

**Análise de layout dos almoxarifados em uma encarroçadora de ônibus****Layout analysis of warehouses in a bus bodybuilder**

DOI:10.34117/bjdv6n1-233

Recebimento dos originais: 30/11/2019

Aceitação para publicação: 22/01/2020

**Thales Henrique Kascher Santos**

Graduando em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ

Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ

Endereço: Praça Frei Orlando, 170, Centro, São João del-Rei – MG, Brasil

E-mail: thaleshks@hotmail.com

**Leandro Reis Muniz**

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ, Departamento de Engenharia

Mecânica e de Produção

Endereço: Praça Frei Orlando, 170 – Campus Santo Antônio – CSA – Sala 4.20 MP, Centro, São

João del-Rei – MG, Brasil

E-mail: leandro.reis@ufs.edu.br

**Samuel Vieira Conceição**

Doutor em Engenharia Industrial pelo Institut National Polytechnique de Lorraine Ecole Superiure

Des Sciences E, INPL/ESSEC, França

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Escola de Engenharia, Departamento

de Engenharia de Produção

Endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha, Pampulha, Belo Horizonte, Brasil

E-mail: svieira@dep.ufmg.br

**Lasara Fabricia Rodrigues**

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR

Instituição: Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, Escola de Minas, Departamento de

Engenharia de Produção

Endereço: Campus Morro do Cruzeiro, s/n – Morro do Cruzeiro, Ouro Preto, Brasil

E-mail: lasara@em.ufop.br

**Alexandre Fortes da Silva Reis**

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG

Instituição: Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ, Departamento de Engenharia

Mecânica e de Produção

Endereço: Praça Frei Orlando, 170 – Campus Santo Antônio – CSA, Centro, São João del-Rei –

MG, Brasil

E-mail: afortes@ufs.edu.br

**RESUMO**

O estudo do layout impacta diretamente na eficiência do fluxo da produção e na produtividade fabril e seus custos advindos. Nesse sentido, a cronoanálise, o Systematic Layout Planning (SLP) e o FacPlan são metodologias que podem ser utilizadas ao se falar de projetos de layout e relaylayout. Dessa maneira, o trabalho aborda e discute sobre as características de cada um desses métodos, desenvolve um estudo de caso utilizando a metodologia FacPlan. A pesquisa foi feita em uma empresa

encarregadora de ônibus, mais especificamente em seus almoxarifados de abastecimento de materiais para a linha de produção, na parte do revestimento interno e acabamento. Após levantar o estado atual do layout e mensurar elementos provenientes deste, foi elaborada de uma proposta de sua mudança que diminua as distâncias entre os almoxarifados e seus pontos de abastecimento na linha de produção. De acordo com os dados que foram levantados, as mudanças sugeridas podem gerar uma redução de 30,48% nos espaços percorridos diariamente, além de uma queda anual de 43,28% nos custos de movimentação de materiais que envolvem esses setores.

**Palavras-chave:** FacPlan, Layout, custo de movimentação de material.

## **ABSTRACT**

The layout study has a direct impact on the efficiency of the production flow and on the manufacturing productivity and its costs. In this sense, chronoanalysis, Systematic Layout Planning (SLP) and FacPlan are methodologies that can be used when talking about layout and relayout projects. In this way, the work addresses and discusses the characteristics of each of these methods, develops a case study using the FacPlan methodology. The research was done at a bus manufacturer, more specifically in its warehouses supplying materials to the production line, in the part of the inner lining and finishing. After raising the current state of the layout and measuring elements from it, a proposal was made for its change that would reduce the distances between the warehouses and their supply points in the production line. According to the data collected, the suggested changes can lead to a reduction of 30.48% in the spaces traveled daily, in addition to an annual fall of 43.28% in the material handling costs involved in these sectors.

**Keywords:** FacPlan, Layout, moving material cost

## **1 INTRODUÇÃO**

Considerando o contexto do mercado mundial e a busca das organizações por competitividade, cada vez mais é necessário a procura por ferramentas e técnicas que melhorem seus processos produtivos. Nesse sentido, o estudo de *layout* (ou arranjo físico), é importante, pois é fator determinante para a eficiência do fluxo de produção, impactando na produtividade fabril e seus consequentes custos (SANTOS, GOHR e URIO, 2014). Silva (2009) enfatiza, também, que este pode influenciar diretamente no desempenho da organização e na consequente satisfação do cliente. Segundo Peinado e Graeml (2004), a necessidade de planejamento de um novo arranjo pode ser promovida por motivos, como: expansão da capacidade produtiva, desejo de redução do custo operacional, introdução de nova linha de produtos ou melhoria do ambiente de trabalho.

De acordo com Slack *et al.* (2015), um *layout* mal estruturado pode ter como consequência um fluxo de materiais e pessoas longo, confuso e imprevisível; geração de estoques; filas ao longo das operações; grandes tempos de processamento; operações inflexíveis e altos custos de produção. Todavia, de acordo com Pache (2016) um arranjo físico bem planejado tem como benefícios otimização do processo produtivo, gerando bons níveis de eficiência ao se dizer sobre o atendimento da demanda e redução de custos.

De acordo com informações da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) (2018), o mercado automotivo emprega 1,3 milhões de pessoas no Brasil e foi responsável por 4% do Produto Interno Bruto (PIB) do país no ano de 2015. Ainda de acordo com a instituição, a produção de ônibus se encarrega de 0,76% desse negócio, tendo fabricado 20.643 unidades no ano de 2017. Em um mercado desse tamanho é necessário que as empresas busquem métodos que contribuam por uma vantagem competitiva e estudo de *layout* pode ser uma ferramenta que auxilia essas organizações a melhorar seus resultados.

Diversas são as metodologias utilizadas para o projeto de *layout* e a cronoanálise (estudo de tempos e métodos), planejamento sistemático de *layout* (SLP) e *FacPlan* são algumas dessas e que serão abordadas no presente estudo.

### 1.1 TIPOS DE LAYOUT

*Layout* pode ser definido como a decisão da localização dos recursos de transformação de um processo produtivo, estabelecendo a maneira na qual os recursos transformados vão fluir durante as operações (SLACK *et. al*, 2015). De encontro a isso, Neumann e Scalice (2015) o conceituam como responsável pela coordenação de cinco fatores da gestão industrial: homem, material, dinheiro, máquina e mercado.

