

PROPOSTA DE MELHORIA DO ARRANJO FÍSICO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA METALÚRGICA

MARCELO VICTOR LIMA - marcelo.victor@ig.com.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

TARCIA PORTELA DE CARVALHO CORREIA - tarcia_portela@hotmail.com
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

SÉRGIO JOSÉ BARBOSA ELIAS - serglas@secrel.com.br
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

Resumo: *ESTE ARTIGO ABORDA O PROBLEMA DA MELHORIA DO ARRANJO FÍSICO EM UMA FÁBRICA DE GAIOLAS DE ARAME PARA A CRIAÇÃO DE PÁSSAROS E HAMSTERS. INICIALMENTE, É FEITA UMA REVISÃO TEÓRICA SOBRE O TEMA E, EM SEGUIDA, É APRESENTADA A SITUAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA, ONDE SE EVIDENCIA A NECESSIDADE DE MELHORIA DA PRODUTIVIDADE POR MEIO DE UM REARRANJO DO SEU LAYOUT. EM FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA, FOI ESCOLHIDA A TÉCNICA SLP (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING) PARA ELABORAÇÃO DE UM NOVO ARRANJO FÍSICO. OS PASSOS DO SLP SÃO APLICADOS E APRESENTADOS, O QUE RESULTOU NA PROPOSTA DE UM NOVO LAYOUT. COM O NOVO ARRANJO FÍSICO, O ESPAÇO PERCORRIDO SERÁ DIMINUÍDO EM 30,81 METROS, CONTRIBUINDO ASSIM, PARA A MELHORIA DA PRODUTIVIDADE DA EMPRESA.*

Palavras-chaves: LAYOUT; SLP; FÁBRICA DE GAIOLAS.

Área: 1 - GESTÃO DA PRODUÇÃO

Sub-Área: 1.4 - PROJETO DE FÁBRICA E DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

PROPOSAL TO IMPROVE THE PHYSICAL ARRANGEMENT OF A PRODUCTION LINE OF A METALLURGICAL

Abstract: *THIS ARTICLE APPROACHES THE PROBLEM OF IMPROVING THE PHYSICAL ARRANGEMENT IN A FACTORY WIRE CAGES FOR THE CREATION OF BIRDS AND HAMSTERS. AT FIRST, IT IS MADE A THEORETICAL REVIEW ABOUT THE TOPIC AND THEN PRESENTS THE SITUATION OF THE COMPANY'S PRODUCTION PROCESS, WHICH ACCENTUATES THE NEED FOR IMPROVING PRODUCTIVITY THROUGH A REARRANGEMENT OF THE LAYOUT. DEPENDING ON THE CHARACTERISTICS OF THE PRODUCTION PROCESS OF THE COMPANY, WAS CHOSEN SLP TECHNIQUE (SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING) TO DEVELOPING A NEW PHYSICAL ARRANGEMENT. THE STEPS OF THE SLP ARE PRESENTED AND APPLIED, WHICH RESULTED IN THE PROPOSED NEW LAYOUT. WITH THE NEW PHYSICAL ARRANGEMENT, THE DISTANCE COVERED WILL BE REDUCED BY 30.81 METERS, THUS CONTRIBUTING TO IMPROVED PRODUCTIVITY.*

Keyword: *LAYOUT; SLP; FACTORY OF CAGES.*

1. Introdução

Com o passar dos anos, mudanças sociais, políticas, econômicas e tecnológicas vem ocorrendo, e assim, é imprescindível desenvolver produtos melhores, mais baratos, mais seguros, de entrega rápida e sem defeitos, algo essencial para a sobrevivência da empresa.

Para a elaboração de uma boa ordem dos meios de produção, o estudo do arranjo físico tem um importante papel, pois analisa a disposição de homens, de máquinas e de equipamentos dentro da área fabril. Ao optar por desenvolver e executar um sistema de planejamento de arranjo físico, a empresa pode proporcionar, a ela e ao cliente, produtos que atendam às necessidades com melhores processos e operações.

O presente estudo aborda o caso de uma empresa que tem como produto principal a produção de gaiolas de arame para a criação de pássaros e *hamsters*. Possui aproximadamente 60 colaboradores, entre as áreas administrativa, produção e comercial. Hoje não existe uma linha de produção definida, os produtos passam por processos distantes localizados em galpões. Por ocorrer em áreas produtivas diferentes, gera-se muito material semi-acabado durante o processo produtivo, ocasionando retrabalho, lentidão e aumento no custo final do produto. Além disso, a empresa não consegue calcular a produtividade devido aos problemas citados anteriormente. A melhoria no *layout* visa reduzir a área percorrida pela matéria-prima durante a produção das gaiolas, reduzir o *lead time*, diminuir os desperdícios, além de proporcionar uma linha de produção onde seja possível se calcular a produtividade.

