



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALEXANDRE RAMOS  
CAIO RIBEIRO  
LUÃ SOUZA

**ANÁLISE DO LAYOUT E FLUXO PRODUTIVO EM UMA FÁBRICA DE  
ETIQUETAS E RÓTULOS COM SUGESTÕES DE MELHORIA**

SALVADOR  
2019

ALEXANDRE RAMOS  
CAIO RIBEIRO  
LUÃ SOUZA

**ANÁLISE DO LAYOUT E FLUXO PRODUTIVO EM UMA FÁBRICA DE  
ETIQUETAS E RÓTULOS COM SUGESTÕES DE MELHORIA**

Relatório de conclusão do Projeto TheoPrax apresentado à banca do Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro Universitário SENAI CIMATEC como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Me. Antônio Carlos Souza Jr.

SALVADOR  
2019

ALEXANDRE RAMOS  
CAIO RIBEIRO  
LUÃ SOUZA

**ANÁLISE DO LAYOUT E FLUXO PRODUTIVO EM UMA FÁBRICA DE  
ETIQUETAS E RÓTULOS COM SUGESTÕES DE MELHORIA**

Relatório de conclusão do Projeto TheoPrax  
apresentado como requisito parcial para obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia de Produção,  
Centro Universitário SENAI CIMATEC.

Aprovado em \_\_/\_\_/\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Antônio Carlos Souza Jr – Orientador

---

João Lucas da H. de Jesus – Gestor TheoPrax

---

Vivian Manuela Conceição – Coordenadora do Curso

SALVADOR  
2019

## RESUMO

Este relatório finaliza o Projeto TheoPrax do Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro Universitário SENAI CIMATEC. O relatório apresenta a utilização das ferramentas referentes ao estudo de *Layout* da Etiquetol, uma empresa do ramo de rótulos e adesivos para diversos tipos de produtos, localizada no município de Lauro de Freitas, Bahia. O objetivo do projeto foi analisar a adequação do *layout*, sugerir possíveis melhorias, que venham a melhorar a eficiência do processo de produção. A análise foi feita através da observação e estudo de toda a operação, maquinário, atividades de manutenção, movimentação de operadores, matérias-primas e produtos acabados. Foram utilizadas ferramentas da abordagem de manufatura enxuta como o Diagrama de Relacionamento e o Diagrama de Espaguete, para melhor entendimento e visualização da dinâmica produtiva da fábrica.

**Palavras-chave:** TheoPrax; *Layout*; Etiquetol.

## **ABSTRACT**

This report concludes the TheoPrax Project of the Higher Production Engineering Course of the SENAI CIMATEC University Center. The report presents the use of the tools related to the study of Layout of Etiquetol, a company in the field of labels and adhesives for various types of products, located in the municipality of Lauro de Freitas, Bahia. The objective of the project was to analyze the adequacy of the layout, suggest possible improvements, which will improve the efficiency of the production process. The analysis was made through the observation and study of the entire operation, machinery, maintenance activities, operator movement, raw materials and finished products. Tools of the lean manufacturing approach such as the Relationship Diagram and spaghetti diagram were used to better understand and visualize the productive dynamics of the factory.

**Keywords:** TheoPrax; Layout; Etiquetol.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de matriz de família de produtos.....	15
Figura 2 – Diagrama de Relacionamento – Teoria.....	16
Figura 3 – Visita de diagnóstico.....	22
Figura 4 – Maquinário.....	22
Figura 5 – Embalagem.....	23
Figura 6 – Layout geral da empresa (Parte Inferior).....	24
Figura 7 – Layout geral (Parte Superior).....	25
Figura 8 – Transpalete manual.....	26
Figura 9 – Palete 0,80m x 0,80m.....	27
Figura 10 – Layout geral (Dimensões dos corredores).....	28
Figura 11 – Diagrama de Espaguete Família 01.....	32
Figura 12 – Diagrama de Espaguete Família 02.....	34
Figura 13 – Diagrama de Espaguete Família 03.....	36
Figura 14 – Diagrama de Espaguete Família 04.....	38
Figura 15 – Diagrama de Espaguete Família 05.....	40
Figura 16 – Diagrama de Espaguete Família 06.....	42
Figura 17 – Diagrama de Relacionamento.....	43
Figura 18 – Máquina de corte.....	45
Figura 19 – Dimensões máquina de corte.....	46
Figura 20 – Área Guerchet x área necessária observada – Corte.....	47
Figura 21 – Beta Flex 250 Italiana – M1.....	48
Figura 22 – Dimensões Italiana – M1.....	48
Figura 23 – Área Guerchet x área necessária observada – M1.....	49
Figura 24 – Máquina de Impressão Flexográfica 160 – M2.....	50
Figura 25 – Dimensões Flexográfica 160 – M2.....	51
Figura 26 – Área Guerchet x área necessária observada – M2.....	51
Figura 27 – Máquina de Impressão Flexográfica Betaflex 120 – M3.....	52
Figura 28 – Dimensões Flexográfica 120.....	53
Figura 29 – Área Guerchet x área necessária observada – M3.....	53
Figura 30 – Máquina de Impressão Flexográfica Betaflex 160 – M4.....	54
Figura 31 – Dimensões Flexográfica 160 – M4.....	55
Figura 32 – Área Guerchet x área necessária observada – M4.....	55

Figura 33 – Impressora Flexográfica 160/Rebobinadeira – M5.....	56
Figura 34 – Dimensões Imp. Flexográfica Rebobinadeira.....	57
Figura 35 – Área Guerchet x área necessária observada – M5.....	57
Figura 36 – Batida Superama 320 – M6.....	58
Figura 37 – Dimensões Batida Superama 320.....	58
Figura 38 – Área Guerchet x área necessária observada – M6.....	59
Figura 39 – Flexo Wine Uv Modular 250 – M7.....	60
Figura 40 – Dimensões Flexo Wine Uv.....	60
Figura 41 – Área Guerchet x área necessária observada – M7.....	61
Figura 42 – Rebobinadeira Betaflex 160 – B-06.....	62
Figura 43 – Dimensões Rebobinadeira Betaflex 160.....	62
Figura 44 – Área Guerchet x área necessária observada – Rebobinadeira Betaflex 160.....	63
Figura 45 – Dimensões do setor de embalagem.....	64
Figura 46 – Área Guerchet x área necessária observada – Setor de embalagem.....	65
Figura 47 – Áreas: Guerchet segundo coeficiente indústria tecelagem x Análise real x Guerchet com coeficiente K ideal.....	66
Figura 48 – Layout geral com corredores e áreas ideais.....	67
Figura 49 – Piso atual da fábrica.....	69
Figura 50 – Mezanino, setor administrativo e sala da gerência.....	70
Figura 51 – Pontos de energia e eletrocalha.....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de K.....	20
Tabela 2 – Tipos de famílias.....	30
Tabela 3 – Guerchet x área necessária observada – corte.....	46
Tabela 4 – Guerchet x área necessária observada – M1.....	49
Tabela 5 – Guerchet x área necessária observada – M2.....	51
Tabela 6 – Guerchet x área necessária observada – M3.....	53
Tabela 7 – Guerchet x área necessária observada – M4.....	55
Tabela 8 – Guerchet x área necessária observada – M5.....	57
Tabela 9 – Guerchet x área necessária observada – M6.....	59
Tabela 10 – Guerchet x área necessária observada – M7.....	61
Tabela 11 – Guerchet x área necessária observada – Rebobinadeira Betaflex 160....	63
Tabela 12 – Guerchet x área necessária observada – Setor de embalagem.....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

