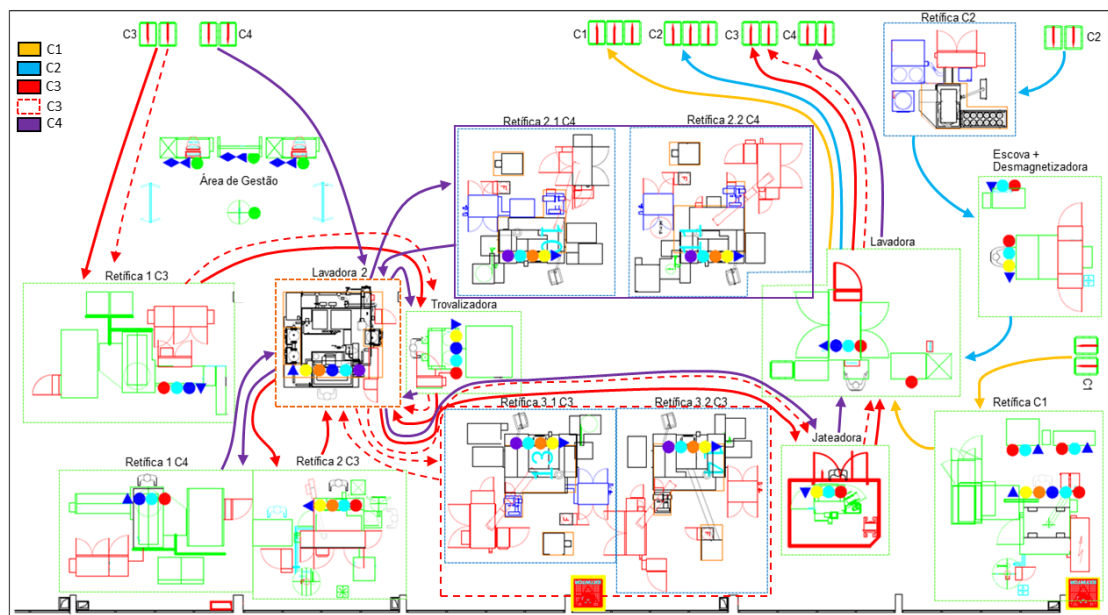
Para que haja uma percepção visual ainda melhor do fluxo e da movimentação das pessoas e materiais envolvidos, foram elaborados os Diagramas de Espaguete para o Cenário 1 e 2, de modo a auxiliar na tomada de decisão.

Figura 15 – Diagrama de Espaguete: Cenário 1



Fonte: Os autores.

Figura 16 – Diagrama de Espaguete: Cenário 2



Fonte: Os autores.

No Cenário 1, fica evidente a quantidade de movimentações que ocorrem na Lavadora única e percebemos que ela está estrategicamente posicionada de modo a atender a todos os componentes e máquinas da melhor forma. As maiores distâncias percorridas pelo operador, estão relacionadas aos Componentes 3 e 4 que saem direto da Lavadora para o mercado, ou seja, são distâncias aceitáveis visto que é a última movimentação desses componentes dentro do fluxo.

No Cenário 2, percebemos uma boa distribuição de movimentações para as duas Lavadoras. Enquanto a Lavadora 2 atende apenas os Componentes 3 e 4, a Lavadora 1 atende os quatro componentes. O grande diferencial desse cenário é a redução do risco de mistura dos Componentes 3 e 4, pois estes sempre irão para a Lavadora 1 após operação de Jatear. Como esses componentes são lavados várias vezes ao longo do processo, é interessante ter a Lavadora 2 exclusiva para eles até a operação de Jatear, e a partir disso, todos os Componentes estão na sua condição final e seguem o mesmo fluxo em direção a saída. O valor adicional necessário no projeto para transferência dessa máquina custa em torno de 50 mil euros. Considerando que a máquina já é depreciada e os Componentes 3 e 4 representam um lucro em torno de 180 mil reais por mês, o investimento se paga em menos de dois meses.

Dados os cenários, fica a critério da empresa decidir a melhor opção. Recomenda-se a realização de uma segunda etapa deste trabalho, que é o projeto de introdução do *layout* de fato. Essa implementação deve envolver fatores relacionados a organização do espaço, maquinários e pessoas, como estudos de capacidade, treinamento de colaboradores, testes e ajustes de fábrica, que não foram objeto de estudo deste trabalho.