Com o objetivo de avaliar e propor melhoria no arranjo físico de uma empresa produtora de gaiolas, este artigo caracteriza-se por uma pesquisa de base qualitativa, utilizando o método de planejamento sistemático de *layout* (SLP – *Systematic Layout Planning*), e uma pesquisa-ação, pois o pesquisador teve papel ativo na identificação e análise dos problemas identificados (GIL, 2002).

2. Revisão teórica

2.1 Introdução ao estudo de arranjo físico

De acordo com Slack *et al.* (2008), o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com o posicionamento físico dos recursos de transformação. A mudança de arranjo físico pode ser de execução difícil e cara e, portanto, os gerentes de produção podem relutar em fazê-la com frequência. Ao mesmo tempo, eles não podem errar em sua decisão.

O método sistemático de planejamento de *layout* (SLP – *Systematic Layout Planning*) trata-se de uma ferramenta de apoio a tomadas de decisões, pois trata-se de um procedimento que tem o intuito de identificar as opções de *layout* que mais se adapte às necessidades estabelecidas pela empresa (YANG *et al.*, 2000).

2.2 Tipos básicos de arranjo físico

A maioria dos arranjos físicos, na prática, deriva de apenas quatro tipos básicos de arranjo físico: posicional, por processo, celular e por produto. As características dos diferentes níveis de volume de variedade de produtos ou serviços vão reduzir a escolha de cada tipo de arranjo físico. A decisão pela escolha é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um (SLACK *et al.*, 2008).

As características dos diferentes níveis de volume de variedade de produtos ou serviços vão reduzir a escolha de cada tipo de arranjo físico. A decisão pela escolha é influenciada por um entendimento correto das vantagens e desvantagens de cada um.

2.2.1 Arranjo físico posicional

Para Corrêa e Corrêa (2008), o arranjo físico posicional caracteriza-se pelo material ou pessoa processado pela operação ficar estacionário, por impossibilidade, inviabilidade ou por inconveniência de mover-se entre as etapas do processo de agregação de valor. Como o objeto da operação fica estacionado, são os recursos que se deslocam até ele.

O principal objetivo em elaborar o arranjo físico posicional é organizar os equipamentos, maquinários, instalações e pessoas, em um espaço que muitas vezes é limitado. Porém, ele envolve um fluxo muito intenso dos recursos, acarretando muitas atividades que não agregam valor.

2.2.2 Arranjo físico por processo ou funcional

Segundo Slack *et al.* (2008), arranjo físico por processo é assim chamado porque as necessidades e a conveniência dos recursos transformadores que constituem o processo na operação dominam a decisão sobre o arranjo físico. Neste tipo de arranjo, processos similares (ou processos com necessidades similares) são localizados juntos um do outro. Isso ainda significa que quando produtos, informações ou clientes fluírem através da operação, estarão percorrendo o roteiro de processo de acordo com suas necessidades.

Esse *layout* é usado quando uma operação deve produzir diferentes produtos, conferindo-o assim ótima flexibilidade. Entretanto, ele acarreta um estoque considerável de produtos em processo, necessita de maiores áreas, intensifica a atividade de movimentação de materiais para cumprir os tempos de produção, exige uma supervisão intensa e grande esforço de planejamento.

2.2.3 Arranjo físico celular

É definido como arranjo físico celular aquele em que os recursos transformados, entrando na operação, são pré-selecionados para movimentar-se para uma parte específica da operação (ou célula) na qual todos os recursos transformadores necessários a atender a suas

necessidades imediatas de processamento se encontram disponíveis no local. Esse arranjo tem a vantagem de possuir boa flexibilidade para produzir uma família de produtos com pequenos *lead times*, entretanto, nem todos os processos podem se adequar a uma lógica de *layout* em célula (SLACK *et al.* 2008).

2.2.4 Arranjo físico por produto

O arranjo físico por produto envolve localizar os recursos produtivos transformadores inteiramente segundo a melhor conveniência do recurso que estar sendo transformado. Cada produto, elemento de informação ou cliente segue um roteiro predefinido no qual a sequência de atividades requerida coincide com a sequência na qual os processos foram arranjados fisicamente. Esse é o motivo pelo qual, às vezes, esse tipo de arranjo físico é chamado de arranjo físico em “fluxo” ou em “linha”. O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível no arranjo físico por produto, o que faz dele um arranjo relativamente fácil de controlar. De fato, em algumas operações de processamento de clientes, um arranjo físico por produto é adotado ao menos em parte para ajudar a controlar o fluxo de clientes ao longo da operação. Predominantemente, entretanto, é a uniformidade dos requisitos que leva a operação a escolher um arranjo físico por produto, entretanto, ele possui pouca flexibilidade em termos de produtos diferentes que podem ser produzidos na mesma linha (SLACK *et al.*, 2008).