K	Coeficiente
MP	Matéria Prima
N	Número de lados
OS	Ordem de Serviço
PA	Produto Acabado
Sc	Superfície de circulação
Se	Superfície estática
Sg	Superfície de gravitação
St	Superfície total

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>11</b>
2.1	OBJETIVO GERAL	11
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
<b>3.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>12</b>
3.1	ARRANJO FÍSICO E LAYOUT	12
<b>3.1.1</b>	<b>Tipos de Arranjos Físicos</b>	<b>13</b>
3.1.1.1	Arranjo físico posicional	13
3.1.1.2	Arranjo físico por produto	13
3.1.1.3	Arranjo físico por processo	14
3.1.1.4	Arranjo físico celular	14
3.1.1.5	Arranjo físico misto	14
3.2	FAMÍLIA DE PRODUTOS	14
3.3	DIAGRAMA DE RELACIONAMENTO	16
3.4	DIAGRAMA DE ESPAGUETE	16
3.5	SETE PERDAS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i>	18
3.6	MÉTODO DE GUERCHET	19
<b>4.</b>	<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>21</b>
4.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	21
4.2	DIAGNÓSTICO	21
4.3	ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL	23
<b>4.3.1</b>	<b>Apresentação do layout atual</b>	<b>23</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Dimensões dos corredores</b>	<b>25</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Família dos produtos</b>	<b>29</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Diagrama de Espaguete</b>	<b>32</b>
<b>4.3.5</b>	<b>Diagrama de Inter-relações</b>	<b>43</b>
4.4	ESTUDO DO MAQUINÁRIO	44
<b>4.4.1</b>	<b>Análise das máquinas da linha de produção</b>	<b>44</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Guerchet, coeficiente K ideal para Etiquetol</b>	<b>65</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Layout geral com corredores e áreas necessárias</b>	<b>67</b>
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>69</b>
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos de *layout* tem como foco à localização física dos recursos de transformação dentro da área de operação e são importantes para a tomada de decisões organizacionais que têm impacto direto nos custos de uma operação produtiva. Além disto, elevados investimentos são necessários para modificar o *layout* produtivo quando este resultou, inicialmente, em uma operação ineficiente. Nestes casos, faz-se necessária uma rigorosa análise do espaço e dos recursos disponíveis para adequação a uma situação que promova alta produtividade. Segundo Cassel (1996), cada vez mais, técnicas avançadas têm sido desenvolvidas, com o objetivo de melhorar e garantir a qualidade e o controle da produção, visando custos inferiores e elevada produtividade.

Neste sentido, projetos de desenvolvimento técnico e científico em parceria com centros universitários, como o desenvolvido pelo Senai CIMATEC com o projeto TheoPrax, metodologia de origem alemã com o objetivo de colaborar na aprendizagem de alunos universitários através da elaboração de projetos reais em empresas, são importantes na promoção do desenvolvimento tecnológico a um baixo custo de investimento e qualidade.

O presente relatório tem por objetivo apresentar a metodologia TheoPrax aplicada a uma organização empresarial do ramo de confecção de adesivos e rótulos, localizada no município de Lauro de Freitas, região metropolitana de Salvador, com foco na análise e melhoria do processo produtivo a partir do uso das ferramentas do *Lean Manufacturing* visando a otimização do *layout* fabril.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste Projeto é, por meio da aplicação de metodologias e uso de ferramentas da engenharia, analisar o estado do *layout* fabril atual da organização citada na introdução, e, se possível ou necessário, propor uma sugestão de readequação de *layout* que, se implementado, produzirá um aumento de produtividade e redução dos desperdícios.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenhar o *layout* atual da fábrica;
- Analisar o fluxo de materiais e operários nas atividades de fabricação da organização e identificar perdas de produtividade devido ao *layout*;
- Definir área ideal necessária para operação de cada máquina;
- Sugerir possíveis mudanças de *layout* que uma vez implementadas resultem em ganhos de produtividade.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir será feita uma revisão teórica sobre arranjo físico, *layout*, diagrama de espaguete, família de produtos e método de Guerchet. Tais ferramentas foram usadas para dar suporte à coleta e análise de dados encontrados, apresentando conceitos que irão sustentar a tese do projeto.

#### 3.1 ARRANJO FÍSICO E *LAYOUT*

Araújo (2001), descreve o *layout* como o equilíbrio entre pessoas, máquinas, equipamentos e materiais em uma organização, determinado pelos processos e viabilizado pelo planejamento do *layout*. O mesmo retrata que na elaboração do *layout* um dos principais pontos a se considerar é o fluxo existente entre pessoas e funções. Nesse sentido, Gonçalves Filho (2005) afirma que, para um sistema de manufatura eficaz, é necessário que haja uma harmonia entre estes fatores: fabricação tecnológica e moderna, supervisão e gerenciamento eficiente, mão de obra qualificada e satisfeita, e um *layout* otimizado. De acordo Corrêa e Corrêa (2004) um projeto de arranjo físico pode ser bem-sucedido tanto quando atividades que não agregam valor são excluídas, como quando atividades que agreguem valor são criadas, tais como: redução dos custos de manuseio e movimentação interna de materiais, utilizando o espaço físico de forma eficiente; uso eficiente da mão de obra, facilitando a comunicação entre as pessoas envolvidas na operação e evitando movimentos desnecessários; facilitar a entrada, saída e movimentação dos fluxos de pessoas e de materiais, reduzindo tempos de ciclo na operação; incorporar medidas de qualidade e atender a exigências legais de segurança no trabalho.

De acordo com Rawabdeh e Tahboub (2005) a eficiência do arranjo físico é essencial nos sistemas de manufatura atualmente, pois o planejamento do *layout* é um processo crítico de longo prazo e necessita de investimentos de capital, muitas vezes apresentando gastos elevados. Portanto, reorganizar o arranjo físico torna-se um desafio considerável, influenciando direta ou indiretamente o custo do produto. As organizações estão inseridas em ambientes extremamente dinâmicos e com alto índice de incerteza futuras, nesse contexto é necessário o aperfeiçoamento contínuo de práticas de gestão. Dentro dessa busca em oportunidades de melhorias, o *layout* é parte integrante da área de manufatura e é relevante para a eficiência operacional

(SILVA et al., 2012). De acordo com Oliveira (2011) o dimensionamento correto do *layout* pode contribuir para possibilitar um fluxo de interação entre as unidades organizacionais, permitindo melhor utilização da área disponível da empresa e assim, propiciar melhor desempenho do funcionário na realização das atividades, evidenciando um aumento de produtividade.