O *layout* posicional, ou de posição fixa, pode ser definido como aquele arranjo que os recursos transformados não se movem perante os recursos transformadores, ou seja, quem ou o que sofre o processo fica estático (SLACK *et. al*, 2015). Já o *layout* por produto, ou em linha, é aquele que, de acordo com Peinado e Graeml (2004), as estações de trabalho, contendo máquinas, equipamentos e mão de obra, são organizados de acordo com a sequência de montagem do produto. Assim, o material segue um fluxo previamente determinado dentro dos processos.

O *layout* por processo, ou funcional, é aquele que incorpora em um mesmo local todos os processos, equipamentos, operações e/ou montagens do mesmo tipo e função. Assim, os produtos, clientes ou informações percorrerão uma trajetória de processo a processo de acordo com sua necessidade (PEINADO E GRAEML, 2004; SLACK *et. al*, 2015). O *layout* celular consiste em um arranjo que busca unir os benefícios dos arranjos físicos por processo (eficiência) e por produto (flexibilidade), assim os recursos transformados movimentam-se em uma parte específica da operação (célula) onde todos os recursos necessários para a produção deste se encontram (PEINADO E GRAEML, 2004; SLACK *et. al*, 2015; NEUMANN E SCALICE, 2015).

Por fim, o *layout* misto, também denominado de híbrido, consiste na utilização de dois ou mais arranjos físicos clássicos em uma mesma unidade produtiva sendo que sua utilização se dá pela alta variedade de volume em um grande *mix* de produção (NEUMANN E SCALICE, 2015). Ainda de acordo com os autores, cada um dos tipos clássicos de *layout* citados permitem a utilização de

ferramentas e metodologias diferentes para seu projeto, dependendo de todo o contexto no qual projetista e organização estão inseridos.

## 1.2 CRONOANÁLISE

O objetivo do estudo de tempos e métodos é estabelecer a melhor e mais eficiente forma de exercer uma atividade, levando em consideração redução de custos e padronização do método de trabalho (PEINADO E GRAEML, 2004 e SAKAI, 2014). De acordo com Oliveira (2009), a metodologia consegue, através de levantamentos técnicos, a melhoria contínua do processo de produção, além do maior rendimento dos colaboradores envolvidos no processo. Ainda de acordo com o autor, essas melhorias acontecem no sentido de que os tempos são analisados e fundamentados de tal maneira que as ociosidades são eliminadas e características físicas como a fadiga são levadas em consideração para a definição do padrão referencial.

A cronoanálise é uma metodologia utilizada para realizar os estudos de tempos e métodos e, de acordo com Peinado e Graeml (2004), esta objetiva criar um padrão referencial do tempo que um operador deve gastar para realizar uma atividade. Com a cronoanálise é possível identificar pontos ineficientes no processo, dessa maneira seu uso se faz necessário quando existe o interesse de entender e melhorar o sistema produtivo (BORTOLI, 2013).

Dada a importância da cronoanálise, Bortoli (2013) reafirma os sete passos a serem seguidos para aplicação da metodologia propostos por Barnes em 1977, são esse: obter e registrar dados da operação e do operador; dividir a operação em elementos; registrar o tempo gasto pelo operador ao realizar a tarefa; avaliar o ritmo do operador; determinar as tolerâncias que serão utilizadas e determinar o tempo-padrão para a operação.

O tempo normal pode ser definido como o tempo gasto por um operador para concluir uma atividade específica, considerando que o mesmo esteja treinado, qualificado e em ritmo, ou velocidade, normal de trabalho (FREITAS, 2016). É importante ressaltar que a velocidade “v” é determinada de maneira subjetiva como 1, ou 100%, sendo que um número maior que esse representa um ritmo acelerado e um valor menor reflete uma baixa velocidade, baseando-se no tempo que a organização permite a realização da tarefa. De acordo com Peinado e Graeml (2004) seu cálculo pode ser feito de acordo com a Equação 1:

$$TN = TC \times v \quad (1)$$

Em que:

$TN$  = Tempo normal;

$TC$  = Tempo cronometrado;

$v$  = Velocidade do operador.

O tempo padrão pode ser definido como o tempo necessário para um operário executar determinada tarefa de acordo com determinado método, adicionando-se tolerâncias para compensar o período que o mesmo se ausentou de suas atividades por fatores como atendimento às necessidades pessoais, fadiga e tempo de espera (PEINADO E GRAEML, 2004; REIS, MUNIZ E SANTOS, 2017). Em seu trabalho, Oliveira (2009) resume que o tempo padrão é um tempo normal revisado devido às necessidades do operador, considerando suas habilidades e fatores fisiológicos e do processo.

Em seus estudos, Peinado e Graeml (2004) propõem que o tempo padrão pode ser obtido pela multiplicação do tempo normal por um fator de tolerância, como mostra a Equação 2:

$$TP = TN \times FT \quad (2)$$

Em que:

$TP$  = Tempo padrão;

$TN$  = Tempo normal;

$FT$  = Fator de tolerância.

### 1.3 SLP

O Planejamento sistemático de *layout* (SLP) foi desenvolvido por Muther (1973) e se trata de um método que procura, dentre vários cenários, o que mais se ajusta às necessidades da organização (SILVA, 2009 e MARTINS E FREITAS, 2014). Utilizando-se de um sistema de taxas de relacionamento entre departamentos, o SLP possui como objetivo a redução de custos, resultante do aumento da produtividade obtido através de melhorias na utilização do espaço físico e menor fluxo de materiais, pessoas e produtos. Dessa maneira, a ferramenta busca a melhor opção de *layout* o possível para a organização, considerando o contexto em que esta está inserida, sendo utilizada como auxílio para a tomada de decisões (TORTORELLA E FOGLIATTO, 2008 e COUTO, 2010).