2.2.5 Arranjo físico combinado

Os arranjos físicos combinados ocorrem para que sejam aproveitadas em um determinado processo as vantagens de mais de um tipo de *layout* em uma mesma planta, o que geralmente ocorre com os arranjos funcional e linha de montagem.

2.2.6 Balanceamento de linha de montagem

Em arranjos físicos por produto (ou em linha), as tarefas envolvidas em produzir determinado item, em geral padronizado e em larga escala, devem ser alocadas para estação de trabalho de forma a atingir um fluxo produtivo o mais suave possível. A alocação de quais tarefas deve ser executada por qual estação de trabalho é conhecida como balanceamento de linha e terá impacto na configuração das estações de trabalho, no seu espaço e na posição relativa, ou seja, no seu arranjo físico (CORRÊA e CORRÊA, 2008).

Segundo Slack *et al.* (1997), o problema de balanceamento de linha de montagem é o delegar todas as tarefas necessárias a uma série de estações de trabalho, de forma que o tempo necessário para realizar o trabalho em cada estação não exceda o tempo de ciclo. Uma consideração adicional ao projeto da linha consiste em delegar tarefas de maneira tão igualitária quanto possível nas estações.

Os tipos de linha de produção distinguem-se em modelo único modelo único com tempos determinísticos (SMD – *Single Model Deterministic*), modelo único com tempos estocásticos (SMS – *Single Model Stochastic*), multi-modelo com tempos determinísticos

(MMD – *Muti/mixed Deterministic*) e multi-modelo com tempos estocásticos (MMS – *Multi Mixed Stochastic*).

A sequência de etapas necessárias para o balanceamento de linha de montagem uni-produto é apresentada por Davis *et al.* (2001):

a) Especificar a relação sequencial entre as tarefas utilizando um diagrama de precedências. O diagrama consiste de círculos e setas. Os círculos representam tarefas individuais; as setas indicam a ordem do desempenho da tarefa;

b) Determinar o tempo de ciclo necessário (C) para atender a produção desejada, utilizando a expressão (1):

$$C = \frac{\text{Tempo de produção por dia}}{\text{Saídas por dia (em unidades)}} \quad (1)$$

c) Determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho (N_t) requerido para satisfazer a restrição de tempo de ciclo, utilizando a expressão (2):

$$N_t = \frac{\text{Soma dos tempos de tarefas (T)}}{\text{Tempo de ciclo (C)}} \quad (2)$$

d) Selecionar uma regra básica na qual as tarefas têm que ser alocadas às estações de trabalho e uma regra secundária, para o caso de empate na alocação.

e) Alocar tarefas, uma por vez, à primeira estação até que a soma dos tempos das tarefas seja igual ao tempo de ciclo, ou até que nenhuma outra tarefa seja viável devido à restrição de tempo ou de sequência. Repetir o processo para as demais estações de trabalho até que todas as tarefas sejam alocadas.

f) Avaliar a eficiência da linha de montagem resultante, utilizando a expressão (3). Se a eficiência for insatisfatória, rebalancear a linha utilizando outra regra de decisão.

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Número dos tempos de tarefas (T)}}{\text{Número real de estações de trabalho (Nt) x Tempo de ciclo (C)}} \quad (3)$$

A metodologia para balancear a linha de montagem multi-produtos é a mesma da linha de um só produto, considerando-se como tempo de ciclo ponderado em função da quantidade a produzir de cada modelo (MARTINS, 1998).

2.3 Metodologia de planejamento sistemático de layout

Segundo Muther (1978), o planejamento sistemático de layout (SLP – *Systematic Layout Planning*) é uma sistematização de projetos de arranjo físico, que consiste de uma estruturação de fases, de um modelo de procedimentos e de uma série de convenções para identificação, avaliação e visualização dos elementos e das áreas envolvidas no planejamento. Colocado de forma simples, o SLP é uma ferramenta que irá auxiliar indivíduos na tomada de decisão quanto ao melhor posicionamento das instalações, máquinas, equipamentos e pessoal na linha de produção.

2.3.1 Informações para a compreensão da metodologia SLP

Para Slack *et al.* (2008), as características de volume e variedade de uma operação vão reduzir a escolha a uma ou duas opções de arranjo físico. Conforme Yang *et al.* (2000), o processo envolvido em executar o SLP é relativamente claro: o objetivo é identificar dentre as opções de *layout* a que mais se adequa às necessidades estabelecidas pela empresa.

2.3.2 Fases para elaborar o SLP

Na elaboração das fases do SLP, o planejador de *layout* deverá seguir seu planejamento, instalá-lo e colocá-lo em funcionamento de forma como foi concebido e desenhado. Para tanto, foram desenvolvidas quatro fases para a sua elaboração: localização, arranjo físico geral, arranjo físico detalhado e implementação (TOMPKINS *apud* Costa, 2004).

