

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LEIAUTE INDUSTRIAL:
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE
CONFECÇÕES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Francelli Ignácio Gonçalves Zart

Santa Maria, RS, Brasil

2015

**LEIAUTE INDUSTRIAL:
ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÕES**

POR

Francelli Ignácio Gonçalves Zart

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial para obtenção do grau de **Bacharel em Engenharia de Produção.**

Orientador: Marcelo Battesini

Santa Maria, RS, Brasil

2015

LEIAUTE INDUSTRIAL: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE CONFECÇÕES

FRANCELLI IGNÁCIO GONÇALVES ZART (UFSM)

francelli.zart@gmail.com

MARCELO BATTESINI (UFSM)

marcelo-battesini@ufsm.br

Muitas empresas estão aderindo a novos conceitos, estratégias e mudanças em seus sistemas de produção para se tornar mais competitivas. O planejamento do leiaute é uma peça chave para potencializar a geração de lucros das empresas. A definição do melhor arranjo para o sistema produtivo assume grande importância para o aumento da capacidade produtiva e o alcance dos resultados esperados. Este trabalho de conclusão de curso tem o objetivo de propor um novo leiaute industrial para uma empresa de confecção de roupas fitness. O trabalho caracteriza-se como um estudo de caso conduzido com base nas etapas propostas para um planejamento sistemático de leiaute. O estudo do equilíbrio da capacidade entre setores, a análise dos fluxos de materiais e a proposição de soluções alternativas para a disposição dos setores propiciaram identificar o leiaute que melhor atende às necessidades da empresa. O arranjo físico proposto possibilita um acréscimo de capacidade na ordem de 200%, além de uma aproximação dos departamentos que apresentam maior afinidade, uma maior flexibilidade para o sistema produtivo e um arranjo físico mais ágil e eficiente, em função de uma redução dos cruzamentos entre fluxos.

Palavras-chave: LEIAUTE; SISTEMA DE PRODUÇÃO; PLANEJAMENTO SISTEMÁTICO DE LEIAUTE; ARRANJO FÍSICO; INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO.

Many companies are adhering to new concepts, strategies and changes in their production systems to become more competitive. The layout planning is a key element to enhance the generation of profits. Defining the best arrangement for the production system is very important for increasing productive capacity and the achievement of expected results. This course conclusion work aims to propose a new industrial layout for a business of making fitness clothes. The work is characterized as a case study conducted based on proposed steps for systematic planning layout. The sector capacity balance study, the analyses of material flows and the proposal alternatives for the sectors disposition have led identify the layout that best suits the company's needs. The physical arrangement proposed allows for capacity increases of 200%, and an approximation of the departments that have tutors affinity, greater flexibility for the production system and more agile efficient physical arrangement, due to a reduction in crossing flows.

Keywords: LAYOUT; PRODUCTION SYSTEM; SISTEMATIC LAYOUT PLANNING; PHYSICAL ARRANGEMENT; CLOTHING INDUSTRY.

1. Introdução

A proposta de arranjo do local onde os recursos de transformação estão dispostos define-se como sendo o processo que envolve a organização dos setores, com o objetivo de aperfeiçoar a movimentação e tornar o sistema produtivo mais prático e eficiente. Quando há o interesse em construir uma nova planta industrial, o estudo sobre leiaute torna-se essencial para desenvolver um projeto adequado às necessidades da empresa. Em relação a isso, investir em um bom leiaute apresenta muitos benefícios, pois através dele pode ocorrer uma economia de tempo, controle de qualidade do sistema produtivo, conforto, segurança, melhor utilização do espaço físico que gera economia de tempo, melhor armazenamento dos materiais e, aumento nas vendas.

Um planejamento de leiaute inadequado pode ocasionar diversos problemas como estoque de materiais indesejados, clientes insatisfeitos, peças e maquinário mal posicionados, erros durante as operações, inexistência de um bom controle da qualidade, condições de trabalho desfavoráveis, entre outros problemas que reduzem o lucro da empresa (SLACK et al., 2009). Ademais, a empresa ABC, foco do desenvolvimento desse estudo, atua no ramo de confecção de roupas *fitness* e sua planta atual apresenta uma área relativamente pequena para satisfazer um acréscimo na demanda, além de não poder ser ampliada, o que dificulta o aumento da sua capacidade produtiva e limita o crescimento nas vendas. Nesse caso, estudar o arranjo físico antes de propor uma mudança para a empresa é fundamental.

Uma abordagem muito utilizada para o planejamento de leiaute é o planejamento sistemático de leiaute (SLP), que segundo Tompkins et al. (1996), tem o objetivo de maximizar a eficiência e capacidade de produção a partir de um melhor aproveitamento do espaço, minimizando fluxos inapropriados e custos desnecessários.

Este trabalho tem como objetivo propor uma nova solução de leiaute para uma empresa de confecção de roupas *fitness* a partir da utilização do método SLP.

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a revisão bibliográfica, compreendida pelas teorias que proporcionam um embasamento para o desenvolvimento do trabalho; a seção 3 aborda a classificação da metodologia utilizada, além de especificar as etapas a serem desenvolvidas através do método escolhido; a seção 4 evidencia os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia escolhida; e por fim, a seção 5 expõe a conclusão do estudo, resumindo as principais descobertas.

2. Referencial teórico

2.1 Planejamento de leiaute

O leiaute corresponde à distribuição dos recursos de transformação e segundo Hasan et al. (2012) tem um impacto significativo na performance do sistema produtivo da empresa. Segundo Junior et al. (2012), o arranjo físico tem como objetivo adequar as instalações à produção, dentro do espaço disponível, com o intuito de harmonizar o sistema de produção para que o processo se torne mais efetivo. De acordo com Martins e Laugeni (2005), qualquer mudança nos equipamentos dentro da empresa pode influenciar o fluxo de materiais e de pessoas. Para Santos et al. (2012), assuntos relacionados com leiaute vêm sendo cada vez mais frequentes no meio empresarial.

Longaray e Fiussen (2014) defendem que se a empresa investir em um planejamento de leiaute ocorrerá uma melhora em seu sistema produtivo, e por consequência irá se tornar mais competitiva no mercado. Além disso, Martins e Freitas (2014) observam que as empresas estão se preocupando cada vez mais com o bem estar dos trabalhadores dentro do ambiente de trabalho, pois percebem um aumento na produtividade e na qualidade dos serviços.

A partir do momento em que um arranjo físico é modificado, é possível perceber que a empresa é afetada em relação a suas metas futuras, ou seja, novas metas serão propostas, afirmam Krajewski et al. (2005). Assim, Trein (2001) caracteriza objetivos relacionados a essa mudança: redução do custo de manuseio de materiais; melhor comunicação interna; aumento da capacidade produtiva; maior aproveitamento das máquinas, equipamentos e mão de obra; redução de riscos.

Para Ojaghi et al. (2015), é importante que o leiaute seja utilizado de forma correta para alcançar bons resultados. Além disso, Muther (1978) garante que realizar um bom planejamento de leiaute antes da implementação pode fazer com que a empresa não passe por momentos difíceis futuramente em relação a tempo e dinheiro. Em relação a isso, Vilarinho e Guimarães (2003) afirmam que um planejamento equivocado implicará em futuras alterações no leiaute da planta, podendo ocorrer mudanças significativas e custos ainda mais elevados. Ramli e Cheng (2014) defendem que o planejamento eficiente de um leiaute tem a capacidade de aumentar a produção enquanto minimiza o espaço utilizado. Além disso, para Gaither e Frazier (2005), o espaço a ser utilizado deve levar em consideração a segurança dos colaboradores, conforto, flexibilidade para rearranjar as operações e facilitar o processo de manufatura. Diante disso, Anish e Ibrahim (2014) comentam que um leiaute que atenda a

todas essas especificações vai beneficiar a empresa, inclusive, todos os colaboradores, pois a satisfação no trabalho irá aumentar, e, por conseguinte, aumentará a produtividade.

Para Tompkins et al (1996) quatro componentes devem fazer parte de um projeto de leiaute: a construção, o sistema de armazenamento, o sistema de manipulação e a disposição das instalações. Em função disso, Tortorella e Fogliatto (2008) afirmam que esses componentes interagindo entre si, são capazes de resolver simultaneamente todo o processo. Já Muther (1978) declara que oito fatores devem ser levados em consideração durante o planejamento de um leiaute de qualidade: material, equipamento, mão de obra, movimentação, espera, serviços, edifício e mudança.

Santos et al. (2012) garante que a partir do momento em que há alguma alteração no sistema produtivo da empresa, o leiaute, conseqüentemente será modificado. Em virtude disso, para Slack et al. (2009), o estudo de leiaute torna-se necessário em diversas situações: sistema de produção mal distribuído; maquinário mal posicionado; ambiente de trabalho hostil; quantidades excessivas de estoque; fluxos de materiais e pessoas mal distribuídos; desperdício de tempo em certas atividades; reforma ou instalação de uma nova fábrica. E, segundo Carlo et al. (2013), existem problemas relacionados ao leiaute que podem prejudicar a empresa: custos de manuseio de materiais; excesso de produção; tempo total de produção elevado; indisponibilidade de investimento em materiais e equipamentos; má utilização do espaço.

Ademais, Ramli e Cheng (2014) sustentam que o planejamento eficiente de um arranjo físico pode fazer com que esses problemas sejam resolvidos, fazendo com que os custos sejam reduzidos, retrabalhos não aconteçam, tempo de produção seja reduzido, investimento em equipamentos diminuam e que haja uma otimização do espaço.