De acordo com Santos, Gohr e Urio (2014), no modelo proposto por Muther em 1973, a estruturação é feita por quatro fases que representam o nível de detalhamento que o projeto de *layout* deve abranger. São essas: localização (1) – área geográfica que será utilizada para a nova instalação; *layout* geral (2) – representa toda a área da organização, definindo as inter-relações entre os setores; *layout* detalhado (3) – trata do arranjo físico das máquinas e postos de trabalho e implantação (4) – aplicação do planejamento feito nas etapas anteriores.

É importante ressaltar que todas as fases são interligadas de tal maneira que os dados de saída de uma servem como dados de entrada para a seguinte. Além disso, o plano pode abranger uma quantidade menor de fases e isso acontece, principalmente, ao se tratar de um projeto de *relayout* e, nesses casos, a hierarquia das fases deve ser mantida (SANTOS, GOHR E LAITANO, 2012).

O roteiro para implementação do SLP proposto por Muther (1973) é apresentado na Figura 1:

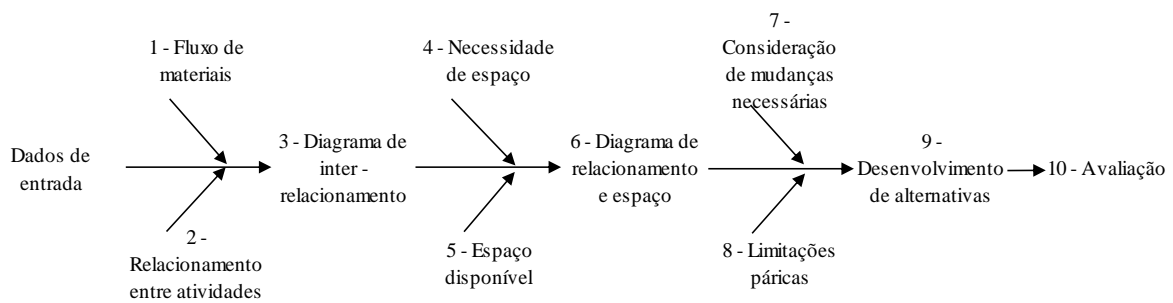


Figura 1 – Metodologia SLP

Fonte: Muther (1973)

De acordo com Silva (2009) e Santos, Gohr e Urio (2014) essas etapas consistem:

**Dados de entrada** – Os dados de entrada necessários para aplicação do SLP são as atividades do processo em estudo;

**Fluxo de materiais** – Levantamento do caminho percorrido pelos materiais no processo em estudo, levando em consideração a sequência e intensidade do deslocamento do material;

**Relacionamento entre atividades** – Levantamento do relacionamento existente entre as atividades e setores envolvidos no processo. A ferramenta utilizada nessa fase é a carta de interligações preferenciais, na qual de acordo com uma escala A, E, I, O, U e X, indica a necessidade de proximidade entre setores, sendo que a letra “A” aponta o desejo de proximidade máxima e a letra “U” assinala proximidade não importante. Além disso, a letra “X” denota uma proximidade não indicada;

**Diagrama de inter-relacionamento** – Esta ferramenta trata-se de um gráfico que integra as informações advindas do fluxo de materiais e o relacionamento entre as atividades, representando as afinidades entre setores;

**Necessidade de espaço** – Determinação da necessidade de espaço para alocar as máquinas e equipamentos;

**Espaço disponível** – Verificação do espaço físico disponível para alocar as máquinas e equipamentos;

**Diagrama de relacionamento e espaço** – Consiste na representação dos setores e os espaços requeridos por estes, levando em consideração que o espaço demandado já foi balanceado com o disponível;

**Consideração de mudanças necessárias** – É a etapa que são feitos ajustes necessários, considerando fatores relativos ao processo;

**Limitações práticas** – Levantamento das limitações existentes referentes a temas como custos, restrições técnicas, de segurança etc;

Desenvolvimento de alternativas – Através de todos os dados obtidos deve-se criar alternativas possíveis de *layout* para o processo em estudo;

Avaliação – Trata-se da avaliação, dentre as alternativas geradas, de qual a melhor opção para seguir com o projeto de *layout* ou *relayout*.

## 1.4 FACPLAN

O *FacPlan* é uma metodologia de planejamento sistêmico de *layout* proposto por Lee em 1998 e pode ser conceituada como um planejamento e projeto do *layout* que é feito de forma sistêmica, tendo responsáveis e prazos definidos (COUTO, 2010 e GUILLET, 2014). De acordo com Pache (2016), Lee possuía a ideia de que o projeto de instalação de uma fábrica deve seguir do geral ao particular, ou seja, do local que será construída organização, até onde os postos de trabalho serão alocados. Seguindo essa ideia, Couto (2010) destaca que a metodologia engloba cinco níveis que deverão ser levados em consideração para o planejamento de *layout*, a Tabela 1 explicita tais níveis, demonstrando, também, os resultados esperados em cada um destes.

Tabela 1 – Níveis de planejamento de *layout*

Nível	Atividade	Área ou UPE	Ambiente	Resultado
I - Global	Localização e seleção	Locais	Mundial ou nacional	Definição do país, estado e cidade
II - Supra	Planejamento	Características das construções	Local	Planta do terreno e das instalações
III - Macro	<i>Layout</i> das instalações	Células ou setores	Construção	Projeto da planta industrial
IV - Micro	<i>Layout</i> dos setores	Características das células	Células	Projeto do <i>layout</i> dos setores
V - Sub micro	Projeto das estações de trabalho	Localização das ferramentas	Estações de trabalho	Projeto das estações de trabalho

Fonte: Adaptado de Lee (1998)

Ao se falar do planejamento e projeto de *layout* ou *relayout*, o *FacPlan*, assim como o SLP, pode ater-se a uma quantidade menor de fases que as cinco apresentadas, sendo que é possível a escolha de somente uma dessas etapas (GUILLET, 2014). Também, de acordo com Santos, Gohr e Urio (2014), o *FacPlan* consiste em um modelo de procedimentos complementar ao SLP, uma vez que apresenta o aprimoramento de algumas etapas e ferramentas utilizadas nesta metodologia. Assim, considerando que ambos os métodos possuem um roteiro de implementação parecidos, o presente estudo irá abordar apenas as diferenças existentes entre ambos.