Para Muther (*apud* Costa, 2004), todo o planejamento sistemático de *layout* baseia-se em três conceitos fundamentais:

- a) Inter-relações, que verifica o grau relativo de dependência ou proximidade entre atividades;
- b) Espaço, que analisa a quantidade, tipo e forma da configuração dos itens a serem posicionados;
- c) Ajuste do arranjo das áreas e equipamentos para dispor estes da melhor maneira possível.

O método de planejamento sistemático de *layout* é dividido em três fases:

- a) Análise (esta fase inicia-se com a coleta dos dados de entrada e faz-se a análise do Fluxo de Materiais, a Integração das Atividades, a combinação das áreas de produção e as áreas de serviços de suporte no Diagrama de Inter-relações e, as análises do Espaço Necessário e do Espaço Disponível).
- b) Pesquisa (na segunda fase do método SLP faz-se o balanceamento entre os Espaços Necessário e espaço Disponível para gerar o Diagrama de Inter-relações de Espaço e, ajusta-se e modifica-se o arranjo físico levando em conta as Considerações de Mudanças e Limitações Práticas).
- c) Seleção (nesta última fase ocorre a Avaliação, onde determinar-se-á qual a opção de *layout* deverá ser selecionada, o que é feito por meio de análise de custos e fatores intangíveis).

3. Estudo de caso

Nesta seção do artigo, é apresentada a empresa onde ocorre a proposta de um novo *layout* no seu processo produtivo.

3.1 Descrição da empresa

A empresa onde foi realizado o estudo de caso tem como principal ramo de atividade a fabricação de gaiolas, produzindo gaiolas para papagaio, viveiro dobrável, viveiro especial epoxi, pássaro e hamster. Estes tipos de gaiolas são produzidos em lotes com características próprias. Os produtos são comercializados nos estados do Ceará, Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte e Pernambuco.

3.2 Linha de montagem de gaiolas

O *layout* atual, as máquinas e os equipamentos utilizados, a mão-de-obra e o *lead time* são os principais aspectos relacionados à elaboração do estudo de caso do processo produtivo de uma linha de gaiolas.

O *layout* atual pode ser visualizado na figura 1. A linha de produção é composta por um setor que executa as atividades de corte da matéria-prima, um setor de montagem das gaiolas e acabamento e outro de pintura.

Os diferentes tipos de máquinas e equipamentos utilizados ao longo da linha de produção são compostos por: máquina de corte, ponteadeiras, máquina de solda, cabine de pinturas e estufa. No que diz respeito à mão-de-obra, na linha de produção trabalham aproximadamente 15 funcionários. Não há um plano de desenvolvimento dos colaboradores e nem de conscientização em produtividade, em qualidade, em desperdícios e em incidência de acidentes. Como o processo é basicamente manual, depende da pré-disposição do colaborador, resultando em um *lead time* de 40 minutos para o modelo mais produzido.

Principia-se o processo de produção com o corte inicial da matéria-prima, o qual percorre cerca de 35,81m para que sofra o processo de ponteamento. As demais etapas do processo ocorrem na mesma área que se encontram as máquinas de pontear, conforme mostra a figura 1. Em seguida, a gaiola é transportada para o processo de pintura que fica localizado em um terceiro galpão, cerca de 24m da etapa anterior do processo. Em síntese, a gaiola percorre aproximadamente 59,81m para ser produzida.