2.2 Planejamento sistemático de leiaute (SLP)

Muther (1978) afirma que o planejamento sistemático de leiaute (SPL) é um sistema composto por fases que irão auxiliar na melhor disposição do arranjo físico da empresa, e se elaborado da maneira correta irá proporcionar um aumento da produtividade, da qualidade e capacidade produtiva. Em relação a isso, Kerns (1999) comenta que se o planejamento sistemático de leiaute for implementado dessa forma, o mesmo será capaz de fornecer elementos indispensáveis para o processo de produção. Além disso, Tang (2002) sustenta que essa implementação não irá proporcionar gastos e custos desnecessários para a fábrica, ocorrendo, assim uma otimização dos custos do projeto.

O SLP é uma metodologia que tem como objetivo desenvolver alternativas de leiaute apropriadas para satisfazer as exigências propostas pela empresa (TOMPKINS et al., 1996). É um método composto por fases, onde utiliza-se uma sequencia de procedimentos para encontrar alternativas de arranjo físico adequadas. Conforme Muther (1978) apud Tompkins et al. (1996), o SLP é estruturado nas fases análise, pesquisa e seleção, que serão utilizadas na elaboração do projeto de leiaute, objetivo deste trabalho. Essas fases possuem etapas, identificadas na Figura 1, que serão desenvolvidas na estrutura adotada na seção de resultados.

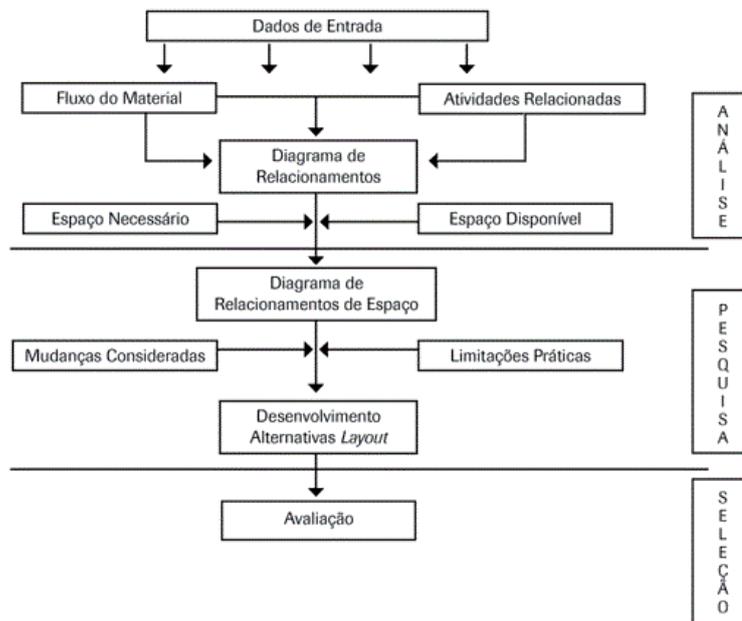


Figura 1 - Sistema de procedimentos SLP

Fonte: Adaptado de (Muther (1978) apud Tompkins et al., 1996)

Para Muther (1978), na etapa dados de entrada devem ser obtidas informações essenciais para o desenvolvimento do estudo de leiaute: produto, quantidade, roteiro, serviços de suporte e tempo. Essas informações são caracterizadas pelo autor através das iniciais PQRST que abrangem uma grande quantidade de informações fundamentais para dar o subsídio inicial à elaboração do projeto, inclusive chamadas de dados de entrada.

Conforme o sistema de procedimentos do SLP de Muther (1978), logo após os dados de entrada são apresentadas as etapas subsequentes para a elaboração do método, onde as nove etapas estão divididas em três grandes fases: análise, pesquisa, seleção. A aplicação adequada de todas essas etapas permite que sejam encontradas alternativas de leiaute viáveis, e por fim, ocorra a seleção da melhor solução que atenda as necessidades da empresa.

3. Procedimentos metodológicos

3.1 Cenário

A empresa ABC atua no ramo de confecção de roupas fitness, sob encomenda, onde os produtos mais vendidos são as calças de ginástica. Está no mercado a mais de 20 anos. Localiza-se na cidade de Santana do Livramento, no estado do Rio Grande do Sul e atende clientes no Brasil, Uruguai e Argentina. A empresa é de pequeno porte e possui, atualmente, sete colaboradores, porém apresenta uma demanda muito grande com vendas por atacado e pedidos feitos em quantidade elevada.

A confecção de calças de ginástica abrange desde a encomenda do pedido até a entrega da mercadoria, envolvendo as seguintes etapas: realização do pedido; verificação de material disponível no estoque (se há a quantidade de rolos de malha necessários para fazer a encomenda ou se há necessidade de comprar mais tecido); produção (corte do tecido de acordo com os moldes, costura, fazendo com que as peças passem por determinadas máquinas que apresentam funções diferentes no detalhe da costura e embalagem dos produtos); entrega da mercadoria.

A produção da empresa é manual, organizada por processos, exigindo em cada etapa, a presença de algum colaborador. E no momento, em função da demanda elevada, necessita ampliar seu espaço atual. Porém, o terreno onde é localizada não apresenta condições de ampliação. Logo, a empresa tem o objetivo de realizar um estudo sobre o planejamento de leiaute e desenvolver uma nova planta industrial para suprir essa necessidade. Nesse sentido, a questão motivadora que direciona o objetivo deste trabalho é a possibilidade de produzir uma solução de leiaute em um novo site que propicie a ampliação da capacidade produtiva e melhorias nos fluxos com os mesmos equipamentos atualmente utilizados pela empresa.

3.2 Classificação da pesquisa

Fachin (2001) afirma que a classificação de uma pesquisa é muito importante, pois a partir dela é possível reconhecer as semelhanças e diferenças entre diversas modalidades de pesquisa. Logo, cada pesquisa é naturalmente diferente de qualquer outra e se inicia com algum tipo de problema ou questionamento.

Segundo Gil (2010), um problema pode ser caracterizado como científico, de engenharia ou de valor. Diante disso, o problema desta pesquisa pode ser classificado como de natureza

científica (aplicada), pois envolve variáveis que podem ser testadas, sendo suscetível de observações e de manipulações.

A abordagem pode ser classificada como quantitativa ou qualitativa. Em função disso, a abordagem é identificada como quantitativa, pois apresenta resultados a partir de análises e coleta de dados, onde os objetivos são bastante específicos e possibilita a análise objetiva dos dados (GIL, 2010).

Para Andrade (2010), as pesquisas podem ser classificadas, quanto aos seus objetivos, a partir de três grupos: exploratórias, explicativas e descritivas. Esta pesquisa pode ser classificada como explicativa, pois de forma geral, utiliza as formas relativas da pesquisa experimental. Além disso, este tipo de pesquisa explica o propósito e o motivo dos fenômenos, pois investiga o conhecimento de uma determinada realidade.

Já, quanto aos procedimentos técnicos utilizados, Gil (2010) afirma que uma pesquisa pode ser classificada como bibliográfica, levantamento, estudo de caso ou pesquisa-ação. Em vista disso, esta pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso, pois trata-se da análise de um caso específico com o objetivo de investigar o problema definido, a partir de informações atuais relevantes e da sugestão de hipóteses com o intuito de alcançar os resultados propostos.

3.3 Etapas do trabalho

Nesta sessão serão apresentadas as informações referentes ao desenvolvimento das etapas do SLP para o planejamento do leiaute industrial da empresa objeto do estudo de caso. Será utilizada a metodologia de planejamento sistemático de leiaute (SLP) sistematizado na Figura 1, onde as etapas que abrangem o SLP serão desenvolvidas através da utilização de algumas ferramentas durante a implantação do método.

Para um melhor entendimento das etapas que o SLP propõe, será utilizada a sequência do sistema de procedimentos do SLP, onde as etapas serão evidenciadas junto às ferramentas e procedimentos apropriados, proporcionando uma melhor compreensão do que será desenvolvido durante o trabalho em questão, conforme a Figura 2.

Fase	Etapa	Descrição	Ferramentas utilizadas
Análise	Dados de entrada: PQRST e atividades	Levantamento de informações sobre o volume, variedade e quantidade de produção, e, também, as atividades que envolvem a empresa.	Utilização de quadros que irão conter as informações decorrentes.
	Fluxo de materiais	Observa-se qual seria a movimentação ideal dos materiais dentro da fábrica, que permita que os materiais sejam movimentados de forma simples e eficiente.	Carta de processo, que representará o fluxo dos processos de fabricação. A carta apresenta simbologias para cada processo dentro da empresa e os liga a partir de linhas, respeitando o fluxo percorrido pelo produto.
	Atividades relacionadas	São estabelecidas de acordo com a importância de sua proximidade, onde é possível observar quais atividades devem estar mais próximas ou mais distantes.	Carta de interligações preferenciais, representada por uma matriz triangular que identifica através de números e letras, a importância e a razão da proximidade.
	Diagrama de relacionamentos	Representa a relação das áreas de produção, ou seja, representa como as atividades, áreas e departamentos estão relacionados, considerando a sua localização e qual o grau de proximidade entre eles.	Diagrama de relacionamentos de atividades, que apresenta uma simbologia para cada processo ligado por linhas de acordo com o grau de importância de sua proximidade.
	Espaço necessário	Análise das dimensões do espaço e da capacidade total da empresa, atual, e da perspectiva de aumento da capacidade de produção futura. Presumir áreas destinadas a cada setor.	Essa etapa será explicitada através de quadros e gráficos que evidenciarão as informações pertinentes.
	Espaço disponível	Adaptação da etapa anterior de acordo com o espaço disponível que a nova planta industrial dispõe, verificando os espaços dos setores, a fim de construir o espaço da forma mais adequada.	Análise das dimensões e da utilização de um software assistido Sketchup que dará subsídio para execução do projeto.
Pesquisa	Diagrama de relacionamentos de espaço.	Adequação do espaço necessário ao espaço disponível, para indicar a melhor localização dos setores dentro do leiaute, onde será possível propor alternativas de arranjo para a empresa que atendam as especificações e informações envolvidas até o momento.	Diagrama que adapta dimensões ao diagrama de relacionamentos de atividades, descrito anteriormente. Assim, as alternativas de arranjo serão propostas, através da utilização do software assistido Sketchup.
	Mudanças consideradas e limitações práticas	Verificação de mudanças necessárias e limitações em relação à segurança, especificações do prédio, custos, entre outros, para propor uma solução de leiaute ainda mais viável.	Análise descritiva das mudanças, ajustes e limitações identificadas ao longo do desenvolvimento do projeto.
	Desenvolvimento de alternativas de leiaute	Combinação de todas as informações recolhidas das etapas anteriores. Desenvolvimento das alternativas de leiaute.	Software assistido Sketchup, onde mostrará diferentes propostas de leiaute para a empresa.
Seleção	Avaliação	Avaliação e comparação das alternativas propostas na fase anterior com o intuito de escolher a melhor solução que se adapte as necessidades da empresa.	Avaliação de critérios decisivos que irão auxiliar na escolha da solução, demonstrados em um quadro comparativo, onde o diretor da empresa irá participar da escolha.