5 CONCLUSÃO

O objetivo do presente trabalho foi o de propor cenários de *layout* para uma organização do ramo de autopeças, por meio de um estudo de caso, utilizando ferramentas para estudo de *layout* e gerenciamento de processos. Este objetivo foi atingido por meio da elaboração de duas propostas de arranjos físicos viáveis para empresa. O Cenário 1 apresenta uma proposta utilizando os próprios recursos da organização, enquanto o Cenário 2, requer investimento para ser implementado. Ambos os cenários foram construídos de modo a absorver as máquinas novas do processo, trazendo uma melhor configuração no que se refere a posicionamento e fluxo. Os cenários criados também abordam uma preocupação com possíveis riscos a qualidade do produto e a segurança dos colaboradores, o que aumenta a garantia de qualidade esperada pelo cliente e o bem estar das pessoas.

Algumas ferramentas importantes foram utilizadas de modo a auxiliar a condução da pesquisa. O Diagrama de Bolhas possibilitou a identificação e entendimento do processo atual, enquanto o VSM e o Diagrama de Espaguete, foram ferramentas aplicadas para coleta de dados. Por meio da Carta de Relacionamento e VSM futuro, o levantamento de dados foi analisado, possibilitando a elaboração dos cenários apresentados. A pesquisa mostrou a importância do uso de ferramentas qualitativas e quantitativas na concepção das propostas de *layout*, uma vez que o déficit de uma ferramenta é suprido pelo uso de outra, e cada uma contribui com seu aspecto.

A empresa tem muito a ganhar com a utilização de ferramentas de estudo e gerenciamento de *layout*, uma vez que a configuração ideal das máquinas e equipamentos, está diretamente relacionada ao fluxo dos materiais e pessoas

envolvidos no processo. Um *layout* ideal traz fluidez e diminuição dos desperdícios, fatores indispensáveis para qualquer organização que busca ser competitiva, reconhecida pelos clientes pela qualidade e flexível para novos negócios.

Dentre os desafios enfrentados na condução dessa pesquisa, o principal está relacionado ao entendimento do cenário atual e a análise dos dados obtidos, para definir o grau de importância entre máquinas. Os diálogos com a equipe e o *tour* pela área fabril foram indispensáveis para indicar o que de fato faz sentido estar próximo e o que faz sentido estar distante. Essa sensibilidade é importante para enxergar possíveis riscos ao processo, que podem ser evitados por meio do rearranjo físico.

As limitações dessa pesquisa estão relacionadas a escolha de layout com base nos volumes e variedade de produção. A elaboração das propostas, foi baseada principalmente nas melhorias identificadas no VSM e nos diálogos, durante o levantamento de dados, e no grau de importância de proximidade entre máquinas, de modo a atender o momento atual da empresa.

Para futuras pesquisas, considerando a importância de um *layout* mais flexível e as mudanças mercadológicas, seria viável fazer a relação entre a visão estratégica de volumes e espaço disponível. No mercado de autopeças, a tendência é a variação de demanda, por isso a importância de pensar em um *layout* mais flexível. É viável avaliar uma possível extensão da área e necessidade de uma nova proposta de *layout* que atenda a empresa em caso de futuras modificações, como aumento de volumes, variedade de produtos e aquisição de novas máquinas. Outra ação para pesquisas futuras é fazer a segunda etapa deste estudo que não foi contemplada, relacionada a implantação do *layout*.

REFERÊNCIAS

ALUKAL, G.; MANOS, A. **Lean Kaizen: a simplified approach to process improvements**. Quality Press, 2006.

ARAUJO, Luiz Cezar G. de. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**. São Paulo: v. 1, ed. 5, Atlas, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

MAINA *et al.* **Improvement of facility layout using systematic layout planning**.

Nyeri: IOSR Institute of Engineering, Vol. 08, Issue 5, 2018. Disponível em:

http://www.iosrjen.org/Papers/vol8_issue5/Version-1/E0805013343.pdf. Acesso em:

09 nov. 2021.

MUTHER, Richard. **Planejamento de layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1978.

NEUMANN, Clóvis; SCALICE, Régis Kovacs. **Projeto de fábrica e layout**. Juiz de Fora: GEN LTC, ed. 1, 2015.

PRÉVE, Altamiro Damian. **Organização, sistemas e métodos**. Florianópolis:

Departamento de Ciências da Administração, UFSC, 164p., 2011. Disponível em:

http://arquivos.eadadm.ufsc.br/somente-leitura/EaDADM/UAB3_2013-2/Modulo_3/OSM/material_didatico/OSM%202%20ed%20Final%20Grafica%2025-01-12.pdf Acesso em: 11 nov. 2021.