A fim de aproveitar melhor a composição do layout e aumentar a eficiência da produção, diversos modelos de arranjo são propostos para que supram as necessidades das empresas (NUNES & SILVA, 2015). Abaixo segue o estudo de todos os tipos de arranjos físicos.

### **3.1.1. Tipos de Arranjos Físicos**

Os tipos de *layouts* mais comuns são citados por diversos autores como Neumann & Scalice (2015) e Muther (2000). Tais *layouts* limitam-se em cinco tipos, posicional, por processo, celular, por produto e a interação entre eles denominada de *layout* misto. A diferença e aplicação de cada um deles, depende da diversificação dos produtos, quantidades e processos.

#### **3.1.1.1. Arranjo Físico Posicional**

Segundo Neumann & Scalice (2015), o *layout* de processo é também conhecido como *layout* fixo, é apontado como o tipo de *layout* mais simples, sendo normalmente utilizado quando o produto tem medidas muito grandes e não pode ser movido com facilidade. O produto se mantém parado enquanto a mão de obra e ferramentas se movimentam.

#### **3.1.1.2. Arranjo Físico por produto**

Este tipo de *layout* é organizado de forma a favorecer a movimentação dos recursos a serem transformados. “O *layout* por produto é indicado no caso de instalações que produzem pequeno número de itens, em grande quantidade. Exemplos típicos são as indústrias automobilísticas” (MOURA, 2008, p. 114). Slack, Chambers & Johnston (2009) acrescentam que “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”.

### **3.1.1.3. Arranjo Físico por processo**

De acordo com Neumann & Scalice (2015), é também conhecido como *layout* funcional ou *job shop*, sua proposta é alinhar todo maquinário em conformidade com a funcionalidade de cada máquina, ou seja, máquinas que desempenham a mesma função serão colocadas juntas, unidas pelo processo o qual elas desempenham.

### **3.1.1.4. Arranjo Físico celular**

Neumann & Scalice (2015), evidenciam que esse *layout* é flexível quanto ao tamanho dos lotes por produto, que permite um nível de qualidade alto tanto sobre o produto quanto a produtividade. Este tipo de *layout* é formatado em forma de “U”, fornecendo maior otimização do fluxo de produtos e pessoas, e como cada célula é um fluxo produtivo completo, cada célula tem produtos ou peças com roteiros de fabricação variados, dando maior agilidade, autonomia e produtividade ao processo.

### **3.1.1.5. Arranjo Físico misto**

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), os arranjos físicos mistos ajustam princípios de alguns ou de todos os tipos básicos de arranjo físico, ou os usam livres de combinações em determinada etapa do processo, mas no processo como um todo existem diferentes arranjos envolvidos.

O arranjo físico misto é utilizado quando se deseja aproveitar as vantagens dos diversos tipos de arranjo físico conjuntamente. Geralmente é utilizada uma combinação dos arranjos por produto, por processo e celular (PEINADO; GRAEML, 2004).

## **3.2. FAMÍLIA DE PRODUTOS**

De acordo com Cardoso (2009), ao definir o segmento do negócio, é necessário determinar a forma que os produtos irão ser produzidos, agrupando-os em famílias de

produtos, sendo determinadas por produtos que passam pelo mesmo processo de produção (etapas físicas), visando um fluxo produtivo ideal. Para construção da matriz faz-se necessário estabelecer todos os produtos e equipamentos existentes em cada processo, e colocar um “X” no processo em que o produto deve passar, desta forma podemos identificar quais produtos têm similaridade de processos conforme Figura 1.

Ainda segundo Cardoso (2009), esta matriz deve identificar em quais equipamentos o produto é processado, porém algumas empresas não definem quais os equipamentos são usados e somente os produtos que têm similaridade de processos para assim agrupá-los, buscando flexibilidade e assumindo que o produto pode passar em qualquer equipamento do processo em questão, deixando claro não utilização total da sua capacidade produtiva. Após a análise criteriosa, existem ainda alguns fatores que têm diferenças, como o tempo de ciclo, tempo de preparação, e inclusive o número de operadores necessários.

Figura 1 – Exemplo de matriz de família de produtos

Famílias	Equipamento Produto	Pesagem			Processamento				Teste		Envase			
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	1	2	3	4
1	N123	X			X	A			X		X			A
	H345	X			X		A		X		X			A
	N678	X			X		A		X		X	A		
2	G912		X			X				X		X		
	J327		X			X				X		X		
	J356		X			X				X		X		
3	H321			X			X		X					X
	H378			X			X		X					X
	H547			X			X		X					X
	G617		A	X			X		X					X
	G145			X			X		X					X

Legenda: A – Equipamento alternativo      X – Equipamento preferencial

Fonte: Artigo 117<sup>1</sup>

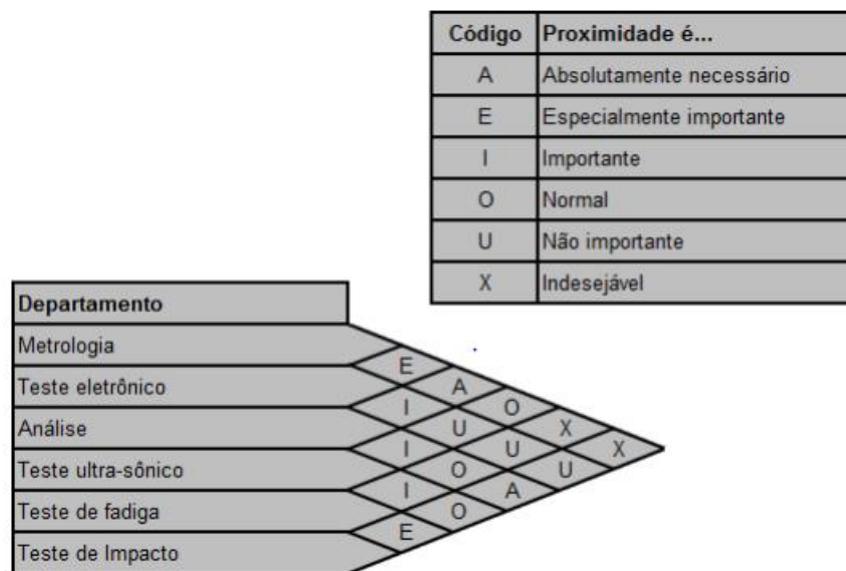
A partir da análise das famílias de produtos irá se saber todas as etapas do processo produtivo de cada produto, sendo fundamental na elaboração do diagrama de relacionamento.

<sup>1</sup> Disponível em: <[https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_117.pdf](https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_117.pdf)> Acesso em dez, 2019.

### 3.3. DIAGRAMA DE RELACIONAMENTO

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o diagrama de relacionamentos é uma forma de analisar e indicar a importância da relação entre as etapas do processo produtivo. A carta de relacionamento indica a necessidade de manter alguns setores juntos e outros o mais longe possível uns dos outros, objetivando uma maior eficiência na produção.