Figura 2 - Etapas do SLP

Fonte: Adaptado de Tompkins et al. (1996)

4. Resultados e discussão

Nesta seção são apresentadas as etapas, os procedimentos adotados e os resultados referentes à aplicação do sistema de procedimentos do SLP, proposto por Muther (1978), para o desenvolvimento de um novo leiaute industrial da empresa.

4.1 Obtenções dos dados de entrada e identificação das atividades desenvolvidas

Muther (1978) sistematiza a busca de informações necessárias com a simbologia PQRST, que representam, respectivamente: o produto (P) representa o que a empresa produz; a quantidade (Q) representa quantos produtos são produzidos; o roteiro (R) evidencia o processo de fabricação do produto; os serviços de suporte (S) correspondem às atividades, recursos ou funções que auxiliam no processo produtivo da empresa: área de recebimento e expedição, administração, manutenção, sanitários, alimentação, armazenagem, entre outros; e o tempo (T) que equivale quantidade de horas de operação, aos turnos de trabalho, a sazonalidade, etc. Esses itens são apresentados, a seguir, em relação ao caso analisado.

Os dados foram obtidos pela observação direta em visitas à empresa e com o auxílio do diretor para que as informações pertinentes fossem recolhidas e apresentadas da melhor forma. É importante salientar que esta etapa foi desenvolvida em relação às instalações atuais da empresa.

A empresa confecciona diferentes produtos da linha *fitness*, (P, produto), sendo que a produção mais representativa é a de calças de ginástica, lisas e com acabamento, de diferentes tamanhos. As etapas de produção desses produtos serão analisadas durante este estudo.



Figura 3 – Imagens das calças lisas (esquerda) e com acabamento (direita)

Fonte: Fornecido pela empresa (2015)

A empresa produz mensalmente, entre 8.000 e 10.000 unidades de calças de ginástica (Q, quantidade), sendo que destas 80% são calças lisas e 20% são calças com algum tipo de

acabamento. As calças lisas são os produtos mais vendidos e o seu processo de fabricação é relativamente rápido, já o processo de acabamento envolve mais tempo para ser executado. Os produtos confeccionados utilizam diferentes tipos de tecidos e requerem um conjunto de materiais relativamente pequeno, cujas quantidades são discriminadas na Figura 4.

Materiais utilizados para produção		Quantidade média/mês
Tecidos	Cotton (algodão com lycra)	2.500Kg (9000 peças)
	Suplex (poliamida com lycra)	250Kg (900 peças)
	Jakar (poliamida com lycra)	200Kg (700 peças)
Linhas para confecção	Algodão	70 und
	Poliéster	60 cones
Elástico		10 und
Etiquetas		10600 und
Tachinhas		3000 und
Moldes		20 tipos

Figura 4 – Levantamento de matérias-primas
Fonte: Informado pela empresa (2015)

As operações envolvidas no processo de fabricação das calças de ginástica que a empresa apresenta atualmente (R, roteiro) têm suas principais etapas de processamento caracterizadas na Figura 5.

1. Almojarifado
2. Corte
3. Confecção
3.1 Fechamento das peças: costurar os moldes
3.2 Etiquetagem: identificar as peças com etiquetas
3.3 Controle de qualidade: checar imperfeições/defeitos das peças/tirar excessos
3.4 Acabamento, quando há necessidade de colocar bolsos, tachinhas, etc
4. Armazenagem
5. Dobra
6. Administração
7. Recebimento/Expedição

Figura 5 – Operações relacionadas à produção de calças de ginástica
Fonte: Levantamento na empresa (2015)

O levantamento *in loco* permitiu identificar máquinas e equipamentos especializados para a confecção de roupas *fitness*, utilizados especialmente nas etapas de corte e confecção, como apresentado na Figura 6. Algumas ferramentas também são utilizadas durante a produção, como tesoura, régua, agulhas, marcador de moldes, ferramentas de conserto, pinça, entre outras.

Máquinas	Quantidade
Máquina de corte (corta os moldes)	1
Overlock (costura a peça)	6
Galoneira (faz a barra da calça)	4
Reta (costura bolsos)	2
Multiagulhas (faz vies)	1
Prensa para etiquetagem (colocar a marca)	1
Máquina para colocar botão	1
TOTAL =	16

Figura 6 – Máquinas utilizadas e quantidade
Fonte: Levantamento na empresa (2015)

A empresa possui um total de sete funcionários, todos dedicados à produção, inclusive o diretor, que além de ser responsável por toda administração da empresa (S, serviço de suporte), auxilia no processo produtivo de forma significativa. Além disso, foi identificada a necessidade de alguns serviços de suporte, como uma cozinha, sanitários para ambos os sexos, circulações adequadas às normas de segurança, escritório e um local específico para exposição dos produtos.

A mesma apresenta uma jornada de 42 horas de trabalho por semana, de segunda-feira a sábado, das 13h às 19h30min (T, tempo), respeitando os intervalos previstos na legislação trabalhista vigente. Ademais, a Figura 7 evidencia os tempos referentes a cada operação, que subsidiarão as etapas a serem realizadas posteriormente, dentre elas, a análise de capacidade de produção e o balanceamento do processo produtivo, apresentados no tópico 4.5.

Operação	Tempo dedicado	Total
Corte		
Desenrolar 1 rolo	1,10 min (x4)	3 h
Cortar excessos e preparar o tecido de 1 rolo	20 s (x4)	
Esticar 1 rolo	25,2 min (x4)	
Colocar os moldes em cima do tecido preparado + corte	13, 48 min	
Preparar e levar 1 bloco de molde para costurar até a overlock	15 s (x4)	
Overlock		
Costurar a calça com o cóis	56 s	56 s
Galoneira		
Costurar a calça	1min	1 min
Etiqueta		
Colocar a calça na mesa e prensar a etiqueta	15 s	15 s
Acabamento		
Colocar bolso e fazer acabamento na calça (máquina reta)	3,4 min	5,9 min
Costurar a calça na overlock + galoneira	1,56 min	
Colocar botão na calça	35 s	

Figura 7 – Tempos das operações
Fonte: Levantamento na empresa (2015)

4.2 Fluxo de materiais

Para a análise do fluxo de materiais da empresa, foi utilizada uma carta de processo, para notar a movimentação dos materiais que ocorre no processo produtivo. A carta de fluxo de fabricação da calça lisa e da calça com acabamento é apresentada na Figura 8.

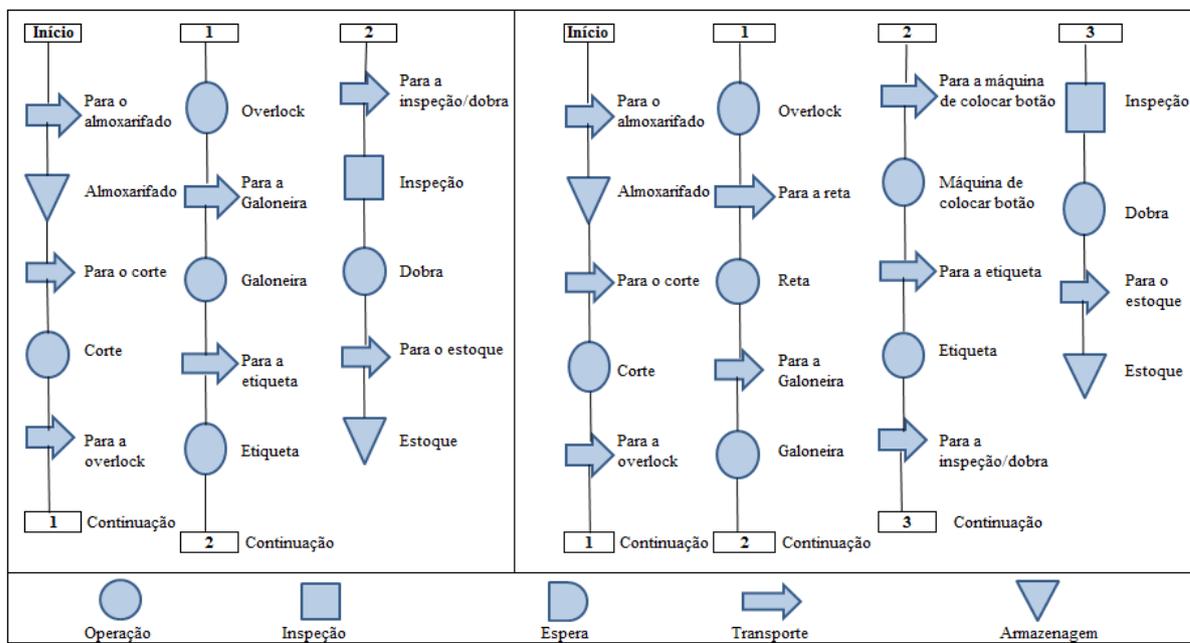


Figura 8 – Carta de processo da calça de ginástica lisa (esquerda) e com acabamento (direita)

Fonte: Levantamento na empresa (2015)

A partir da carta de fluxo e das distâncias medidas *in loco*, foi possível representar o fluxo físico de materiais pela empresa, com base nas distâncias percorridas pelos produtos entre os centros dos setores. A Figura 9 apresenta essa consolidação para um lote típico com 280 calças, para o produto calça de ginástica lisa, cujo sequenciamento é 1-2-3-4, resultando em uma distância percorrida de 21,55m.