Ainda de acordo com Santos, Gohr e Urio (2014), o método *FacPlan* utiliza a nomenclatura unidades de planejamento de espaço (UPE) para tratar as áreas que serão envolvidas no projeto do *layout*. Além disso, ao se falar da parte do “diagrama de inter-relacionamento” no SLP, o *FacPlan* apresenta distinção no sentido que a ferramenta utilizada é o diagrama de configurações, que baseasse em aspectos quantitativos e qualitativos. A diferença consiste basicamente que esta técnica integra os dois tópicos em uma única matriz, que para ser feita necessita de dados da intensidade do fluxo e da necessidade de proximidade, definida na etapa de “relacionamento entre atividades”, presente no SLP. Para elaboração de tal matriz, a metodologia substitui as letras “A, E, I, O e U” das cartas de interligações preferenciais por uma escala de 0 a 4 (o X é marcado a parte) e, para mensuração dos valores do fluxo de materiais, é aplicada a carta “de-para”, adaptada de tal forma que seus valores são colocados na mesma escala de 0 a 4, por proporcionalidade.

### 1.5 INDICADORES DE DESEMPENHO

Indicadores de desempenho podem ser conceituados como um grupo de informações que auxiliam as equipes gerenciais a administrar sua organização (CALLADO, MENDES E CALLADO, 2013). De acordo com Do Nascimento *et. al* (2011) as medidas de desempenho apoiam os gestores em uma boa comunicação com a equipe da expectativa da organização em relação a estes, a saber o andamento de sua área de atuação, a identificar eficiências e ineficiências no processo, além de tomar decisões em cima de informações mais sólidas e que possam ser justificadas.

Dessa forma, para o presente estudo, um indicador foi escolhido com o objetivo de avaliar a eficácia do novo *layout* sugerido. Se trata do Custo de movimentação de materiais, que foi proposto por Almeida (2011) e Santos, Gohr e Urio (2014) e tem sua fórmula exemplificada na Equação 3. Este possui a finalidade da minimização dos custos relacionados ao transporte de materiais levando em consideração três variáveis, fluxo, distância e custo.

$$Ctm = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Fij \times Dij \times Cij \quad (3)$$

Em que:

$Ctm$  = Custo total de movimentação de materiais;

$n$  = Número total de centros de trabalho do *layout*;

$Fij$  = Fluxo ou movimentação entre os centros de trabalho  $i$  e  $j$ ;

$Dij$  = Distância entre os centros de trabalho  $i$  e  $j$ ;

$Cij$  = Custo unitário por distância percorrida entre os centros de trabalho  $i$  e  $j$ .

## 2 METODOLOGIA

Em seus estudos Martins, Mello e Turrioni (2014) e Gray (2016) afirmam que existem diversas maneiras de se classificar uma pesquisa e, seguindo este pensamento, as que são de natureza



aplicada têm o propósito de melhorar entendimentos organizacionais específicos, com ênfase em atingir resultados reais e práticos, comprovando ou aceitando hipóteses de modelos teóricos. Além disso, estudos com objetivos explicativos são aqueles que se comprometem em analisar informações descritivas, respondendo perguntas do tipo “por que” e “como”, desta maneira são indicadas hipóteses que explicam o tema analisado.

Ainda de acordo com os autores, a abordagem qualitativa procura entender fenômenos em seu próprio contexto, atribuindo a estes seus devidos significados. Já o método do estudo de caso propõe uma pesquisa profunda, exaustiva e amplo detalhamento do problema, resultando em um bom entendimento e uma boa convicção sobre o assunto tratado. Tendo isso em vista, o presente trabalho se trata de uma pesquisa de natureza aplicada, com objetivos explicativos, uma abordagem qualitativa seguindo o método de estudo de caso (MARTINS, MELLO E TURRIONI, 2014).

A coleta dos dados iniciou-se em abril de 2018 e utilizou-se principalmente da observação do autor sobre o processo em estudo e de entrevistas com os funcionários responsáveis por cada área. Além disso, a obtenção das informações relacionadas as distâncias atuais do processo foram adquiridas com o auxílio do *layout* fabril fornecido para o trabalho e os custos envolvidos, como o da mão de obra e do maquinário utilizado, também foram cedidos pela empresa. Com isso, foram definidos os parâmetros necessários para realizar a proposta de mudança de *layout* de acordo com a metodologia escolhida.

Levando em consideração o que foi apresentado até o momento o objetivo do estudo é analisar o impacto do *layout* em uma organização encarregadora de ônibus, abordando: fluxos; funções; atividades; distribuição; relação entre variabilidade e volume de produção; principais impactos do *layout*; fluxo de processo; informações e transporte. O relatório será estruturado da seguinte maneira: a primeira parte trata-se da “Introdução”, que apresenta as considerações iniciais e é exposto o embasamento teórico para compreensão da pesquisa. Em seguida exibe-se a metodologia utilizada, já na terceira parte será retratado o “Estudo de caso” que trata da aplicação das ferramentas propostas em uma organização e depois são discutidos os resultados obtidos. Por fim, serão apontadas as conclusões seguidas dos agradecimentos e referências.

### **3 ESTUDO DE CASO**

#### **3.1 A EMPRESA E O PROCESSO EM ESTUDO**

A presente pesquisa foi realizada em uma organização encarregadora de ônibus e, por motivo de sigilo, será por essa denominada de empresa *alfa*. O estudo irá focar na parte da logística de abastecimento de linha, mais precisamente na área de revestimento interno, acabamento, revisão de elétrica mecânica e liberação dos veículos produzidos. Estes setores são responsáveis pela montagem

dos componentes internos das carrocerias, de acordo com o desejo dos clientes e as normas vigentes do local em que o veículo irá ser utilizado.

A logística de abastecimento de linha possui o dever de fornecer os materiais necessários, no momento correto, com sua integridade física garantida para a montagem dos ônibus na linha de produção. O abastecimento ocorre principalmente por meio de *kanbans* e *kits*, sendo o primeiro modo utilizado para itens de grande volume (como parafusos, porcas e rebites) e o segundo para elementos de menor consumo e de maior variabilidade, de acordo com o *mix* de produção.