ROMAN *et al.* **Fatores de competitividade organizacional**. Vitória: BBR – Brazilian Business Review, vol. 9, num. 1, 2012, pp. 27-46. Disponível em:

<https://doi.org/10.15728/bbr.2012.9.1.2>

SAHIN, Ramazan; TURKBAY, Olan. **A simulated annealing algorithm to find approximate pareto optimal solutions for the multi-objective facility layout problem**. Ankara: Faculty of Industrial Engineering and Architecture, Gazi University, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00170-008-1530-5>

SANTOS, André Luiz Vieira; FILHO, Ramílio Ramalho Reis. **A importância do layout para as empresas**. São Paulo: Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga, Interface Tecnológica, v. 16, n 2, 2019. Disponível em:

<https://doi.org/10.31510/infa.v16i2.677>

SLACK *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1 ed., 10 reimpr., 2006.

SQUILLANTE JÚNIOR, Reinaldo. **Projeto de fábrica e instalações industriais**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019.

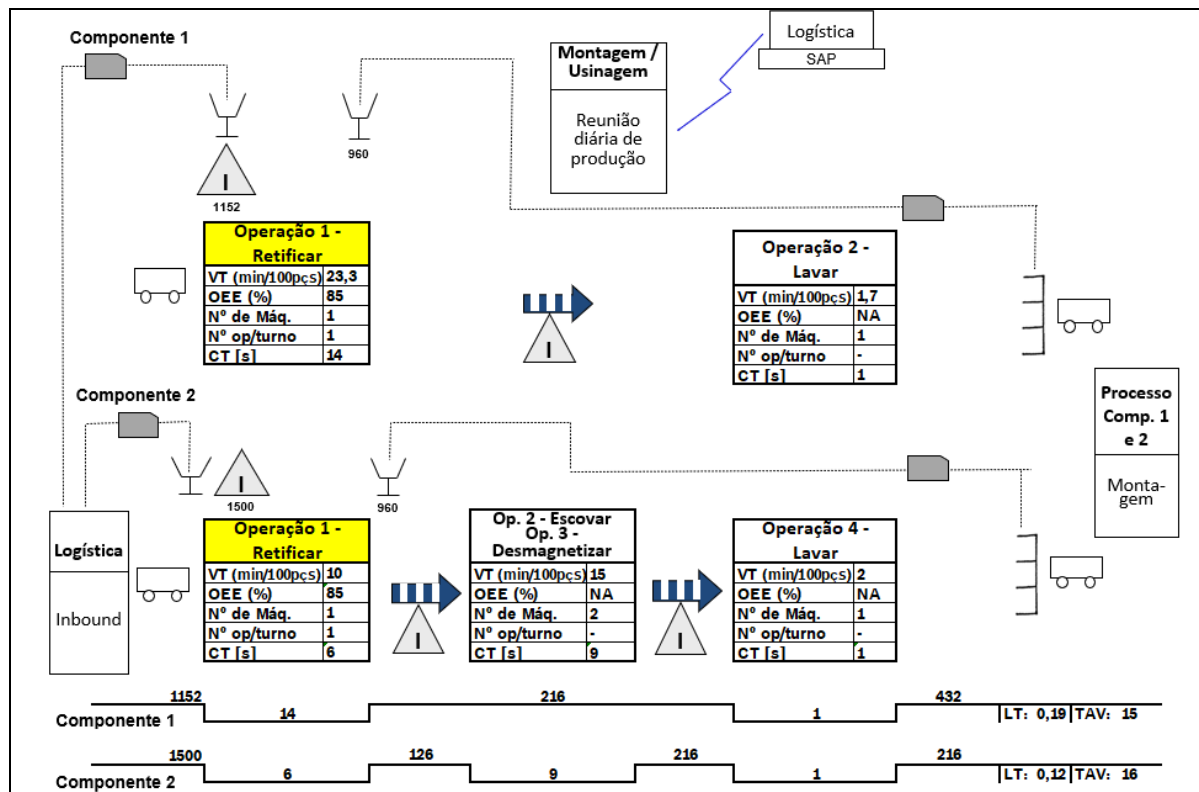
TAPPING, Don; SHUKER, Tom. **Value Stream Management for the lean office: eight steps to planning, mapping, and sustaining lean improvements in administrative areas**. New York: Productivity Press, 2003.