ATIVIDADES	DE/PARA	1	2	3	4	5
1-Almoxarifado	1	0	5,2m	4,55m	9,5m	4m
2-Corte	2		0	5,5m	14,5m	8,6m
3-Produção	3			0	10,85m	5m
4-Recebimento/Expedição	4				0	6m
ADM	5					0

Figura 9 - Distância entre os centros para a calça lisa na situação atual

Fonte: Levantamento na empresa (2015)

4.3 Relacionamento das atividades

Inicialmente, é preciso caracterizar as atividades em termos de unidades de planejamento de espaço (UPE's). Isso ocorre através da observação dos setores que a empresa apresenta atualmente, e quais ela pretende dispor na nova planta industrial. Essas atividades foram realizadas em conjunto com o diretor da empresa, considerando o desenvolvimento de um novo leiaute industrial para a mesma, assim como foi elaborada uma carta de relacionamento entre as UPE's, evidenciada na Figura 10. A análise da carta de relacionamento de atividades indica que as relações mais importantes estão ligando as principais operações de fabricação. São evidenciados os graus de importância para as proximidades entre UPE's e a razão dessa proximidade. O grau de importância é classificado da seguinte forma: A – absolutamente importante; E – extremamente importante; I – importante; O – ordinário; U – não necessário; X – isolado. E a razão da proximidade pode ser representada com os seguintes valores: 1 – fluxo de materiais; 2 – manutenção; 3 – ruído; 4 – comunicação; 5 – pessoal.

	UPE's	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Almoxarifado/Estoque		A (1,4,5)	I (1)	I (1)	A (1, 4)	O (5)	I (1)	E (1,4)	O (5)
2	Corte			A (1, 4)	E (1,4)	O (5)	O (5)	A (1, 4)	O (5)	O (5)
3	Overlock				A (1, 4)	I (1)	O (5)	O (5)	O (5)	O (5)
4	Galoneira					A (1, 4)	O (5)	O (5)	O (5)	O (5)
5	Etiqueta/Dobra						O (5)	O (5)	O (5)	O (5)
6	Administração/Banheiro							O (5)	O (5)	O (5)
7	Célula auxiliar								A (1, 4)	O (5)
8	Acabamento									O (5)
9	Cozinha/Banheiro									

Figura 10 - Carta de relacionamento entre UPE's

Fonte: Produzida pela autora em colaboração com a empresa (2015)

4.4 Diagrama de relacionamentos

O diagrama de relacionamentos é determinado a partir da observação da carta de relacionamento entre UPE's realizada anteriormente, identificando a relação entre elas de forma esquemática, onde as principais atividades são identificadas através de símbolos, e o grau de importância entre elas é representado por linhas. O objetivo é reduzir a distância entre as atividades, agregando as atividades que apresentam utilidades semelhantes, possibilitando um fluxo mais sequencial e eficiente.

A Figura 11 apresenta o diagrama de relacionamentos entre atividades, agregadas nas UPE's, que irá subsidiar a elaboração das propostas de leiaute para a nova planta industrial da empresa, pois identifica quais as atividades que devem permanecer mais próximas possível para que haja um melhor aproveitamento do sistema produtivo da empresa.

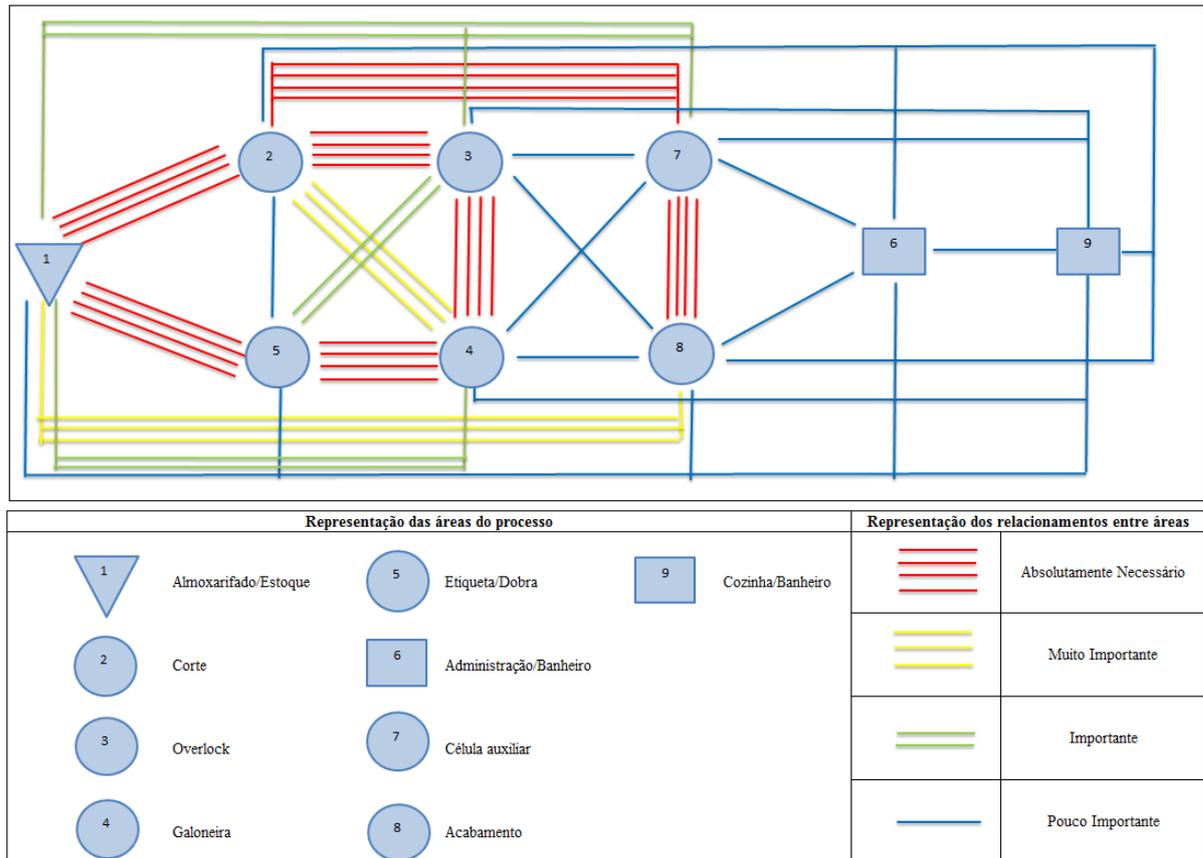


Figura 11 - Diagrama de relacionamentos entre atividades

Fonte: Autora (2015)

4.5 Espaço necessário

Essa análise é feita a partir de um levantamento de informações relacionadas às dimensões que a empresa ocupa atualmente e de acordo com a sua capacidade produtiva, o que possibilita estimar o espaço mínimo necessário para que a empresa aumente a sua capacidade de produção e se torne mais eficiente, um dos objetivos do estudo.

O primeiro passo é levantar dados sobre a capacidade total de produção da empresa atualmente, ou seja, analisar de forma quantitativa quantas peças o seu processo é capaz de produzir, e em seguida propor alternativas de utilização da capacidade, com o intuito de balancear o processo da melhor forma possível, sem que haja a necessidade de um investimento elevado. Com base nos valores de tempo dedicados a cada operação indicados na Figura 7, foi realizada a análise determinística da capacidade para a produção atual, apresentada na Figura 12.

A partir da análise do sistema atual, percebe-se que a operação de corte é o gargalo, pois produz muito menos peças que as demais operações, limitando a taxa total de produção do sistema de produção atual a 15674,4 peças/mês.

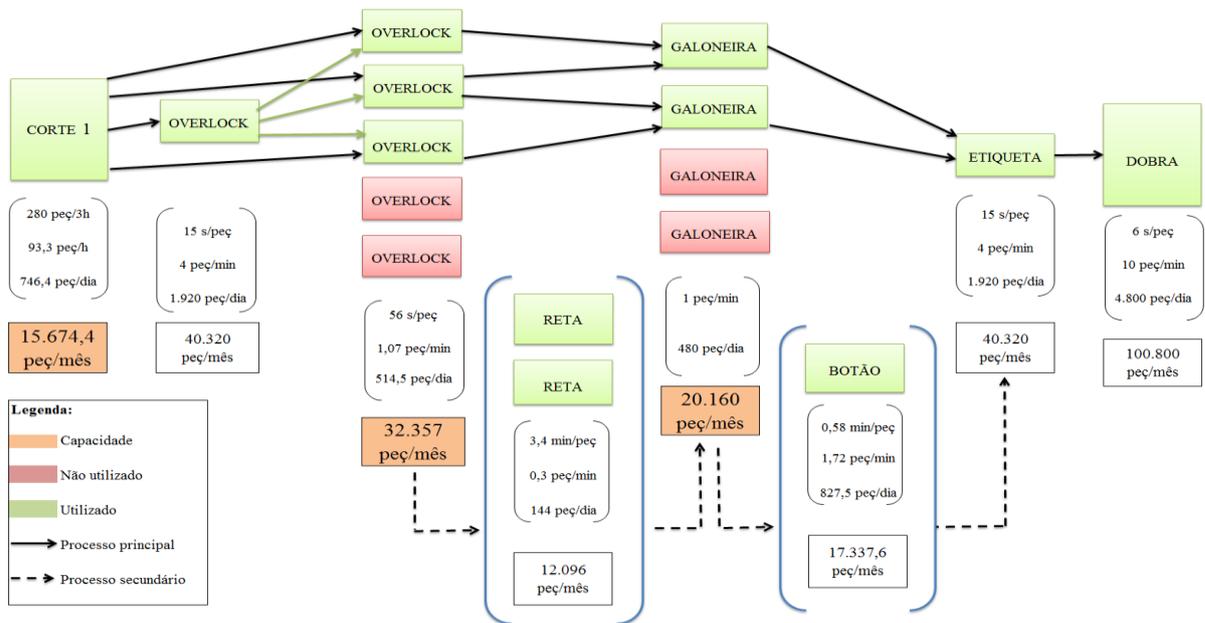


Figura 12 - Análise da capacidade de produção para a situação atual

Fonte: Autora (2015)