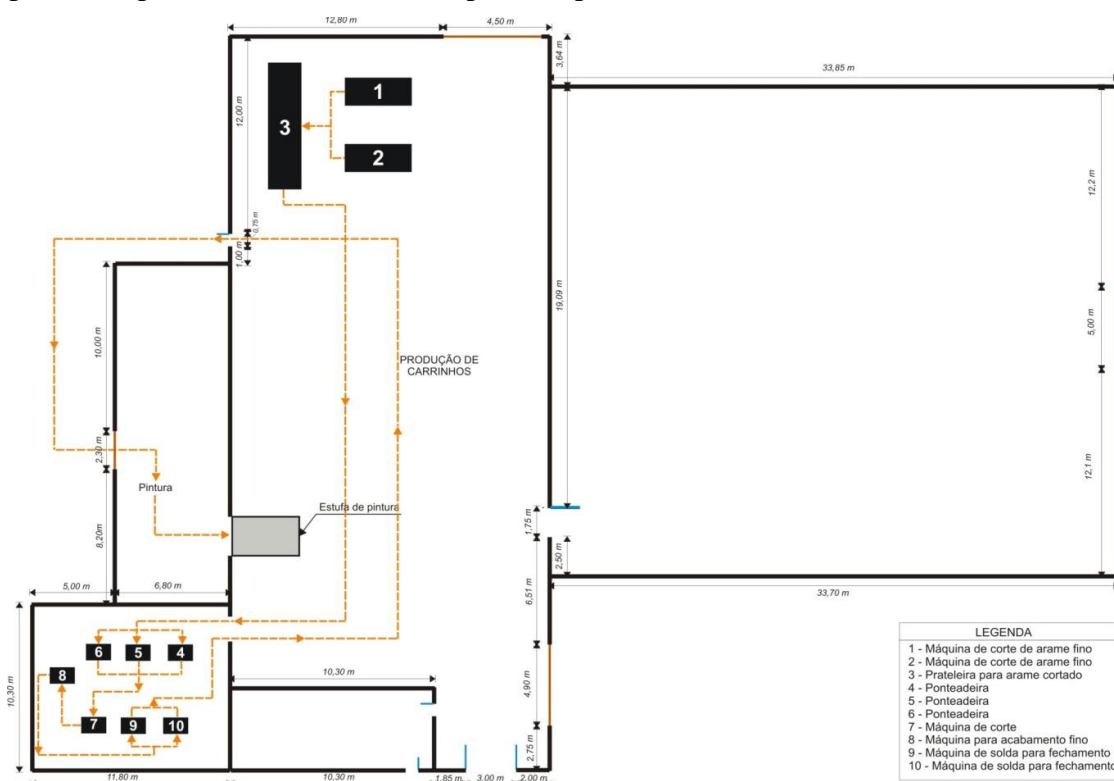


Figura 1 – *Layout* atual do processo de produção de gaiolas

3.3 Desenvolvimento da pesquisa

Como anteriormente citado, o objetivo deste estudo de caso é propor melhorias no arranjo físico de um processo de produção de gaiolas, focando a otimização do fluxo produtivo e a minimização de perdas.

3.3.1 Aplicação dos passos metodológicos do SLP

Os passos a seguir estão relacionados com a sequência abordada na revisão teórica deste artigo. A sequência inicia-se na Análise (primeiro procedimento do SLP) com a coleta dos dados de entrada, o fluxo de materiais, as inter-relações de atividades, o diagrama de inter-relações, os espaços necessário e disponível. Na sequência, têm-se, a fase de Pesquisa, que engloba o diagrama de inter-relações de espaço, considerações de mudanças e limitações práticas. Por fim, tem-se a avaliação do plano selecionado.

3.3.2 Dados de entrada

Esta etapa caracterizou-se pela realização de visitas e reuniões com o proprietário e com o encarregado do setor de produção. Na primeira reunião, foram apresentados os objetivos pretendidos neste trabalho. Nas demais reuniões, foram discutidos os problemas e as soluções em questão.

O primeiro passo para as realizações das propostas de *layouts* foi o entendimento de como o *layout* atual funcionava. Na coleta dos dados de entrada, um estudo foi realizado no atual *layout* do setor de produção de gaiolas para desenvolver uma lista completa dos equipamentos e suas dimensões conforme mostrada na Tabela 1.

Tabela 01 – Relação dos equipamentos, quantidades e suas dimensões

Equipamentos	Dimensão (m)	Quantidade (unid)	Dimensão Total (m ²)
Máquina de corte de arame fino	2 x 1	2	4
Prateleira para arame cortado	6 x 1	1	6
Ponteadeira	1 x 1	3	3
Máquina de corte	1 x 1	1	1
Máquina de acabamento fino	1,5 x 1,5	1	2,25
Máquina de solda para fechamento	1,5 x 1	2	3

3.3.3 Fluxo de materiais

Uma vez obtidas as sequências de produção, o passo seguinte foi a análise de fluxo de linha e da intensidade de movimentação de produto. Com o objetivo de representar esquematicamente o processo de produção de gaiola e mostrar as etapas que constituem a ordem de execução das atividades, foi elaborada a carta de fluxo de processo. Essa carta pode ser vista na figura 2.



Figura 2 – Carta de fluxo de processo na produção de gaiola

Após a verificação do fluxo de linha no *layout* atual, iniciou-se um estudo para identificar o tempo despendido com movimento dentro do setor de produção de gaiola e o número de metros lineares percorrido pelo produto para concluir o processo de produção. Esses dados são importantes para a comparação com propostas alternativas de *layouts* a serem desenvolvidas.

3.3.4 Inter-relações de atividades

Os dados obtidos são analisados mais detalhadamente, observando quais pontos ou áreas de suporte deveriam estar próximas, conforme sua necessidade ou razão de preferência. Para tanto, usa-se a carta de inter-relações preferenciais que exibe o cruzamento entre os postos e as atividades de suporte envolvidas no processo de fabricação de gaiola. Para determinar a inter-ligação entre cada par de atividade e a razão de proximidade, analisou-se a inter-ligação em conjunto com o proprietário da empresa.