Com o objetivo de realizar o estudo de projeto de *relayout* focado em diminuir as distâncias que os materiais percorrem para o abastecimento de linha na encarroçadora *alfa* foi realizado um trabalho focado na metodologia *FacPlan*. Esse método foi escolhido, pois o estudo aborda o fluxo de materiais, assim os métodos SLP e *FacPlan* possuem tratativas que se demonstram mais adequadas, uma vez que são estruturados, principalmente, para a diminuição desses fluxos e suas distâncias relacionadas. Em relação ao SLP e *FacPlan* a segunda sistemática foi preferida por possuir alguns pontos de melhora em relação a primeira. Para melhor entendimento de quais são os setores estudados foi elaborada a Tabela 2, que enumera e classifica todas as áreas como sendo um almoxarifado geral, almoxarifado de montagem de *kits* ou como pontos de abastecimento na linha de produção.

Tabela 2 – UPE's do estudo

ID	UPE's	Classificação
1	Montagem dos <i>kits</i> de acabamento	Almoxarifado montagem de <i>kit</i>
2	Itinerários	Almoxarifado montagem de <i>kit</i>
3	<i>Kits</i> de liberação	Almoxarifado montagem de <i>kit</i>
4	<i>Kits</i> de mecânica	Almoxarifado montagem de <i>kit</i>
5	Almoxarifado Revestimento	Almoxarifado montagem de <i>kit</i>
6	Almoxarifado Tubulação	Almoxarifado montagem de <i>kit</i>
7	Almoxarifado 03 - Itens comprados	Almoxarifado geral
8	Almoxarifado 07 - Itens fabricados	Almoxarifado geral
9	Almoxarifado 10 - Fibras	Almoxarifado geral
10	Revestimento	Ponto de abastecimento de linha
11	Pnt. Acabamento 1	Ponto de abastecimento de linha
12	Pnt. Acabamento 2	Ponto de abastecimento de linha
13	Pnt. Acabamento 3	Ponto de abastecimento de linha
14	Pnt. Acabamento 4	Ponto de abastecimento de linha
15	Pnt. Acabamento 5	Ponto de abastecimento de linha

16	Pnt. Acabamento 6	Ponto de abastecimento de linha
17	Célula de anteparos e tubulação	Ponto de abastecimento de linha
18	Célula de bloqueador de porta	Ponto de abastecimento de linha
19	Revisão elétrica mecânica	Ponto de abastecimento de linha
20	Liberação	Ponto de abastecimento de linha

Fonte: Elaborado pelo autor

### 3.2 O ESTUDO DE RELAYOUT

O estudo para o projeto de *relayout* utilizou-se da metodologia *FacPlan* e, seguindo o método, as Tabelas 3 e 4 apresentam os fluxos entre os setores (letras em azul), necessidade de proximidade entre as áreas (letras em vermelho) e a matriz resultante da multiplicação das duas primeiras ( $M3=0,5M1+0,5M2$ ).

Tabela 3 – Fluxo entre as UPE's (M1) e Necessidade de proximidade entre as UPE's (M2)

ID	UPE's	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Montagem dos kits de acabamento		0	0	0	0	0	3	3	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Itinerários	0		0	0	0	0	2	3	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
3	Kits de liberação	0	0		0	0	0	2	2	2	0	0	0	0	0	4	0	0	0	4	4
4	Kits de mecânica	0	0	0		0	0	3	2	2	4	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
5	Almoxarifado Revestimento	0	0	0	0		0	3	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Almoxarifado Tubulação	0	0	0	0	0		3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	4	0	0	0
7	Almoxarifado 03 - Itens comprados	3	2	2	3	3	2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
8	Almoxarifado 07 - Itens fabricados	2	3	2	2	2	2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
9	Almoxarifado 10 - Fibras	2	2	2	2	2	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Revestimento	0	0	0	4	4	0	0	0	0		4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Pnt. Acabamento 1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Pnt. Acabamento 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	0	0	0	0	0	0	0
13	Pnt. Acabamento 3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	0	0	3	0	0	0
14	Pnt. Acabamento 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	0	0	0	0	0
15	Pnt. Acabamento 5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		4	0	0	0	0
16	Pnt. Acabamento 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0
17	Célula de anteparos e tubulação	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0		0	0	0
18	Célula de bloqueador de porta	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0		0	0
19	Revisão elétrica mecânica	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		0
20	Liberação	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4 – Matriz resultante (M3)