É interessante observar que a relevância em termos de perdas potenciais de material e falta de espaço na sede atual da empresa, que somente permite a instalação de uma mesa de corte, caracteriza o setor de corte como uma operação chave da empresa. Essa constatação levou a proposição de duas alternativas para solucionar o sistema produtivo, ambas contando com o mesmo número de máquinas já disponível na empresa, porém adicionando duas estações de corte com o objetivo de equilibrar ao máximo as principais operações de produção. Em função disso, a Figura 13 apresenta a análise determinística de capacidade para a primeira solução alternativa proposta para o sistema produtivo. Nessa alternativa foram utilizadas todas as máquinas que a empresa dispõe, com o intuito de utilizar ao máximo a capacidade da empresa, porém, as máquinas do processo principal (calça lisa) e as máquinas do processo secundário (calça com acabamento) permanecem desorientadas no arranjo produtivo.

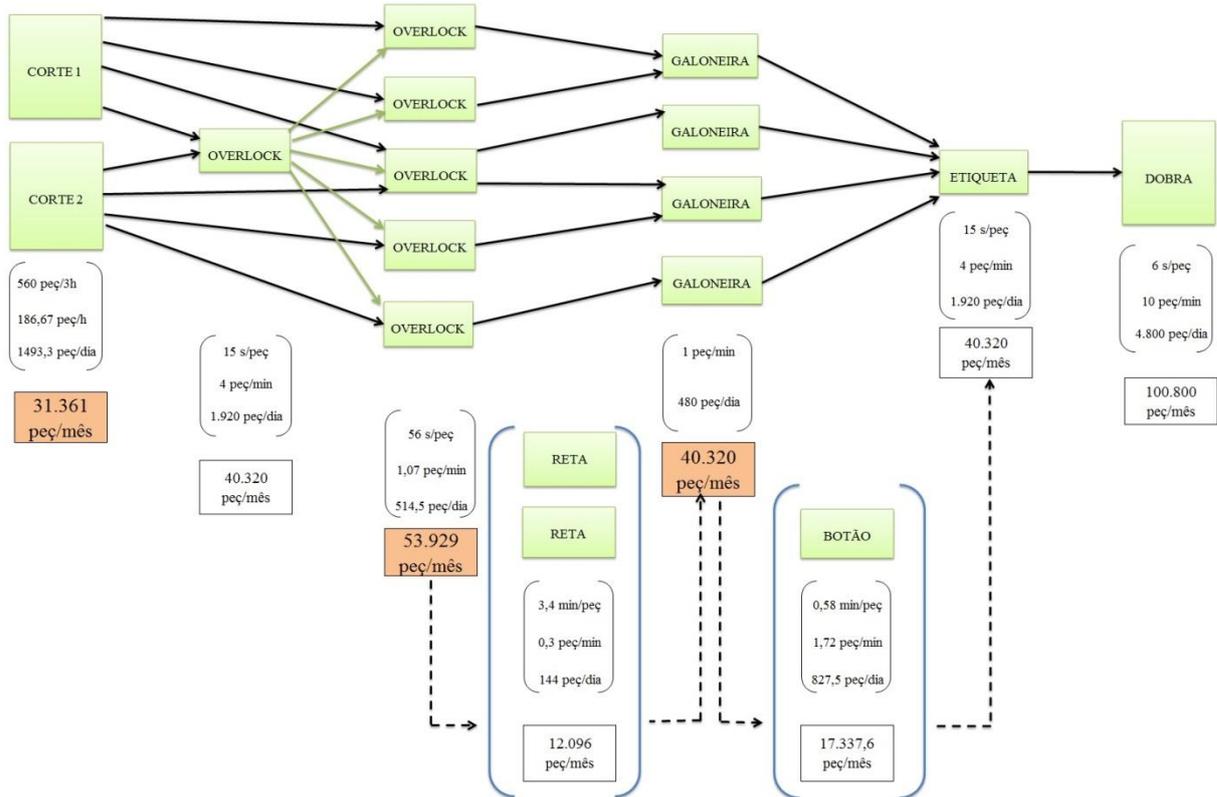


Figura 13 - Análise da capacidade de produção da primeira alternativa

Fonte: Autora (2015)

Observa-se que nessa alternativa o setor de corte continua como gargalo do sistema, mesmo com a adição de uma segunda mesa de corte, ficando limitado a uma produção de 31361 peças/mês, representando um aumento de 200% em relação à capacidade atual. Além dessa solução também foi estudada a análise determinística de capacidade de uma segunda alternativa para o sistema produtivo, que é apresentada na Figura 14.

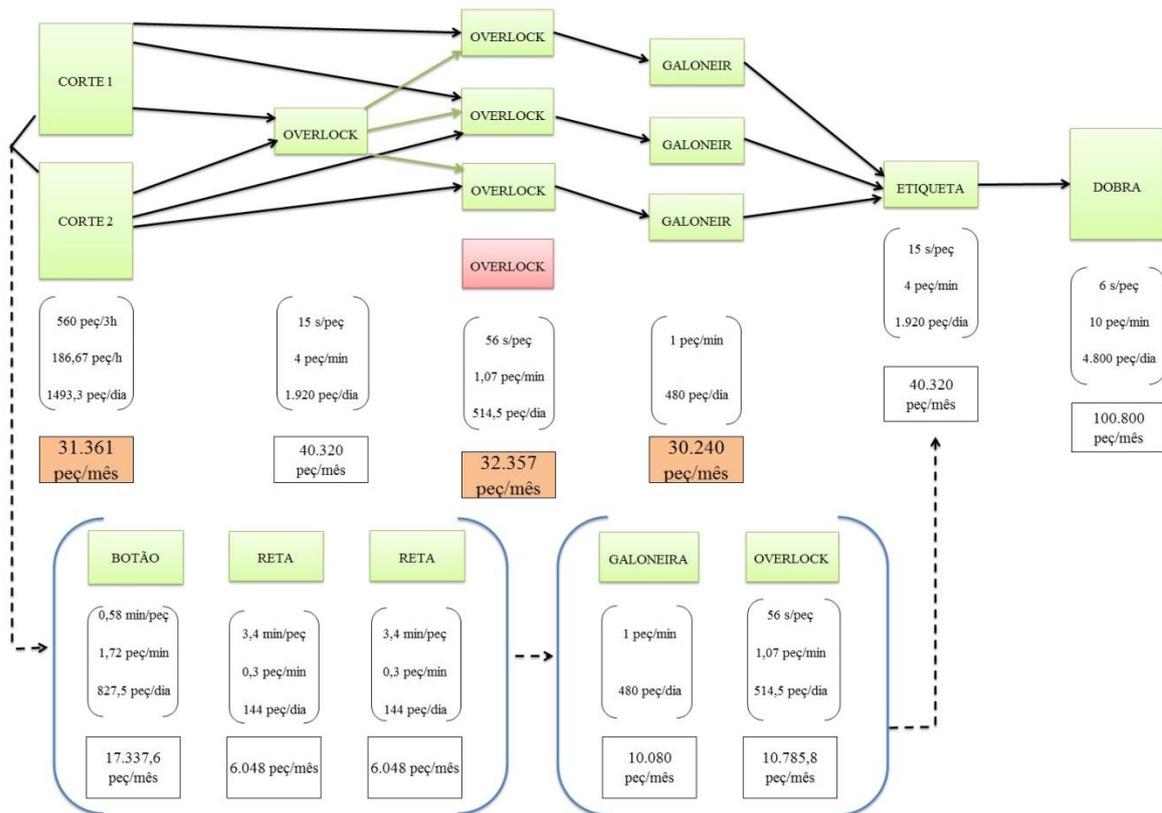


Figura 14 - Análise da capacidade de produção da segunda alternativa

Fonte: Autora (2015)

Nessa alternativa, também foram utilizadas todas as máquinas, porém com um arranjo diferente. O processo principal (calça lisa) foi separado do processo secundário (calça com acabamento), onde há uma célula auxiliar composta por duas das principais máquinas utilizadas, sendo capaz de atender uma encomenda adicional. Além disso, foi proposta uma célula denominada “acabamento”, onde as máquinas que executam as operações de acabamento serão dispostas em um mesmo lugar. A partir dessa disposição do processo, pode-se perceber que há um balanceamento das principais operações de produção, cujas capacidades estão hachuradas em laranja na Figura 14. É importante destacar que essa alternativa apresenta uma taxa total de produção do sistema de 40.320 peças/mês, calculada pela adição da taxa de produção de 30240 peças/mês processo principal com 10080 peças/mês da célula auxiliar.