A figura 3 mostra a carta de inter-relações preferenciais que foi elaborada e que serviu de base a proposta do novo arranjo físico.

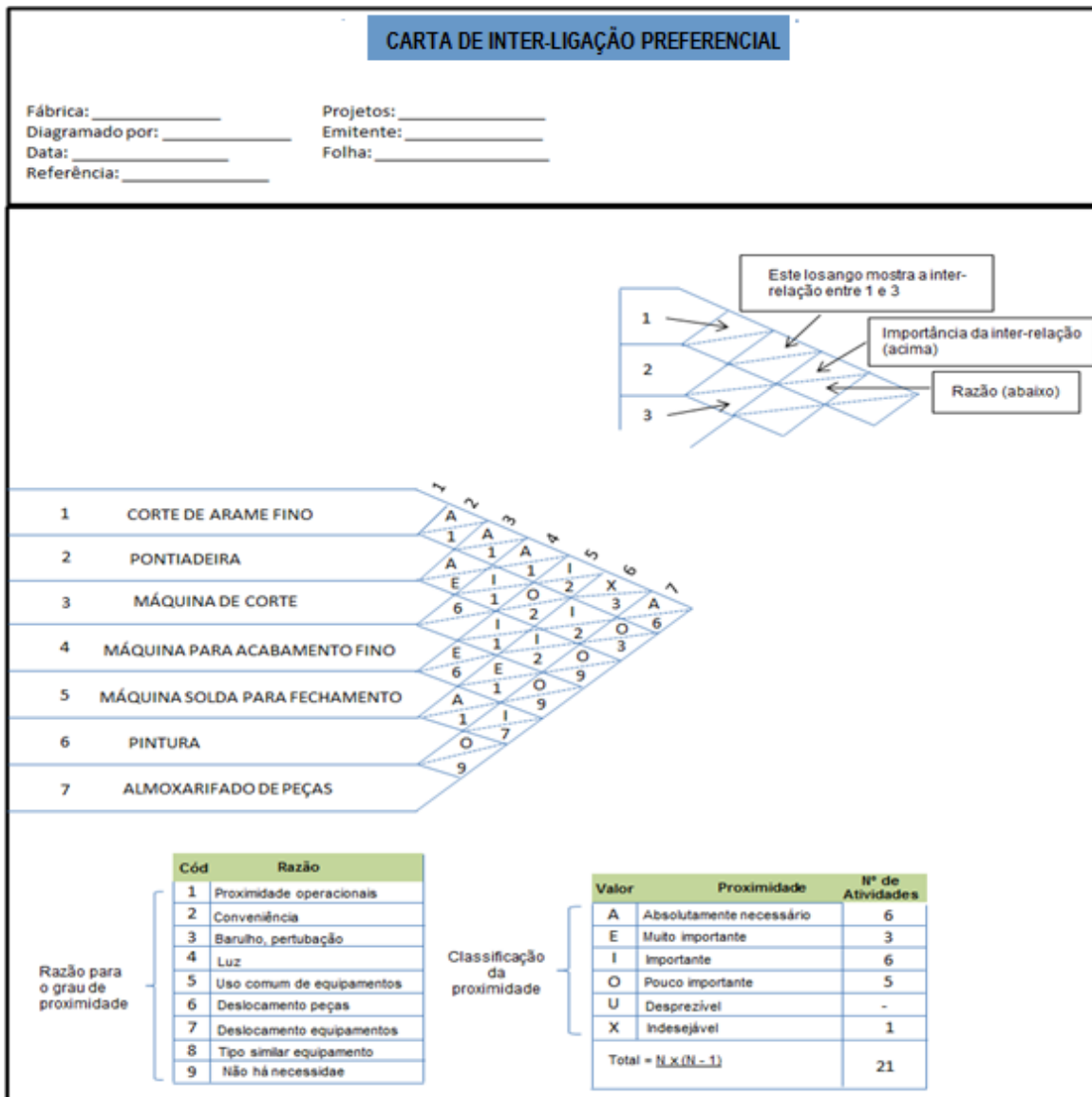


Figura 3 – Carta de inter-relações preferenciais da linha de produção de gaiolas

3.3.5 Determinação dos espaços

Para a determinação dos requisitos de espaço é importante que se identifique detalhadamente as máquinas e equipamentos envolvidos no projeto. Neste caso, foi feito uma

medição do tamanho dos maquinários e do espaço que cada um utiliza, pois, não há registro na empresa de inventário de seu patrimônio.

3.3.6 Considerações de mudanças

Considerando os dados obtidos até então, já podem ser citadas algumas desvantagens do atual *layout* do setor de produção de gaiolas: (i) muitas manobras e grande dispêndio de tempo em movimentação; (ii) estoques intermediários; (iii) perdas de horas produtivas devido ao deslocamento das gaiolas para a etapa seguinte do processo.