Figura 2 – Diagrama de Relacionamento – Teoria



Fonte: Adaptado de Slack (2009)

### 3.4. DIAGRAMA DE ESPAGUETE

A identificação das famílias de produtos é essencial para a aplicação correta desta ferramenta da Manufatura Enxuta. Segundo Ohno (1997), a Manufatura Enxuta despontou como consequência da necessidade da redução de custos, voltada para a eliminação dos desperdícios e de elementos desnecessários. O pensamento enxuto tem como principal ponto a atribuição de valor para o cliente. Neste sistema, o fundamental é oferecer ao cliente final um produto específico, atendendo a necessidade esperada, com um preço adequado e no momento certo. É uma forma de melhorar as sequências de ações sem que ocorram interrupções no processo, com a busca do aprimoramento contínuo (LAZZAROTTO, 2010).

A ferramenta Diagrama de Espaguete do modelo de gestão de Manufatura Enxuta - filosofia operacional elaborada no Japão pós-segunda guerra mundial diante das necessidades de eliminar desperdícios e obter o máximo de rendimento possível das atividades e pessoas envolvidas no processo a fim de possibilitar vantagens competitivas. Esse modelo de produção permite uma flexibilidade na manufatura, baixos níveis de estoque, redução ou eliminação de desperdícios e falhas nos processos, layouts enxutos, identificação de atividades que agregam valor ao produto, entre outros. A ferramenta utilizada no projeto, pode ser definida como “um método utilizado para expressar o movimento e a distância que determinado elemento (documento, serviço, colaborador, etc.) tem que percorrer ao longo de todo o processo organizacional, podendo ser desenhado sobre uma planta do local” (BAHENSKY et al., 2005). O nome espaguete se dá em virtude da semelhança da rota desenhada a um prato de macarrão do tipo espaguete. Almeja-se com o percurso traçado verificar se realmente se faz necessária toda a movimentação empregada para a confecção de determinado produto ou para a realização de tal processo em uma unidade. Avalia-se também o tempo despendido durante a atividade, a fim de detectar e eliminar os desperdícios (LEXICO LEAN, 2003). Nesse sentido, Freitas (2013) destaca etapas necessárias para aplicação da ferramenta. São elas: Elaborar um desenho detalhado da área a ser estudada; delimitar as principais estações de trabalho; observar o processo e iniciar a construção do diagrama; observar a movimentação de pessoas, materiais, equipamentos e/ou informações, de acordo com os processos realizados e os postos de trabalho; desenhar as linhas que representam o fluxo no qual é desenvolvido o trabalho; definir os fluxos realizados; analisar o diagrama, considerando os princípios de desperdício, tempo, organização e qualidade; anotar todas as circunstâncias relevantes, com contagem de tempo para execução da atividade; analisar o diagrama e identificar oportunidades de melhorias.

Diagramas de espaguete indicam de maneira clara os desperdícios envolvidos no transporte e movimentação de componentes no sistema produtivo ou no fluxo de informação que devem ser eliminados para que a operação seja mais enxuta (GASTINEAU, 2009).

Os diagramas de espaguete podem inclusive auxiliar a identificar possíveis equipamentos e materiais que necessitem ser movidos de um local para outro, baseando-se na análise do modo como os funcionários realmente executam seu trabalho. A distância percorrida que não agrega valor não é o único desperdício que

pode ser identificado por meio da análise. Pode-se ainda encontrar diversas outras oportunidades de melhorias, como através da possível necessidade de mudança de local de uma máquina ou equipamento, do desperdício de tempo através de uma atividade que não agrega valor, além de auxiliar na tomada de decisão dos próximos passos a serem desempenhados para melhoria da eficiência dos fluxos. Oportunidades essas que geralmente ficam ocultas como consequência de *layouts* mal planejados, mostrando-se, portanto, uma ferramenta relevante para apontamento de soluções alternativas relacionadas ao fluxo (GRABAN, 2013).

### 3.5. SETE PERDAS DO *LEAN MANUFACTURING*

Taiichi Ohno identificou sete tipos de perdas, provenientes de atividades que não agregam valor ao produto, as quais devem ser eliminadas com o intuito de alcançar os propósitos defendidos pela filosofia Lean (1997, apud LORENZON, 2008):

Excesso de produção: é a perda ocasionada por produzir antes da demanda solicitar ou antes do programado (WOMACK e JONES, 2004). Conhecida também como perda por superprodução, é produzir além do necessário ou antes do momento ideal.

Espera: é o intervalo de tempo oriundo de atrasos, aprovações, inspeções e, segundo Womack e Jones (2004), processamento de uma etapa posterior, nas quais o produto aguarda para ser processado.

Transporte: é a perda por movimentação de materiais e equipamentos entre as ilhas de processo (WOMACK e JONES, 2004). É considerado um desperdício proveniente de um arranjo físico inadequado (SILVA, 2009).

Processamento excessivo: são atividades realizadas a mais do que o necessário “devido ao projeto inadequado de ferramentas e produtos” (WOMACK & JONES, 2004, p. 367).

Estoque: são matérias primas, materiais em processo ou produtos acabados acima do mínimo necessário (WOMACK e JONES, 2004). Segundo Silva (2009), o layout pode influenciar a formação de estoques devido a grandes distâncias e lotes de produção, ocasionando estoques altos em processo.

Retrabalho/refugo: é a não conformidade às especificações do projeto devido a problemas no processo. Corrêa e Corrêa (2010) afirma que os maiores desperdícios do processo são causados por erros de qualidade, visto que a produção de produtos

defeituosos gera desperdícios de materiais, mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação, matéria-prima, tempo, entre outros.

Movimentação: é a movimentação desnecessária de funcionários durante a execução das suas atividades (WOMACK e JONES, 2004). É provocado pela inadequação dos postos de trabalho, má localização de ferramentas e dispositivos utilizados pelo operador (SILVA, 2009).

### 3.6. MÉTODO DE GUERCHET

Na análise do *layout* alguns fatores foram levados em conta, um destes fatores foi a preocupação com a distância adequada para execução eficaz do trabalho. Tais distâncias são necessárias para eventuais manutenções a serem realizadas nas máquinas, no processo de chegada de matéria prima e saída de produto semiacabado. Para tal, foi utilizada a metodologia de Guerchet, que de acordo com Olivério (1985), a área que um dado componente ocupa se define pelo somatório de três superfícies, são elas: A Superfície estática ( $Se$ ) que é determinada pela área efetivamente ocupada pelo equipamento de trabalho. E a Superfície de gravitação ( $Sg$ ), área estabelecida de acordo com a necessidade do operador de movimentação para execução das operações, depósito de materiais e ferramentas. O cálculo é definido de acordo com a fórmula:

$$Sg = Se * N$$

Onde  $N$  é o número de lados utilizados pelo equipamento.