VISHWANATH, R.S.; DR RAMAKRISHNA, H. **Process orientation of value stream and design of manual first insertion machine**. Bangalore: Industrial Engineering and Management Department Dayanandasagar College of Engineering, 2016.

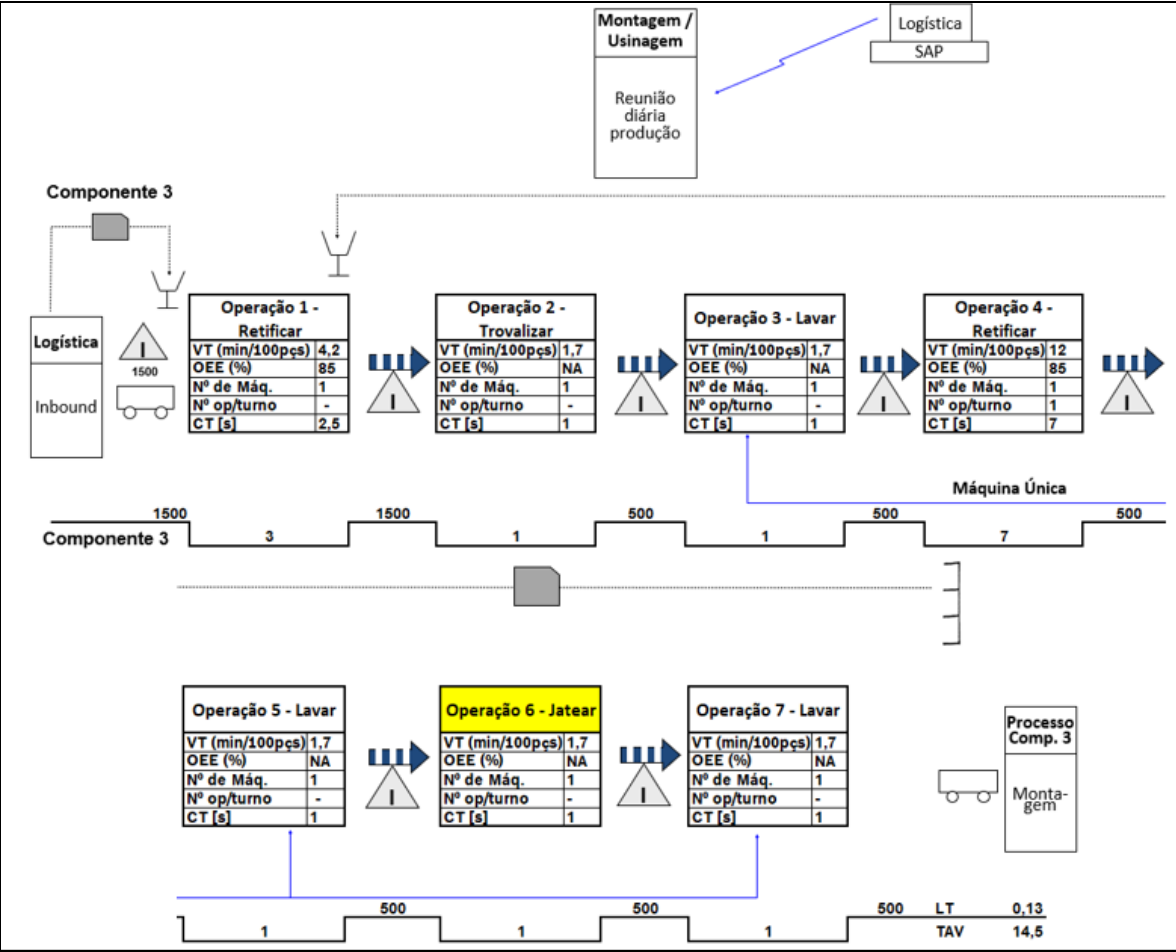
YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZHENYUAN, J *et al.* **Design and implementation of lean facility layout system of a production line**. Dalian: International Journal of Industrial Engineering, Dalian University of Technology, vol 18(5), 260-269p, 2011. Disponível em <http://journals.sfu.ca/ijietap/index.php/ijie/article/download/199/210>. Acesso em: 9 nov. 2021.

APÊNDICE A – Mapa de Fluxo de Valor Futuro dos Componentes 1 e 2



APÊNDICE B – Mapa de Fluxo de Valor Futuro do Componente 3



APÊNDICE C – Mapa de Fluxo de Valor Futuro dos Componentes 3 e 4