4. Proposta de solução

Nesta seção do artigo, é apresentado o *layout* proposto e suas vantagens em relação ao atual *layout*. No sentido de fornecer uma lista de resultados consistente e comparável, foi utilizado o método de distâncias e tempos perdidos com movimentações, no qual, em cada *layout*, foi computada cada distância retilínea entre os postos de trabalho ou atividades e o menor tempo de movimentação.

A movimentação das máquinas e dos equipamentos e sua correta localização dentro do *layout* são importantes para minimizarem perdas financeiras, tempo de execução e ganhos de produção.

Visualizando a redução das perdas e os ganhos de produção e tempo, conforme descrito acima, pode-se observar na figura 4 a proposta do novo *layout*.

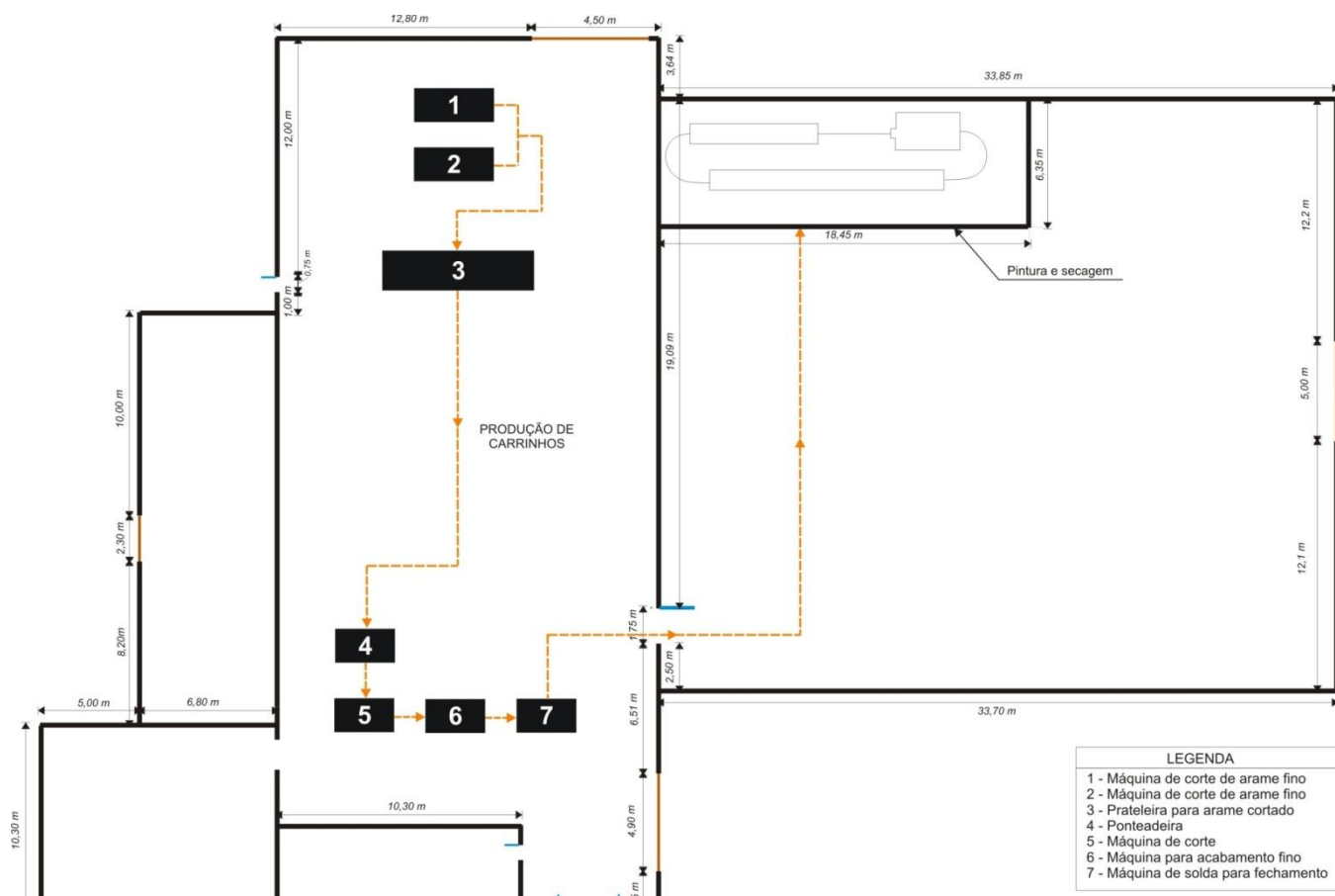


Figura 4 – Proposta de *layout* para processo de produção de gaiolas

Com o *layout* proposto a empresa poderá melhorar o índice de produtividade, uma vez que atualmente isso não é possível pelo fato do atual fluxo não priorizar a racionalização da movimentação entre as etapas produtivas. Isso pode ser evidenciado pela análise dessas etapas. Na primeira, o corte inicial é realizado próximo à produção de carrinhos. Os processos de ponteamento, corte do excesso, acabamento e fechamento ocorrem em um segundo galpão e a etapa de pintura em um terceiro galpão, conforme consta na figura 1.