Observe que em ambas alternativas, as células tem sua capacidade limitada pelo corte, representando um aumento de 257% em relação à capacidade atual. Assim, quando considerada conjuntamente aos processos principal e secundário, a segunda alternativa tem a mesma capacidade da primeira alternativa com a vantagem de ser mais flexível a introdução de novos produtos. Essas características levaram a decisão pela opção da segunda alternativa,

que atende a necessidade atual da empresa, e indica a possibilidade de estimar algumas áreas dos setores com folga para o caso de a empresa demandar um aumento ainda maior de capacidade.

O segundo passo, foi evidenciar o dimensionamento do espaço ocupado atualmente e as dimensões das máquinas e equipamentos que a empresa dispõe, e o quanto a nova planta industrial irá requerer. O espaço atualmente disponível é apresentado na Figura 15.

Setor	Área (m²)
1 - Corte	19,60
2 - Produção	38,00
3 - Almoarifado	15,48
4 - Administração	7,62
5 - Recebimento/Expedição	26,50
6 - Banheiro	4,00
7 - Estacionamento	44,46
Área Total	155,66

Figura 15 – Espaço atual ocupado pelos setores
Fonte: Autora e representante da empresa (2015)

Considerando as quantidades de máquinas identificadas na alternativa de sistema produtivo adotada na Figura 14, foi realizado um levantamento das dimensões de todas as máquinas e equipamentos utilizados na produção, adicionando espaço para circulação entre máquinas, assim, a necessidade de espaço resultante, é indicada na Figura 16.

Nome e/ou descrição	Comprimento (m)	Largura (m)	Área do equipamento ou máquina (m ²)	Área de trabalho e manutenção (m ²)	Área total para cada equipamento ou máquina (m ²)		DIMENSÕES ATUAIS (m ²)		NOVA ALTERNATIVA (m ²)	+ 20% passagem	ESPAÇO OCUPADO (m ²)
Mesa de corte	5	1,3	6,5	mais 1,20 lateral da mesa (1,2 x 5 + 1,20 x 1,30) = 7,56	14,06	1 mesa + 1,20 na lateral	20,06	2 mesas	40,12		48,144
Máquina de corte	0,3	0,2	0,06	-	0,06						
					14,06						
Overlock	1,1	0,55	0,605	mais 0,7 lateral da mesa (0,7 x 1,1) = 0,77	1,375	1 overlock + 0,5 laterais	2,305	4 overlocks	9,22		11,064
Galoneira	1,2	0,55	0,66	mais 0,7 lateral da mesa (0,7 x 1,2) = 0,84	1,5	1 galoneira + 0,5 laterais	2,36	3 galoneiras	7,08		8,496
Reta	1,2	0,55	0,66	mais 0,7 lateral da mesa (0,7 x 1,2) = 0,84	1,5	1 reta + 0,5 laterais	2,36	2 retas	4,72		
Multiagulhas	1,2	0,55	0,66	ainda não utilizada	0,66	1 multiagulhas + 0,5 laterais	2,36	1 multiagulhas	2,36		8,43
Prensa	1	0,55	0,55	mais 0,7 lateral da mesa (0,7 x 1) = 0,7	1,25	1 prensa + 0,5 laterais	2,25	1 prensa	2,25		2,7
Máquina de colocar botão	1,1	0,55	0,605	mais 0,7 lateral da mesa (0,7 x 1,1) = 0,77	1,375	1 máquina + 0,5 laterais	2,305	1 máquina	2,305		
Armários (5 und)	1	0,3	0,3	mais 0,3 lateral do armário (0,3 x 1) x 5 und = 1,5	1,8	5 und	1,8	5 und	1,8		2,16
Armário (1 und)	1	0,3	0,3	mais 0,3 lateral do armário (0,3 x 1) x 1 und = 0,3	0,6	1 und	0,6	1 und	0,6		0,72
Armário (1 und)	1,5	0,3	0,45	mais 0,3 lateral do armário (0,3 x 1) x 1 und = 0,3	0,75	1 und	0,75	1 und	0,75		0,9
Pallets (7 und)	1	1,2	1,2	mais 0,7 lateral (0,7 x 1,2) x 7 und = 5,88	7,08	7 und	7,08	7 und	7,08		8,496

Figura 16 - Levantamento do espaço atual necessário ao novo arranjo a ser proposto

Fonte: Autora e representante da empresa (2015)

Realizada a análise dos espaços, e a partir de cálculos relacionados à ocupação do novo arranjo do sistema de produção e opiniões do diretor sobre as áreas dos novos setores que a empresa irá dispor, ou seja, as novas unidades de planejamento de espaço (UPE's), foi possível prever um espaço mínimo necessário para cada setor, conforme Figura 17.

UPE's	Área (m ²)
1 - Almoxarifado/Estoque	45,94
2 - Corte	49,59
3 - Overlock	11,06
4 - Galoneira	8,50
5 - Etiqueta/Dobra	20,06
6 - Administração/Banheiro	19,23
7 - Célula auxiliar	8,43
8 - Acabamento	8,75
9 - Cozinha/Banheiro	12,00
Área total	183,56

Figura 17 - Espaço mínimo necessário para o novo arranjo proposto

Fonte: Autora e representante da empresa (2015)

De acordo com as informações e dados encontrados até o momento, percebe-se que a área total da planta atual é menor que o valor encontrado para o novo arranjo, além disso, os setores da planta atual não estão distribuídos de forma equilibrada em relação ao processo de

produção da empresa, pois alguns desses setores apresentam uma área relativamente pequena, onde máquinas e equipamentos não conseguem ser alocados da melhor forma. Diante disso, a nova proposta de arranjo e setorização da empresa torna-se ainda melhor, pois além de ter uma área maior, apresenta uma distribuição adequada para a capacidade de cada setor.

4.5 Espaço disponível

A quantidade de espaço necessário observado na etapa anterior deverá ser adaptada de acordo com o espaço disponível que a nova planta industrial dispõe, ocorrendo a adequação de quais setores demandam mais espaço e quais poderiam ser reduzidos. Para que isso ocorra, foi feita uma análise dimensional do terreno que a empresa dispõe para a construção da nova planta industrial e então, os espaços identificados na etapa anterior servirão de parâmetro para a adaptação do novo espaço fabril.

A nova planta industrial foi concebida com base em um terreno padrão com 12mx30m, que pode ser ocupado em toda sua extensão para a construção. O terreno adotado para a proposição de soluções de leiaute da indústria é caracterizado no tópico 4.8.

4.6 Diagrama de relacionamentos de espaço

A elaboração do diagrama de relacionamentos de espaço consiste na adaptação das áreas destinadas a cada setor do diagrama de relacionamentos de atividades proposto anteriormente, ou seja, cada atividade será identificada com a área que deverá ocupar na nova planta industrial, em escala, para que se tenha uma percepção melhor de como os setores deverão permanecer nas novas alternativas de leiaute propostas. O diagrama de relacionamentos de espaço para a empresa analisada é apresentado na Figura 18, onde percebe-se o espaço ocupado que cada UPE irá dispor, facilitando a sua alocação no espaço disponível. Como é possível observar os espaços 1 e 2 possuem dimensões muito superiores aos demais.

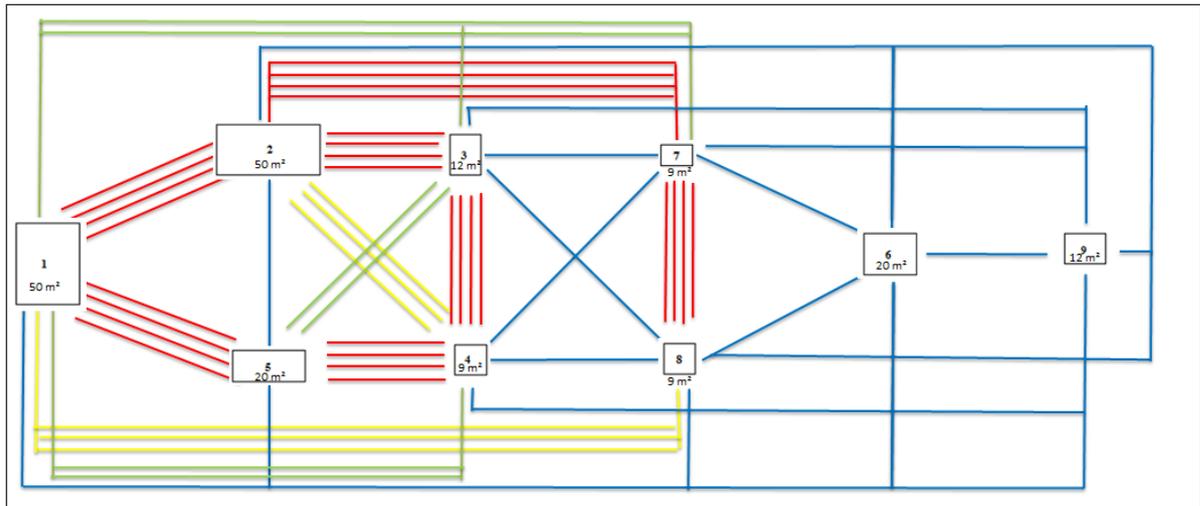


Figura 18 - Diagrama de inter-relações de espaço

Fonte: Autora e representante da empresa (2015)

4.7 Considerações de mudança e limitações práticas

Nessa etapa, são identificadas necessidades de mudanças e limitações práticas que as alternativas de leiaute apresentarão para que sejam ainda melhores. Quanto às considerações de mudança, é possível perceber que de acordo com o diagrama de espaço apresentado na Figura 18, pode-se ter uma previsão de como as alternativas de leiaute deverão ser representadas mais adiante, no entanto, as alternativas poderão propor algumas adaptações às áreas de cada setor. Em função disso, será preservado o grau de importância de proximidade entre os setores, tentando alcançar o arranjo mais semelhante ao do diagrama anterior.