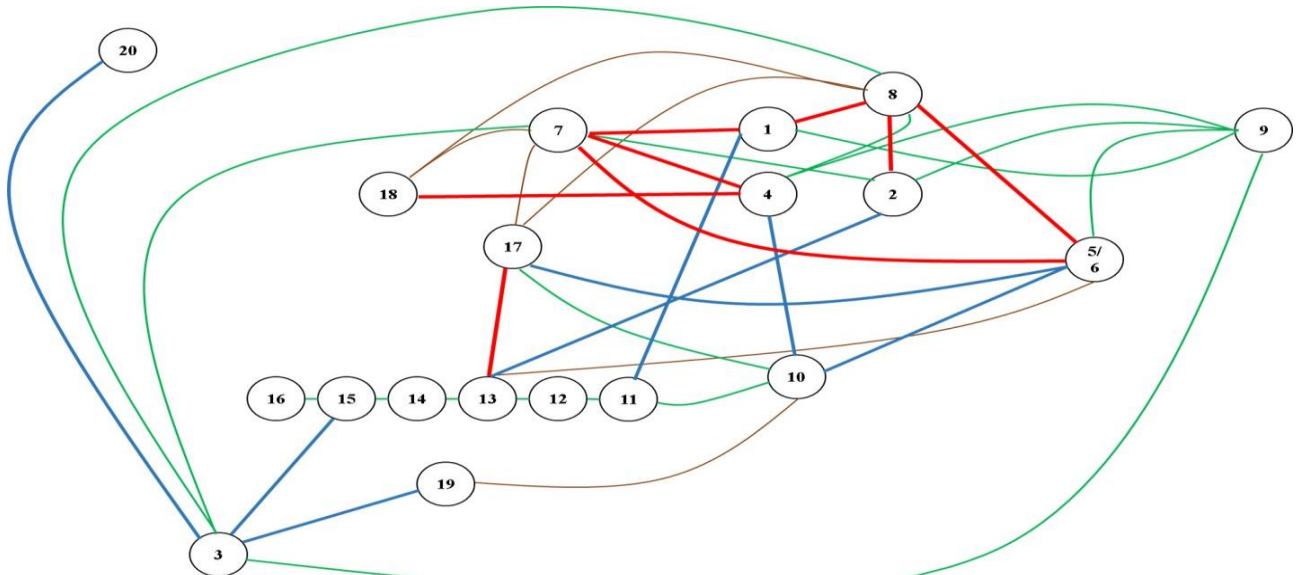
ID	UPE's	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Montagem dos kits de acabamento																				
2	Itinerários	0																			
3	Kits de liberação	0	0																		
4	Kits de mecânica	0	0	0																	
5	Almoxarifado Revestimento	0	0	0	0																
6	Almoxarifado Tubulação	0	0	0	0	0															
7	Almoxarifado 03 - Itens comprados	3	2	2	3	3	3														
8	Almoxarifado 07 - Itens fabricados	3	3	2	2	3	3	0													
9	Almoxarifado 10 - Fibras	2	2	2	2	2	0	0	0												
10	Revestimento	0	0	0	4	4	0	0	0	0											
11	Pnt. Acabamento 1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2										
12	Pnt. Acabamento 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2									
13	Pnt. Acabamento 3	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2								
14	Pnt. Acabamento 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2							
15	Pnt. Acabamento 5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2						
16	Pnt. Acabamento 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2					
17	Célula de anteparos e tubulação	0	0	0	0	0	4	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0				
18	Célula de bloqueador de porta	0	0	0	3	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0			
19	Revisão elétrica mecânica	0	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
20	Liberação	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fonte: Elaborado pelo autor

Em posse dessa matriz, foi elaborado o digrama de configurações da área, exposto na Figura

2:

Figura 2 – Diagrama de configurações



Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda	
<span style="color: #D9534F;">—</span>	Afinidade de grau 1
<span style="color: #4CAF50;">—</span>	Afinidade de grau 2
<span style="color: #2196F3;">—</span>	Afinidade de grau 3
<span style="color: #F44336;">—</span>	Afinidade de grau 4

Seguindo a metodologia, em seguida, foi levantada a necessidade de espaço para cada uma das áreas (em m<sup>2</sup>): montagem *kits* de acabamento – 121; itinerários – 67,2; *kits* liberação - 99,6; *kits* mecânicos - 76,8; almoxarifado do revestimento – 71,1; almoxarifado tubulação - 23. É importante ressaltar que o presente estudo está se limitando a avaliar apenas modificações dos almoxarifados de montagem de *kits* e nos pontos de abastecimento que são células, pois mudanças nos almoxarifados gerais e na linha de produção demandam um investimento financeiro elevado, dificultando a aprovação do projeto.

Em posse de todos os dados apresentados, foi desenvolvida uma proposta de novo *layout* para as áreas em estudos. Este teve como objetivo principal a aproximação dos almoxarifados de montagem de *kits* dos seus pontos de abastecimento na linha de produção. A Figura 3 ilustra a posição das UPE's no *layout* atual (representado por setas) e no proposto (contorno com linha contínua), em seguida são justificadas as alterações.

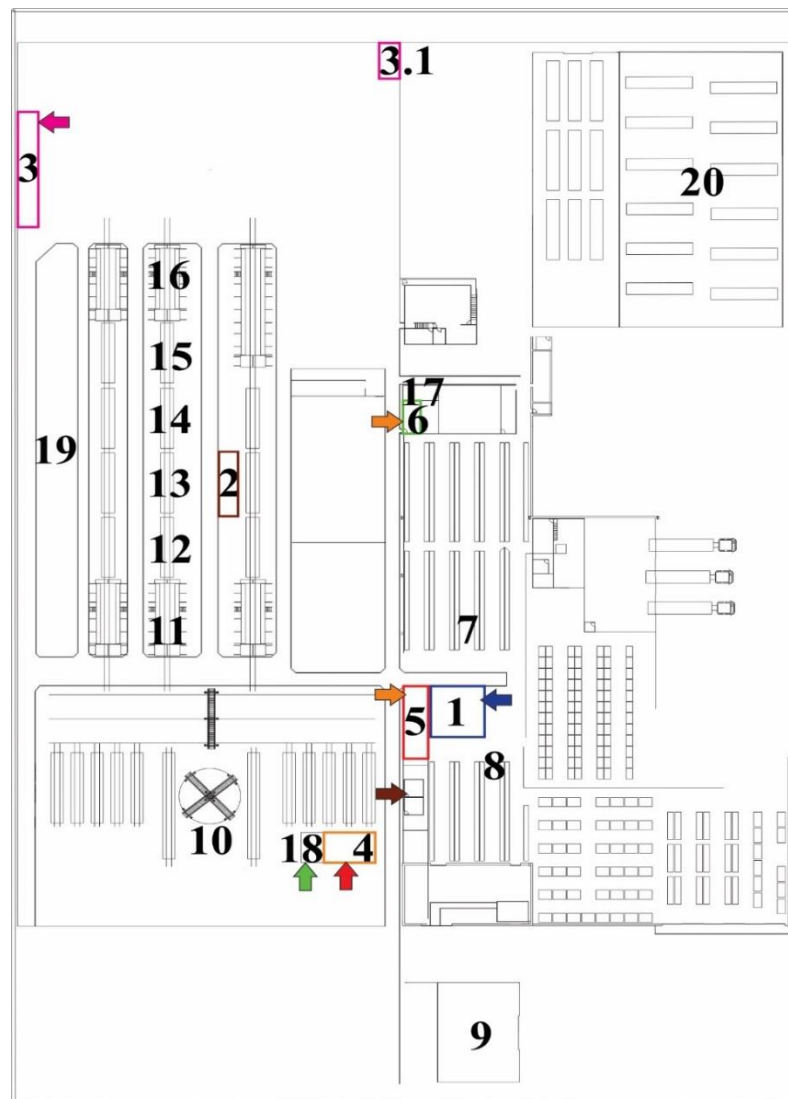








Figura 3 - *Layout* atual e proposto

Fonte: Elaborado pelo autor

Legenda	
UPE's	Cor
Montagem <i>kits</i> de acabamento	
Itinerários	
<i>Kits</i> liberação	
<i>Kits</i> de mecânica	
Almoxarifado do revestimento	
Almoxarifado tubulação	