Por último tem-se a superfície de circulação ( $Sc$ ), que é estabelecida pela área necessária para circulação de materiais entre postos de trabalho e para a manutenção corretiva e/ou preventiva. Seu cálculo é dado pela fórmula:

$$Sc = k * (Sg + Se)$$

Onde  $k$  é o coeficiente que pode variar entre 0,05 a 3,00 dependendo do tipo de equipamento de transporte, do produto, da matéria prima, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de K

Tipo de Indústria	K
Mecânica pesada com utilização de pontes rolantes	0.05 a 0.15
Linha de montagem com transportador mecânico	0.10 a 0.25
Indústria de tecelagem	0.50 a 1.00
Indústria mecânica de precisão	0.75 a 1.00
Indústria mecânica livre	1.5 a 2.00
Oficinas de uso geral	2.00 a 3.00

Fonte: Adaptado de Olivério (1985)

Com os dados obtidos, segundo Camarotto (1998), o cálculo da superfície total (St) é dado através do somatório das três superfícies anteriores.

$$St = Se + Sg + Sc.$$

## 4. DESENVOLVIMENTO

### 4.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Etiketol é uma empresa do ramo de etiquetas/rótulos autoadesivos de origem baiana, situada no município de Lauro de Freitas/BA, fundada por Jorge Mascarenhas em 1991. Com excelente qualidade nos serviços prestados, busca sempre estar atualizada no ramo gráfico, investindo em máquinas modernas com alta qualidade de impressão para rótulos e etiquetas em grandes, médias e pequenas tiragens, agregando assim valor ao produto final e destacando-se no mercado local. A empresa confecciona as etiquetas/rótulos para diversos tipos de produto, como bebidas, cosméticos, farmacêutico, saneantes, alimentícios entre outros. O processo produtivo é realizado pelas seguintes etapas:

**Corte:** Apenas quando as dimensões da matéria-prima não são condizentes com as especificações contidas na ordem de serviço, se faz necessário o processo de corte.

**Impressão:** A impressão das etiquetas é feita a partir de uma ordem serviço, que indica ao operário que matérias primas e equipamentos serão utilizados, estabelece os parâmetros de processo tais como a velocidade de impressão, tamanho e cor da fonte, quantidade de etiquetas/rótulos e como monitorar o processo produtivo com o objetivo de manter a qualidade do produto acabado.

**Rebobinamento:** O rebobinamento é também feito de acordo com a ordem de serviço, que indica ao operário como configurar a máquina de acordo com a metragem estabelecida na O.S (Ordem de Serviço) e como controlar a velocidade até atingir o término de fabricação do produto acabado.

**Embalagem:** A embalagem do produto acabado é realizada manualmente por operários que recebem os produtos acabados e rebobinados, os colocam em embalagens plásticas e os organizam em caixas de papelão, finalizando, assim, o processo produtivo.

### 4.2. DIAGNÓSTICO

A primeira visita a empresa Etiketol foi realizada no mês de abril de 2018, retratando a fase inicial de execução do projeto Theoprax. Nesta primeira visita o

objetivo era a apresentação da equipe de projeto, identificação dos desejos e necessidades do cliente, assinatura e entrega do termo de confidencialidade. Porém a equipe se deparou com o fato da empresa já está promovendo uma reforma, com alterações de *layout* já definidas e em implementação, impossibilitando o desenvolvimento do projeto naquele momento. Após alguns meses foi realizada uma segunda reunião onde participaram a equipe, orientador do projeto e o dono da Etiketol, no qual as necessidades referentes a empresa foram esclarecidas e, assim, o projeto Theoprax foi iniciado.

Figura 3 – Visita de diagnóstico



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 4 – Maquinário



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 5 – Embalagem



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

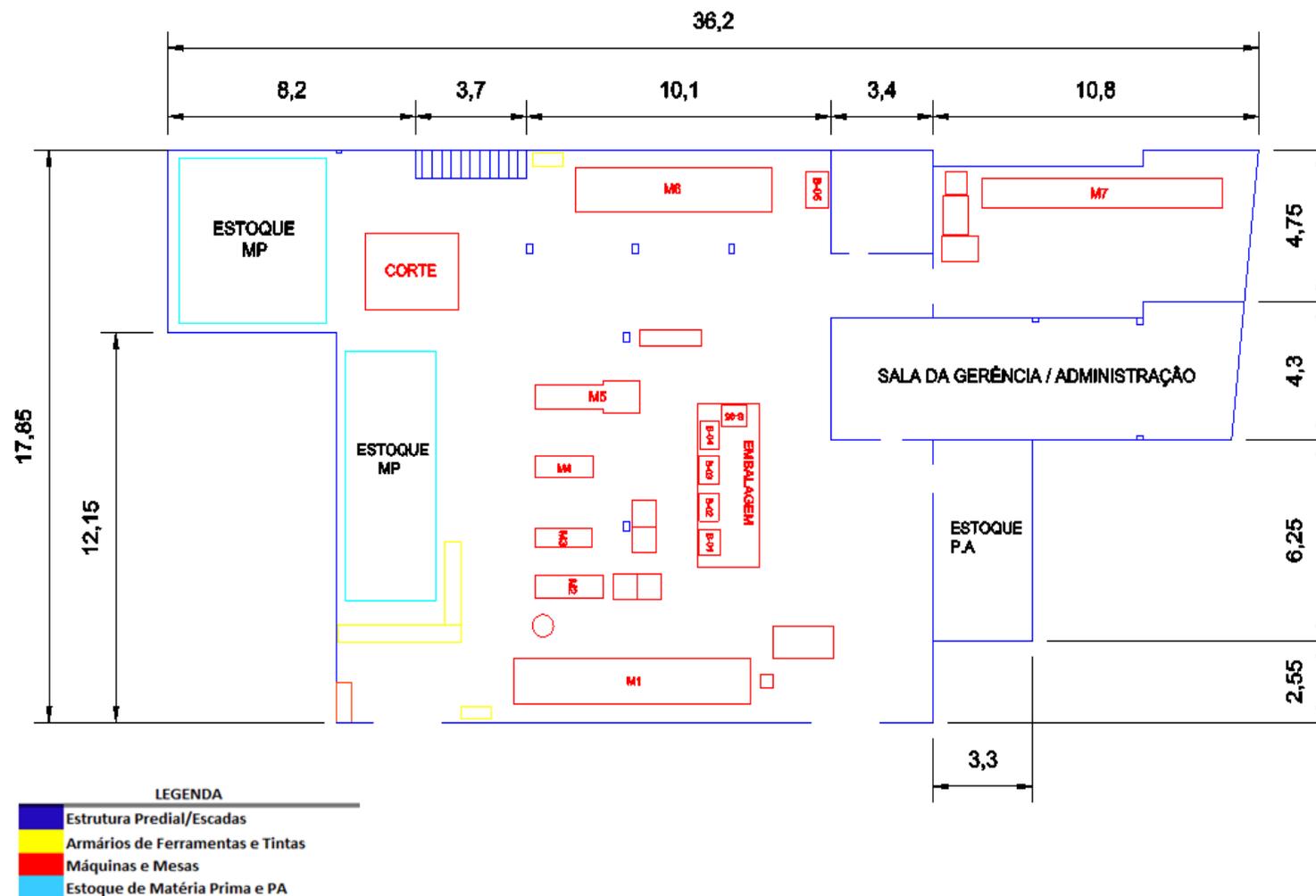
Após análises e reuniões com o proprietário, foi estabelecido que o objetivo do projeto se materializou na apresentação do *layout* atual em uma planta baixa da área fabril da empresa, incluindo máquinas e equipamentos e uma proposta de melhoria de *layout* que, se implementada no futuro, resultaria em aumento de produtividade e consequente redução de desperdício. Dado o estágio avançado da reforma e da instalação do maquinário em posições determinadas pelo proprietário, a proposta de melhoria será entregue ao mesmo e este decidirá por sua aplicação ou não.