Em termos de limitações práticas, como a empresa dispõe de um terreno de 12mx30m, podendo ser totalmente ocupado, não haverá muitas limitações para a construção da nova planta industrial da empresa. Além dessas, deve ser considerada a altura do prédio, ventilação, iluminação, acesso de veículos, entre outros. No entanto, deve-se destacar a possibilidade de haver algumas mudanças durante a elaboração das alternativas que influenciarão de forma significativa a escolha da melhor solução.

4.8 Desenvolvimento de alternativas de leiaute

Após a combinação de todas as informações recolhidas das etapas anteriores, foram desenvolvidas as alternativas de leiaute, com o auxílio do software de desenho assistido Sketchup. A primeira alternativa em pavimento único térreo e a segunda considerando a possibilidade de verticalização com a proposição de um segundo pavimento. Em ambos os leiautes o sistema produtivo foi arranjado por processos, em uma organização espacial que

assume forma de U, em função desta possuir maior flexibilidade; facilidade para controlar as operações; e diminuição do transporte de material.

A alternativa térrea é apresentada na Figura 19, na qual pode-se notar, que todos os setores estão representados levando em consideração a necessidade de proximidade prevista nos diagramas de relacionamentos de atividades e de espaço. Além disso, observa-se o terreno com dimensões de 12mx30m e a parte térrea da edificação com 12mx24m. Na parte frontal do terreno, à esquerda é reservado espaço para estacionamento de veículos junto ao acesso de materiais e produtos. Ademais, as dimensões e áreas previstas anteriormente estão sendo respeitadas, proporcionando um leiaute limpo, simples, de fácil controle e entendimento. Para complementar, são apresentados os fluxos do processo de fabricação dos produtos calça lisa (azul) e calça com acabamento (vermelho), que representam, respectivamente, 80% e 20% do total de calças de ginástica produzidas.

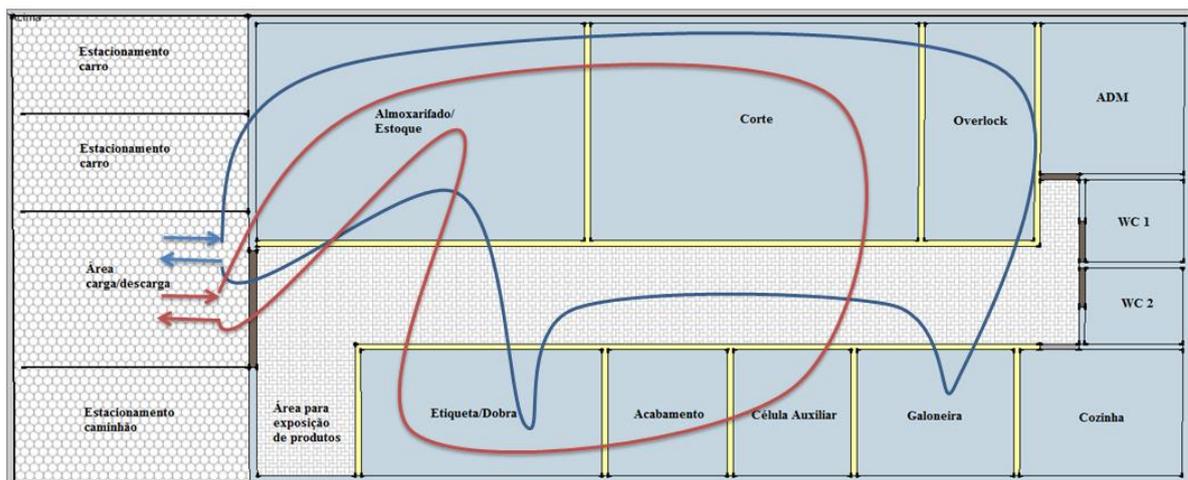


Figura 19 - Planta baixada alternativa térrea com fluxos de fabricação

Fonte: Autora (2015)

A alternativa de leiaute com segundo pavimento também contempla, na parte frontal do terreno à esquerda, um espaço para estacionamento de veículos junto ao acesso materiais e produtos. A solução de leiaute para o pavimento térreo em conjunto com os fluxos é apresentada na Figura 20, onde pode-se observar o terreno com dimensões de 12mx30m e a parte térrea da edificação com 12mx24m. Essa alternativa permitiu setorizar no segundo pavimento as áreas administrativas, cozinha e banheiros da área de produção, concentrando o fluxo de clientes e funcionários nesse pavimento, liberando o pavimento térreo para as áreas produtivas.

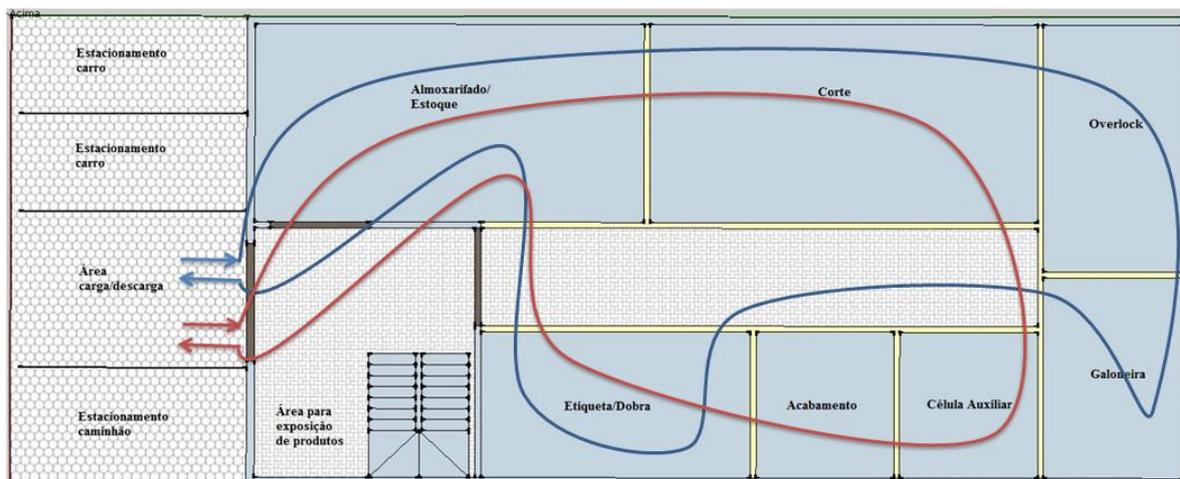


Figura 20 - Planta baixa da alternativa com segundo pavimento, com fluxos de fabricação

Fonte: Autora (2015)

É importante destacar que nessa alternativa os setores poderão dispor de um acréscimo em suas dimensões, maiores que as áreas previstas na Figura 17, proporcionando assim ampliar seletivamente o espaço reservado a algumas UPE's, especialmente o corte, que irá permitir flexibilizar o futuro aumento da sua produção, podendo contar com mais máquinas e equipamentos. A ocupação do segundo pavimento e parte do pavimento térreo para esta solução de leiaute é apresentada na Figura 21, onde pode-se observar o pavimento superior da edificação com 6mx12m.

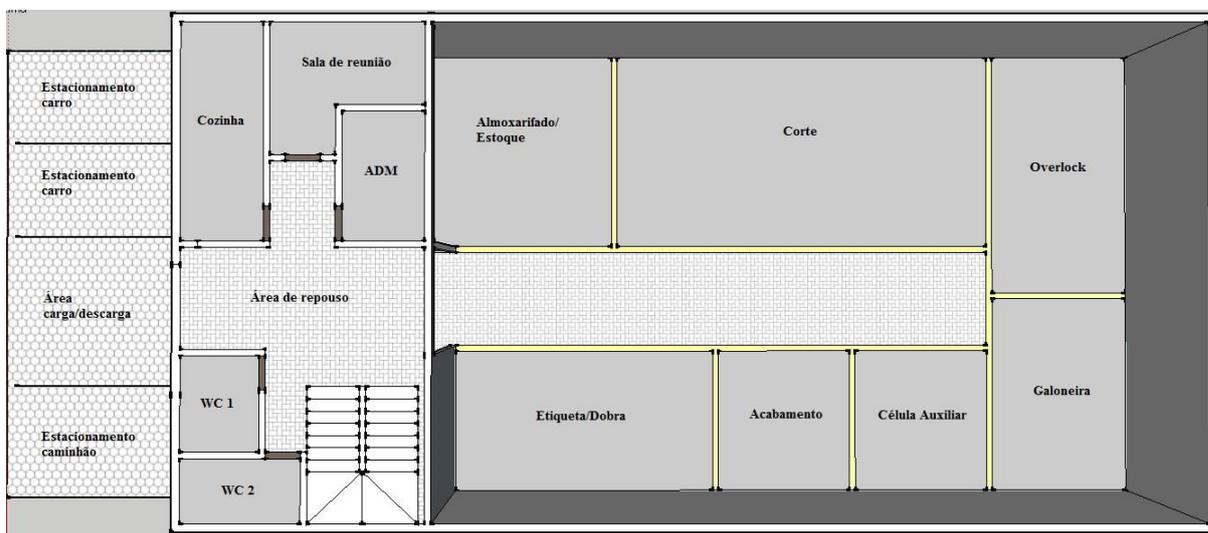


Figura 21 - Planta baixada alternativa com segundo pavimento

Fonte: Autora (2015)

Deve-se notar que houve um acréscimo de 231% na área da empresa, de 155,6612m² na situação atual para 360m² na alternativa com segundo pavimento. Esse aumento não se deve exclusivamente ao acréscimo da área produtiva, mas a uma adequação dos serviços de apoio e o atendimento de aspectos legais e normativos, bem como uma maior flexibilidade no leiaute.