Através do *layout* proposto, onde a primeira e segunda etapas do processo de montagem das gaiolas são realizadas em um mesmo ambiente, de forma linear e contínua, a eficiência poderá ser calculada de forma mais fácil através da fórmula que divide as horas produtivas (tempo, em horas, em que o produto – gaiola – é fabricado), pelas horas disponíveis (tempo, em horas, da disponibilidade do colaborador para a manufatura do produto).

Para se determinar a eficiência (E), utiliza-se a fórmula 4:

$$E = \frac{\text{HORAS PRODUTIVAS}}{\text{HORAS DISPONIVEIS}} = \% \quad (4)$$

O processo de pintura, por ser comum à produção de gaiolas e carrinhos, foi modernizado, utilizando equipamentos automáticos em uma área específica para pinturas. A gaiola passa pela cabine de tratamento químico, em seguida, entra na cabine de pintura com tinta em pó e na última etapa passa pela estufa para secagem da tinta.

Assim, após realizar o corte da matéria-prima, esta percorrerá cerca de 10m até chegar à segunda etapa de produção (ponteamento, corte do excesso, acabamento, fechamento). Em seguida, a gaiola pronta será encaminhada para a pintura que ficará distante 19m da etapa anterior. Este novo *layout* irá reduzir cerca de 48,48% a área percorrida pela gaiola desde o início até o final do processo produtivo, gerando assim, uma redução no *lead time*. O *layout* proposto também poderá proporcionar uma análise do fluxo de linha entre os postos de trabalho e setores sem interrupções. Este novo *layout* proposto proporciona maior capacidade produtiva, qualidade e segurança aos gestores da área de produção, possibilitando um diagnóstico mais rico e detalhado do desempenho do setor, além de resolver o gargalo do processo produtivo que, no atual *layout*, é a grande distância existente entre as etapas de produção. Uma vez que no atual *layout* a distância entre as etapas produtivas torna-se gargalo para uma boa eficiência, gerando estoques entre as etapas de produção e sobrepondo alguma ineficiência de produção que venha a existir.

5. Conclusões

O presente trabalho demonstrou o processo de análise e aplicação do SLP em uma empresa de produção de gaiolas. Em relação à metodologia analisada, conclui-se que o procedimento e os passos orientados pelo Planejamento Sistemático de *Layout* fornecem uma base metodológica para a coleta de dados, pesquisa e análise de arranjo físico, ponderando minuciosamente os dados relevantes.

O *layout* atual faz com que a produção das gaiolas ocorra em etapas distantes umas das outras, sem a devida preocupação com a produtividade e custo. Em decorrência disso, há alto índice de formação de estoques durante a linha de produção, gerando desperdício de matéria-prima e perda de eficiência. O produto percorre em torno de 59,81m desde o início até o final de processo, com um *lead time* de aproximadamente de 40 minutos.

O layout proposto para que o processo fabril ocorra em um mesmo ambiente, de forma linear e contínua, facilitando a identificação, eliminação e/ou redução de perdas, as quais são ocasionadas devido ao *layout* atual da fábrica. O novo modelo propõe que os equipamentos sejam arranjados próximos uns dos outros, fazendo com que a matéria-prima após ser cortada, percorra cerca de 10,0m até chegar à segunda etapa de produção (ponteamento, corte do excesso, acabamento e fechamento). O setor de pintura ficará a 19,0m da linha de montagem de gaiolas.

Este novo *layout* irá reduzir cerca 29,0m o percurso da matéria-prima, que representa uma redução de 30,81m, desde o início até o final do processo produtivo, proporcionando uma diminuição do *lead time* e ganho de produtividade.

Referências

CORRÊA, H.L.; CORRÊA, C.A. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Atlas, 2ª ed., 690 p., 2008.

COSTA, A.J. **Otimização de um layout de produção de um processo de pintura de ônibus**. Porto Alegre, 2004. Dissertação (Mestrado Profissionalizantes em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 123 p., 2004.

DAVIS, M.; NICHOLAS, A.; RICHARD, C. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARTINS, P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

MUTHER, R. **Planejamento do layout: sistema SLP**. São Paulo: Edgard Blucher, 1978.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2ª ed., 746 p., 2008.

YANG, T.; CHAO-TON, S.; YUAN-RU, H. Systematic layout planning: a study on semiconductor wafer fabrication facilities. **International Journal Of Operations Production Management**, vol.20, n.11, p. 1359-1371, 2000.