#### 4.3. ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL

##### 4.3.1. Apresentação do layout atual

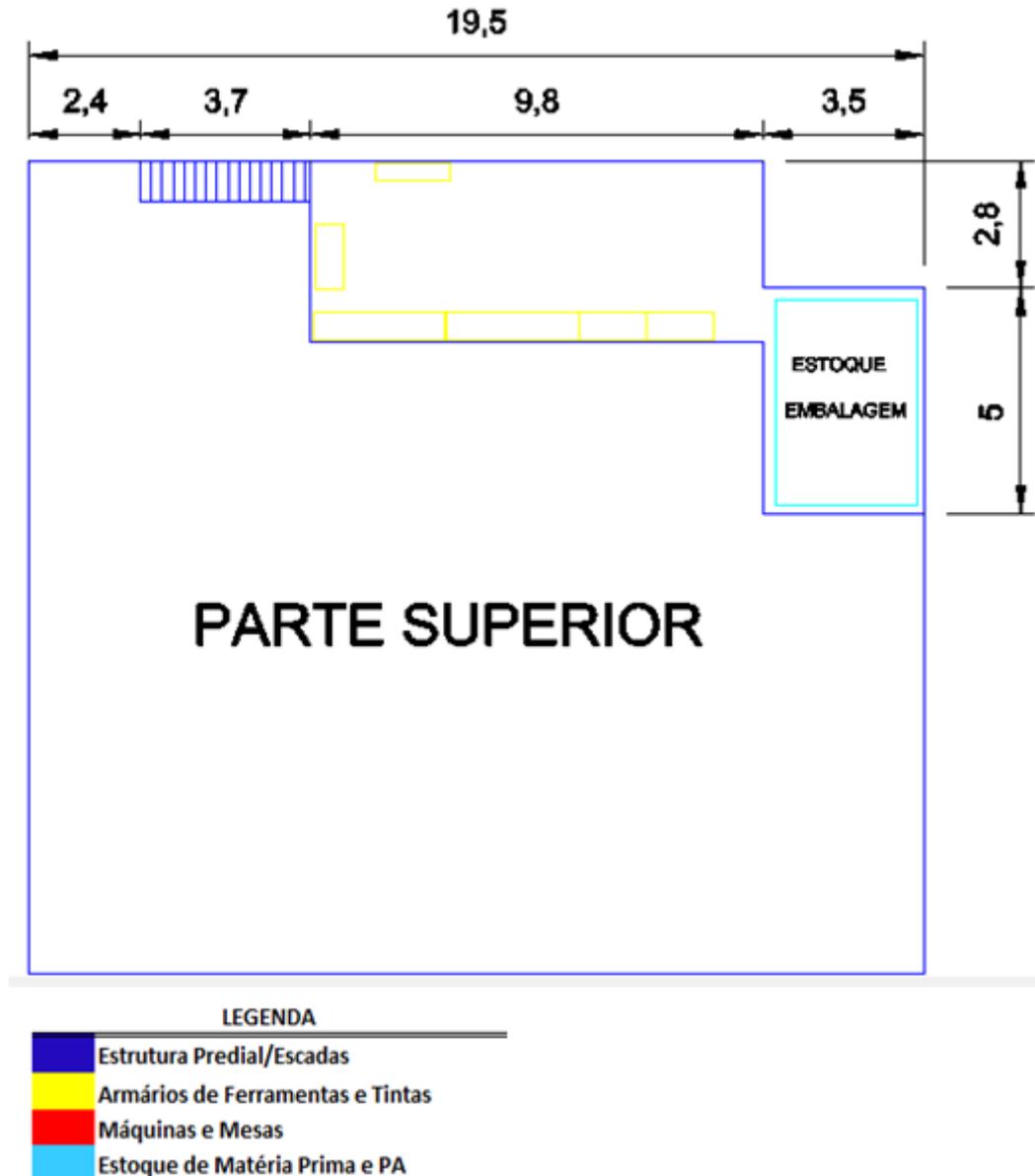
A primeira etapa do projeto foi o desenho do arranjo físico atual estabelecido na fábrica, identificado como um arranjo funcional ou por processo. Uma representação gráfica em 2D do *layout* atual da empresa foi elaborada pelos integrantes da equipe através do cadastramento de toda estrutura predial, as localizações e dimensões das máquinas, mesas e equipamentos auxiliares presentes no ambiente e utilizadas no processo de produção ou descarte de resíduos do processo. O modelo gráfico composto pela equipe foi realizado em *CAD* usando o software *Draftsight* em escala 1:100 do estado presente da fábrica, apresentada nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Layout geral da empresa (Parte Inferior)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 7 – Layout geral (Parte Superior)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

#### 4.3.2. Dimensões dos Corredores

Na organização em questão não há delimitação dos corredores para operação, o que cria uma desorganização no ambiente de trabalho e pode ocasionar acidentes. Sendo assim, a primeira etapa desse estudo foi a determinação ideal das dimensões dos corredores de acordo com a análise das especificações e medidas reais de comprimento, largura e raio de giro do transpalete e do palete padrão que é usado. Desta forma, cria-se um referencial para a análise das áreas reservadas às máquinas.

Chegou-se à conclusão de que a largura dos corredores para movimentação de matérias-primas, materiais em processo e produto acabado não é ideal para operação. Os corredores para movimentação utilizando transpaletes devem ter um mínimo de 1,70 m. Para determinação da medida ideal de 1,70m para os corredores, foi levado em consideração a especificação de raio de giro de 1,30m do transpalete sendo acrescentado uma folga de 0,20m de cada lado por questões de segurança, dessa forma chega-se a essa medida ideal. Seguem abaixo as especificações do transpalete e paletes usados na fábrica.

Figura 8 – Transpalete manual



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

O Transpalete é composto por acionador manual, bomba hidráulica, roda de direção, rodas de carga, mecanismo de elevação, raio de giro de 1,3 m e capacidade de carga máxima de 2200kg.