Outra comparação entre a alternativa escolhida é a análise da área em relação ao número de itens produzidos. A situação atual permite a produção de 15674,4 peças/mês e utiliza 155,6612 m², enquanto a segunda alternativa permite a produção de 40.320 peças/mês e utiliza 360m², ou seja, apesar do aumento de área este foi compensado pelo acréscimo de capacidade.

4.9 Avaliação

Essa etapa corresponde à avaliação das alternativas propostas na etapa anterior com o intuito de escolher a solução que se adequa as necessidades da empresa.

Inicialmente foi estudado o fluxo de materiais, onde são avaliadas as distâncias entre os centros dos setores. A Figura 22 apresenta esse cálculo para alternativa térrea, tanto para a calça lisa quanto para a com acabamento.

ATIVIDADES	DE/PARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Almoxarifado/Estoque	1	0	16,5 m							
Corte	2		0	15,9 m				8,17 m		
Overlock	3			0	10,2 m					
Galoneira	4				0	17,5 m				
Etiqueta/Dobra	5					0			10,7 m	
Administração/Banheiro	6						0			
Célula auxiliar	7							0	9,2 m	
Acabamento	8								0	
Cozinha/Banheiro	9									0
Produto	Quantidade	Sequenciamento		Distância						
Calça lisa	280	1-2-3-4-5		60,19 m		Média:				
Calça com acabamento	280	1-2-7-8-5		44,59 m		57,07 m				

Figura 22 - Distância entre os centros para a alternativa térrea
Fonte: Autora (2015)

A Figura 23 apresenta esse mesmo cálculo para alternativa com segundo pavimento.

ATIVIDADES	DE/PARA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Almoxarifado/Estoque	1	0	17,7 m							
Corte	2		0	12,2 m				20,7 m		
Overlock	3			0	11,8 m					
Galoneira	4				0	16,6 m				
Etiqueta/Dobra	5					0			10,5 m	
Administração/Banheiro	6						0			
Célula auxiliar	7							0	9,65 m	
Acabamento	8								0	
Cozinha/Banheiro	9									0
Produto	Quantidade	Sequenciamento		Distância						
Calça lisa	280	1-2-3-4-5		58,39 m		Média:				
Calça com acabamento	280	1-2-7-8-5		58,63 m		58,438 m				

Figura 23 - Distância entre os centros para a alternativa com segundo pavimento
Fonte: Autora (2015)

Na análise das distâncias entre os centros da primeira alternativa, percebe-se que os produtos calça lisa e com acabamento tem uma quantidade (lote) de 280 peças, que percorre o sequenciamento entre os centros dos setores (1-2-3-4-5) e (1-2-7-8-5), desde o almoxarifado até a etiqueta, totalizando uma distância média de 57,07m. Já na segunda alternativa, tem-se a mesma quantidade e sequenciamento, porém, totalizando uma distância média de 58,438m.

Para avaliar a melhor solução entre as alternativas propostas térrea e com pavimento, foi realizada uma comparação ponderada de pesos que apresenta critérios que devem ser levados em consideração no momento de escolha da melhor solução. A Figura 24 apresenta seis critérios definidos como essenciais para comparação entre as alternativas, onde cada critério apresenta um peso relativo (em porcentagem). Em seguida, são atribuídas notas (3-pouco, 6-médio, 9-muito), multiplicadas pelo peso de cada critério, procedimento realizado em conjunto com o responsável pela empresa, fornecendo assim um valor de avaliação para cada alternativa. Por fim, a soma da coluna de avaliação de cada alternativa evidencia qual apresenta maior valor, permitindo a escolha entre as mesmas.

Todos os critérios são avaliados através da observação e comparação entre uma alternativa e outra. Na comparação entre a análise das distâncias entre as duas alternativas, percebe-se que a primeira alternativa apresenta uma distância menor a ser percorrida, e quanto menor a distância, melhor. Logo, a primeira alternativa apresenta uma maior avaliação que a segunda em relação ao critério de fluxo de materiais. Apesar disso, em relação aos demais critérios, a segunda alternativa mostrou ser a melhor solução, como mostra a soma da coluna de avaliação, de acordo com a Figura24.

CRITÉRIOS		1ª ALT	2ª ALT	1ª ALT	2ª ALT
	Peso	Nota	Nota	Avaliação	Avaliação
Fluxo de materiais	0,3	9	6	2,7	1,8
Comunicação entre setores	0,1	9	9	0,9	0,9
Ocupação do espaço	0,15	6	9	0,9	1,35
Setorização	0,15	6	9	0,9	1,35
Fluxo de pessoas	0,1	9	9	0,9	0,9
Capacidade de expansão do gargalo	0,2	6	9	1,2	1,8
TOTAL				7,5	8,1

Figura 24 - Critérios de comparação ponderada de pesos entre as alternativas
Fonte: Autora e representante da empresa (2015)

5. Conclusão

Este trabalho teve como tema o projeto e leiaute de instalações produtivas e o objetivo de encontrar uma nova solução de leiaute de uma indústria de confecções de roupas *fitness*, a partir da aplicação do método de planejamento sistemático de leiaute (SLP). A solução proposta apresenta como principais características uma melhora na setorização e na comunicação entre setores, maior flexibilidade no arranjo físico, melhora no fluxo de materiais e de pessoas, em relação à situação atual. Em função disso, o aumento na área construída foi compensado com o aumento da capacidade produtiva onde a situação atual apresenta 15674,4 peças/mês/155,6612 m² igual a 100,7 peças/m²/mês e a alternativa escolhida propõe a produção de 40.320 peças/mês/ 360 m² igual a 112 peças/m²/mês, representando um aumento de 257% da capacidade produtiva. É importante lembrar que esse aumento foi demonstrado a partir da utilização das mesmas máquinas e equipamentos que compõem a planta atual da empresa.

Logo, a aplicação do planejamento sistemático de leiaute propiciou encontrar a solução de leiaute para a nova planta industrial da empresa. Os resultados encontrados foram satisfatórios e o desenvolvimento das etapas do método proporcionou um envolvimento com os reais objetivos que a empresa pretende alcançar. Esses resultados mostraram que o SLP é um método muito eficaz e objetivo que assegurou a obtenção de um leiaute que atende as necessidades da empresa e ao mesmo tempo é flexível a alterações futuras, inclusive o acréscimo na capacidade. Em função disso, esse método mostra-se capaz de ser utilizado em diferentes empresas, proporcionando grandes resultados através de uma avaliação detalhada do sistema produtivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 10. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- ANISH, I.; IBRAHIM, A. **Facility Layout Design of Library Using Sistematic Layout Planning**. *International Journal of Library and Information Studies*, Kottayam, p. 23-27, Jul-Sep, 2014.
- CARLO, F. D.; ARLEO, M. A.; BORGIA, O.; TUCCI, M. **Layout Design for a Low Capacity Manufacturing Line: A Case Study**. *International Journal of Engineering Business Managment*, Spain, p. 118-127, 15 jul. 2013.
- FACHIN, Odília. **Fundamentos de Metodologia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2005.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- HASAN, M. A.; SARKIS, J.; SHANKAR, R. **Agility and production flow layouts: An analytical decision analysis**. *Computer and Industrial Engineering*, v. 62, p. 898-907, 2012.
- JUNIOR, J. A. S.; ANDRADE, M. H. S.; CARMO, B. B. T.; SANTIAGO, K. J. ALBERTIN, M. R. **Identificação do layout adequado em uma empresa de tecnologia eletrônica**. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, p. 1-22, 2012.
- KERNS, F. **Strategic facility planning (SFP)**. *Work Study*, MCB University Press, v. 48, n. 5, p. 176-181, 1999.
- KRAJEWSKI, LEE J.; RITZMAN, LARRY; MALHOTRA, MANOJ; **Administração de produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice hall, 2009.
- LONGARAY, A. A.; FIUSSEN D. M. N. **Planejamento Sistemático de Layout Aplicado à Manufatura: Um Estudo de Caso no Polo Naval de Rio Grande**. *Revista Gestão Industrial*, v. 10, n. 02: p. 284-304, 2014.
- MARTINS, V. W. B.; FREITAS, F. F. T. **Planejamento Sistemático de Layout (PSL): Análise do Layout de uma Empresa Produtora de Pneus Recapados**. *Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial*, v. 6, n. 11, p. 311-327, 2014.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- MUTHER, Richard. **Planejamento do Layout: Sistema SLP**. São Paulo: Edgar Blücher, 1978.
- OJAGHI, Y.; KHADEMI, A.; YUSOF, N. M.; RENANI, N. G.; HASSAN, S. A. H. **Production Layout Optimization for Small and Medium Scale Food Industry**. *Procedia Cirp*, v. 26, p. 247-251, 2015.
- RAMLI, R.; CHENG, K. M. **A Combined Approach of Simulation and Analytic Hierarchy Process in Assessing Production Facility Layouts**. *AIP Publishing*, v. 1605, p. 1092-1097, 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. 08, p. 01-21, 2012.
- SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON Robert. **Administração da Produção**. Tradução: Henrique Luiz Corrêa. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- TANG, L.; LIU, J. **A modified genetic algorithm for the flow shop sequencing problem to minimize mean flow time**. *Journal of Intelligent Manufacturing*, Netherlands, vol. 13, n. 1, p. 61-67, Feb 2002.
- TOMPKINS, J. A.; WHITE, J. A., BOZER, Y. A., FRAZELLE, E. H., TANCHOCO, J. M. A.; TREVINO, J. **Facilities Planning**. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1996.

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

TREIN, F.; AMARAL, F. **A Aplicação de Técnicas Sistemáticas para a Análise e Melhoria de Layout de Processo na Indústria de Beneficiamento de Couro.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, *Anais*. 21, 2001.

VILARINHO, P. M.; GUIMARÃES, R. C. **A Facility Layout Design Support System.** *Associação Portuguesa de Investigação Operacional*, v. 23, p. 145-161, 2003.