Montagem de *kits* de acabamento: optou-se por sua permanência no lugar, pois seus materiais não percorriam caminhos tão distantes quando comparado as outras áreas. Além disso, a planta fabril não possui outro ponto que diminua a distância e comporte o almoxarifado;

Itinerários: a área foi colocada ao lado de seu ponto de abastecimento, no lugar de duas das salas da logística e da produção. Essa alteração foi sugerida por não interferir significativamente no funcionamento dos escritórios e reduzir a distância percorrida pelos materiais;

*Kits* liberação: a solução encontrada para essa UPE foi sua divisão, sendo que a parte responsável por abastecer a liberação (20) foi enviada para mais próximo do local, enquanto as outras partes permaneceram no mesmo lugar. Assim, esse setor se tornou dois, a parte dos *kits* de materiais elétricos e itens especiais (3) e a de *kits* da liberação (3.1);

*Kits* mecânica: para que fosse possível uni-la à parte da “célula de bloqueador de porta”, indicou-se a mudança para um lugar que sustentasse ambas as áreas. Além disso, pensou-se em um setor que não seria prejudicado com a alteração, dessa maneira a troca foi feita com o almoxarifado do revestimento, que permanece próximo de seu ponto de abastecimento;

Almoxarifado revestimento: propôs-se a troca do almoxarifado com a parte de “*kits* mecânica”, pois é algo benéfico à segunda área e não prejudica o setor em relação ao pagamento de seus materiais;

Almoxarifado tubulação: recomendou-se a mudança deste almoxarifado para o lado de seu ponto de abastecimento, minimizando significativamente a distância percorrida pelo material.

As mudanças do *layout* fabril propostas geram uma queda na soma de todas as distâncias percorridas diariamente em aproximadamente 30,48% (de 45.577,9 metros para 31.684,2 metros). Esse valor é obtido através da multiplicação das distâncias entre as UPE's, ilustrado na Tabela 5 que destaca também os aumentos (em vermelho) e as reduções (em azul), e o fluxo diário entre essas mesmas áreas. O gráfico exposto na Figura 4 compara os espaços percorridos diariamente entre as UPE's atualmente e com o *layout* proposto.

Tabela 5 – Distância percorrida entre as UPE's (em metros)

ID	UPE's	Antes						Depois					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
7	Almoxarifado 03 - Itens comprados	13,1	48,4	201	16,8	58	36,9	13,1	100,5	176,7	58	16,8	74,8
8	Almoxarifado 07 - Itens fabricados	13,1	48,4	201	16,8	58	36,9	13,1	100,5	201	58	16,8	74,8
9	Almoxarifado 10 - Fibras	114,2	80,7	280,1	124,3	68,2	-	114,2	184,3	280,1	68,2	124,3	-
10	Revestimento	-	-	-	40,7	38	-	-	-	-	38	40,7	-
11	Pnt. Acabamento 1	62,8	-	-	-	-	-	62,8	-	-	-	-	-
12	Pnt. Acabamento 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Pnt. Acabamento 3	-	108,1	-	-	-	-	-	3,3	-	-	-	-
14	Pnt. Acabamento 4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Pnt. Acabamento 5	-	-	88,3	-	-	-	-	-	88,3	-	-	-
16	Pnt. Acabamento 6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Célula de anteparos e tubulação	-	-	-	-	-	84,1	-	-	-	-	-	11,7
18	Célula de bloqueador de porta	-	-	-	69,1	-	-	-	-	-	0	-	-
19	Revisão elétrica mecânica	-	-	40,1	-	-	-	-	-	40,1	-	-	-
20	Liberação	-	-	160,4	-	-	-	-	-	71,6	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor

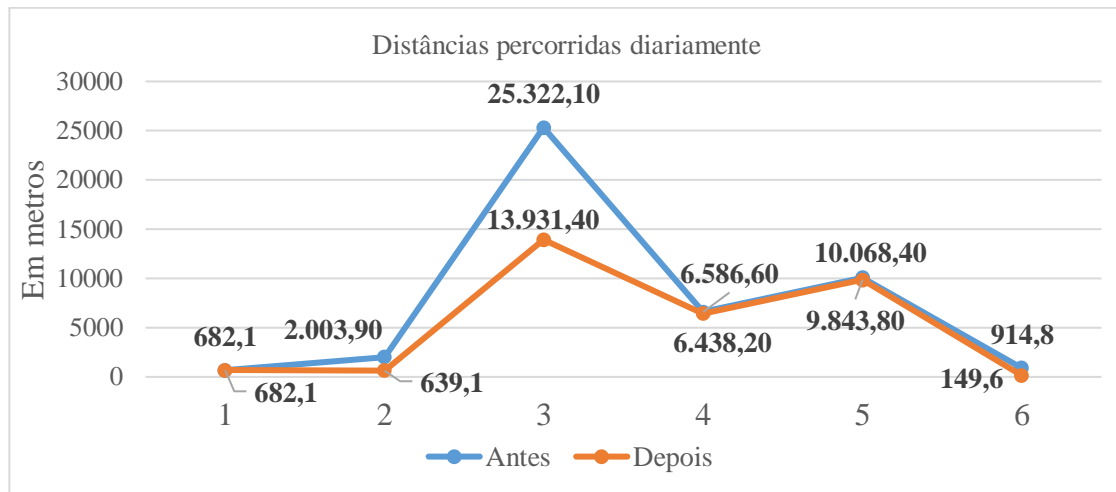


Figura 4 – Comparação entre os espaços percorridos entre as UPE's (em metros)

Fonte: Elaborado pelo autor

Utilizando-se da Equação 3 e mantendo-se os fluxos entre as UPE's inalterados, assim como o valor do custo unitário por distância percorrida, obteve-se uma redução de R\$26.748,00 anuais desse custo total. Esse valor representa uma baixa de 43,28% no montante e demonstra a necessidade da alteração do *layout* do local. A Tabela 6 expõe uma comparação de custos e áreas entre as UPE's com o *layout* atual e proposto.