Figura 9 – Palete 0,80m x 0,80m



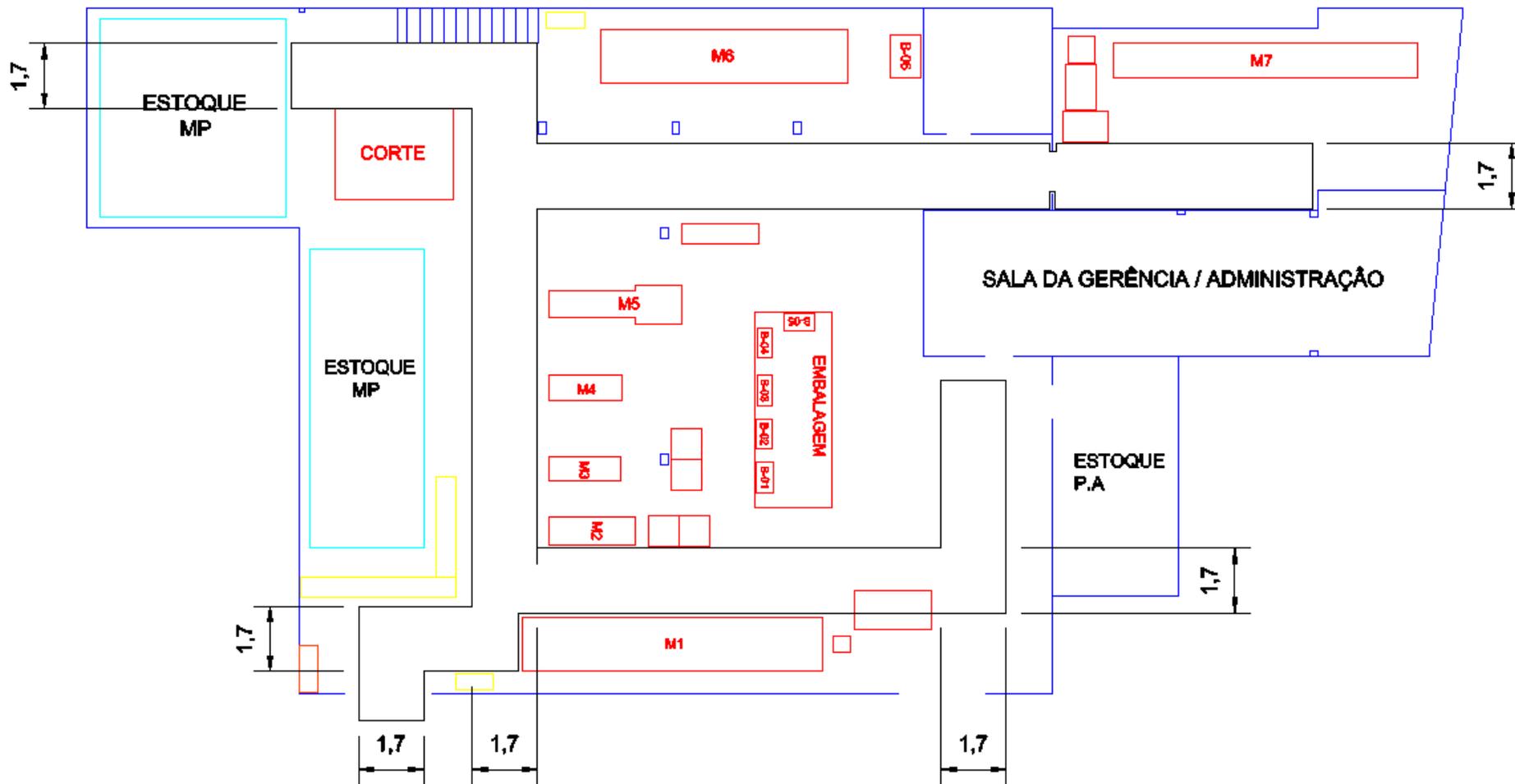
Fonte: Shopmoby<sup>2</sup>

O palete padrão da empresa possui comprimento e largura de 0,80 m e acabamento aparelhado. Segue abaixo a Figura 10 que representa o layout da fábrica com as marcações ideais para os corredores.

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<http://www.shopmoby.com.br/paletes/lixados/copia-copia-palete-de-pinus-80-x-80-cm-lixado>> Acesso em dez, 2019.

Figura 10 – Layout Geral (Dimensões dos corredores)



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Visto que a dimensão ideal para movimentação do transpaleta é 1,70 m, observa-se em uma primeira análise, Figura 10, que a demarcação ideal dos corredores sobrepõe parcialmente a área da máquina M1. Já a porta que dá acesso a máquina M7 tem a medida 1,053m, o que configura um estreitamento da largura ideal para passagem do palete, pois o paleta padrão da fábrica tem 0,80m x 0,80m, sobrando aproximadamente 0,1 m de folga por lado, o que é considerado um valor de folga muito pequeno por questões de segurança e integridade dos funcionários, equipamentos e produtos.

As medidas ideais dos corredores da figura acima são dadas caso não haja necessidade de fluxos cruzados. Fluxo cruzado implica na passagem de dois equipamentos de movimentação em sentidos contrários simultaneamente. A organização em questão tem uma intensidade de movimentação baixa. Contudo não foram observados fluxos cruzados na operação, o que dispensa o uso de corredores mais largos do que 1,70 m. Todas as máquinas da fábrica nunca são operadas ao mesmo tempo, contudo a opção por corredores mais estreitos pode vir a limitar a operação em um posterior aumento de intensidade de movimentação.

#### **4.3.3. Famílias de produtos**

Foi elaborada uma matriz apresentando todos os tipos de famílias existentes na Etiketol para melhor compreensão e análise dos produtos e processos da fábrica. Segue tabela representativa abaixo.

Tabela 2 – Tipos de famílias

TIPOS DE FAMÍLIAS															
ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO															
	CORTE	IMPRESSÃO				CORTE RÓTULO	REBOBINAMENTO						IMPRESSÃO/REBOBINAMENTO	EMBALAGEM	
MÁQUINAS →	BETA FLEX 250(CORTE)	BETA FLEX 160(M2)	BETA FLEX 120(M3)	BETA FLEX 160(M4)	WINE MODULAR 250(M7)	BATIDA ETIRAMA 320(M6)	RENAFLEX MINI(B-01)	ETIRAMA (B-02)	ETIRAMA (B-03)	ETIRAMA (B-04)	ETIRAMA (B-05)	REBOBINADO RA BETA FLEX 160(B-06)	ITALIANA (M1)	BETA FLEX 160(M5)	MANUAL
RÓTULOS	FAMÍLIA 1	x	x		x	x		x				x	x		x
	FAMÍLIA 2		x		x	x		x				x	x		x
	FAMÍLIA 3	x	x		x	x	x	x				x	x		x
	FAMÍLIA 4		x		x	x	x	x				x	x		x
ETIQUETAS	FAMÍLIA 5		x	x	x			x	x	x	x				x
	FAMÍLIA 6												x	x	x

**LEGENDA:**

FAMÍLIA = GRUPO DE PRODUTOS QUE PASSAM PELO MESMO PROCESSO.