Tabela 6 – Comparativo entre áreas e custo de transporte de materiais diário entre as UPE's

UPE's	Custo (R\$) - Atual	Custo (R\$) - Sugestão	Variação	Área (m <sup>2</sup> ) - Atual	Área (m <sup>2</sup> ) - Sugestão	Variação
Montagem <i>kits</i> de acabamento	R\$ 5,58	R\$ 5,58	0,00%	121	121	0,00%
Itinerários	R\$ 16,26	R\$ 2,74	-493,43%	67,2	65,58	-2,41%
<i>Kits</i> liberação	R\$ 207,51	R\$ 113,61	-82,65%	99,6	99,6	0,00%
<i>Kits</i> de mecânica	R\$ 55,49	R\$ 54,20	-2,38%	76,8	71,1	-7,42%
Almoxarifado do revestimento	R\$ 80,58	R\$ 80,81	0,28%	71,1	76,8	8,02%
Almoxarifado tubulação	R\$ 3,55	R\$ 0,58	-512,07%	23	24,56	6,78%
<b>Total</b>	<b>R\$ 368,97</b>	<b>R\$ 257,52</b>	<b>-43,28%</b>	<b>458,7</b>	<b>458,64</b>	<b>0,01%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa apresentou um projeto de *relayout* nos setores responsáveis pelo abastecimento de materiais para a linha de produção em uma encarroçadora de ônibus. Para isso, foram estudadas três metodologias utilizadas para reestruturação de arranjos físicos e optou-se, dentre estas, pela utilização do método *FacPlan*, buscando a diminuição dos custos provenientes das distâncias percorridas pelos materiais diariamente.

As distâncias atuais são maiores que as propostas, principalmente ao se falar em relação aos almoxarifados do abastecimento da linha de produção e o local em que este fornece os materiais. Com a diminuição desses espaços percorridos diariamente foi possível uma redução anual de 43,28% (R\$26.748,00) dos gastos com transportes desses setores, além de uma possível melhor integração entre o ponto cliente e os citados almoxarifados, uma vez que a comunicação entre ambas as partes tende a melhorar com a diminuição do afastamento entre as áreas.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mário Jorge Sousa. Melhoria do processo produtivo na indústria do mobiliário. 2011. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico do Porto. Instituto Superior de Engenharia do Porto.

ANFAVEA, Anuário Estatístico da Indústria Automobilística brasileira. São Paulo, 2018.

BARNES, R. M. Estudo de tempos e movimentos: projeto e medida de trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1977.



BORTOLI, H. W. Aplicação da cronoanálise para melhoria do processo de suprimento da linha de montagem de uma empresa de grande porte do ramo agrícola. FAHOR, Horizontina, novembro, 2013.

CALLADO, A. A. C.; MENDES, E.; CALLADO, A. L. C. Um estudo empírico da significância das relações entre a elaboração de metas estratégicas e o uso de indicadores de desempenho. Revista Iberoamericana de Contabilidade de Gestión, v. 11, n. 21, p. 1-15, 2013.

COUTO, Cristiano Guimarães. Proposição de método para a elaboração do leiaute em empresas direcionadas para a inovação em produtos. 2010.

DO NASCIMENTO, S.; BORTOLUZZI, S. C.; DUTRA, A.; ENSSLIN, S. R. Mapeamento dos indicadores de desempenho organizacional em pesquisas da área de Administração, Ciências Contábeis e Turismo no período de 2000 a 2008. Revista de Administração, v. 46, n. 4, p. 373-391, 2011.

FREITAS, W. P. Um estudo sobre o fluxo de processo e layout industrial para proposição de melhorias em uma empresa de manufatura. 2016.

GRAY, David E. Pesquisa no mundo real. Penso Editora, 2012.

GUILLET, V. M. M. Projeto de leiaute: um estudo de caso em uma empresa metal-mecânica. 2014.

MARTINS, V. W. B.; DE FREITAS, F. F. T. Planejamento Sistemático de Layout (PSL): análise do layout de uma empresa produtora de pneus recapados. Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 6, n. 11, p. 311-327, 2014.

MARTINS, R.; MELLO, C.; TURRIONI, J. Guia para elaboração de monografia e TCC em Engenharia de Produção. São Paulo: Atlas, 2014.

MUTHER, R. Systematic Layout Planning/by Richard Muther. 1973.

NEUMANN, C.; SCALICE, R. Projeto de fábrica e layout. Elsevier Brasil, 2015.

OLIVEIRA, C. L. P. A. de. Análise e controle da produção em empresa têxtil, através da cronoanálise. 2009.

PACHE, R. de A. Re-Layout aplicado em uma microempresa de confecção. 2016.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da produção. Operações industriais e de serviços. Unicenp, 2004.

REIS, C. D. S. dos; MUNIZ, L. R.; SANTOS, T. H. K. Utilização da cronoanálise para adequação do arranjo produtivo: um estudo de caso. Paraná: CONBREPRO, 2017.

SAKAI, G. K. Estudo de tempos e métodos em uma linha de montagem de bicicletas ergométricas. 2014.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; LAITANO, J. C. A. Planejamento sistemático de layout: adaptação e aplicação em operações de serviços. *Revista Gestão Industrial*, v. 8, n. 1, 2012.

SANTOS, L. C.; GOHR, C. F.; URIO, L. C. S. Planejamento sistemático de layout em pequenas empresas: uma aplicação em uma fábrica de baterias automotivas. *Revista ESPACIOS*| Vol. 35 (Nº 7) Año 2014, 2014.

SILVA, A. L. da. Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de layout industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a Produção Enxuta. 2009. 244p. 2009. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado–Pós-graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

SLACK, N, CHAMBERS, S, JOHNSTON, R. *Administração da produção*. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2015.

TORTORELLA, G. L.; FOGLIATTO, F. S. Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério. *Production*, v. 18, n. 3, p. 609-624, 2008.