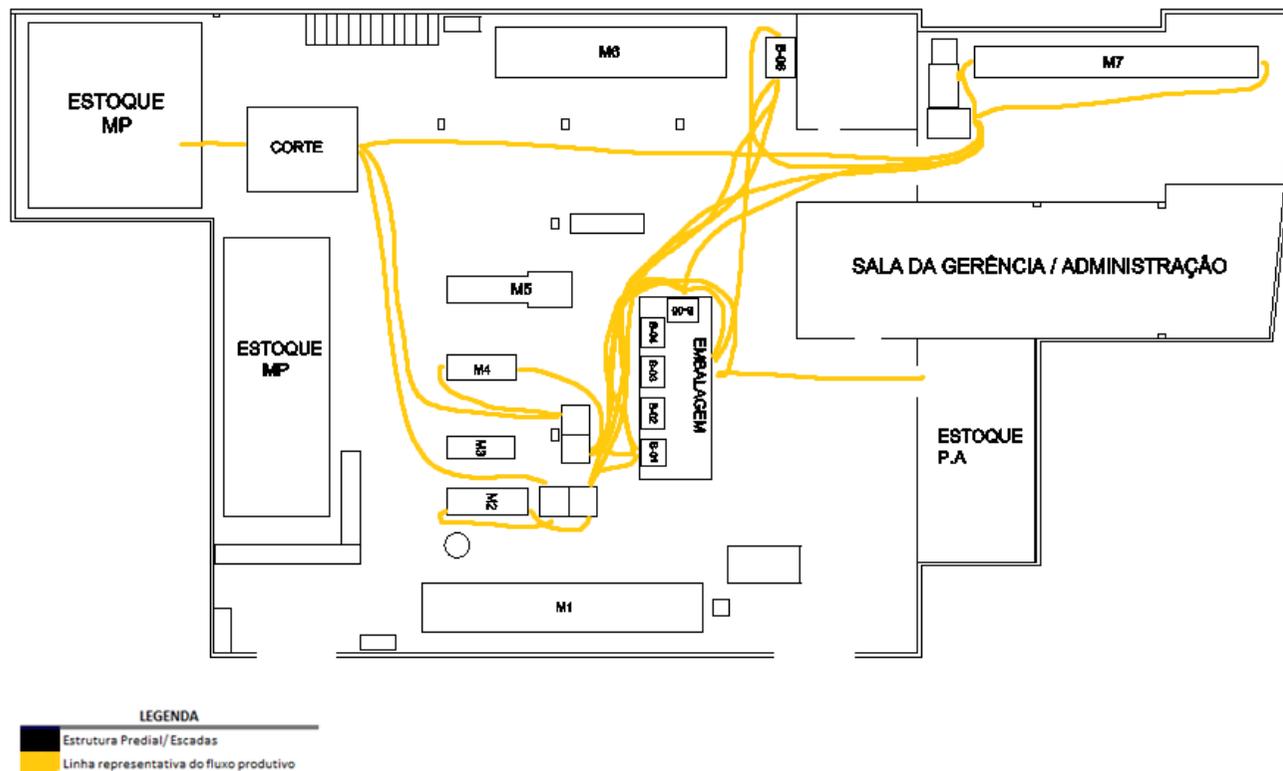
X = ETAPA/MÁQUINA NA QUAL A FAMÍLIA EM ESPECIFICO PASSA.

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A tabela está organizada com famílias de produtos nas primeira coluna e máquinas nas colunas seguintes. Alguns processos podem ser realizados por mais de uma máquina. Para cada família, as máquinas utilizadas para realização dos processos de fabricação estão marcadas com um “x”. As famílias são compostas pelos produtos que passam pelos mesmos processos de fabricação. Uma coluna do lado esquerdo mostra a categoria de produto que cada família corresponde.

#### 4.3.4. Diagramas de Espaguete

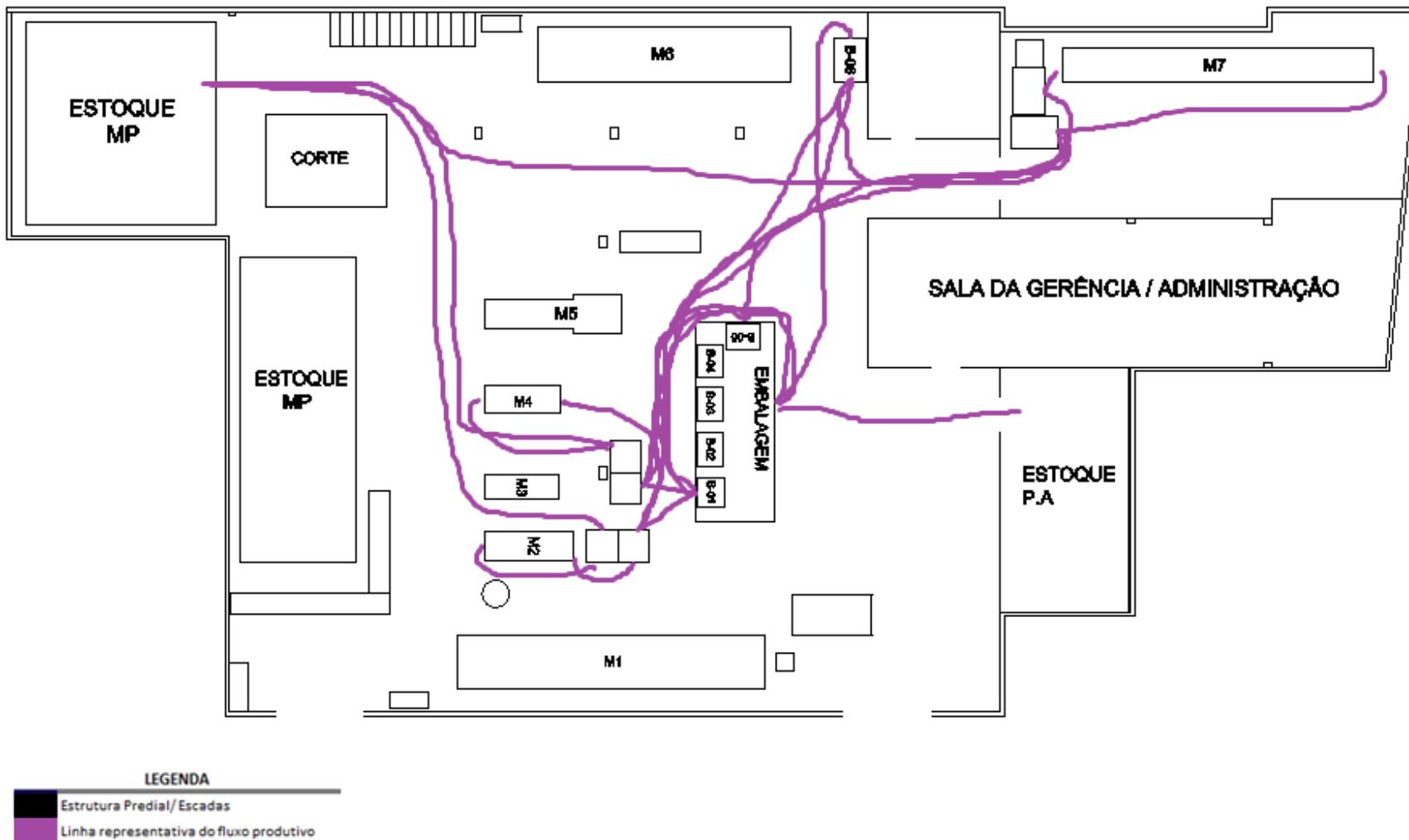
Figura 11 – Diagrama de Espaguete Família 01



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A família 01 é composta apenas por produtos do tipo rótulos. O fluxo de produção desta família é dado conforme o diagrama acima. O material primeiramente é retirado do seu estoque e levado à primeira etapa, etapa de corte, onde é feito na máquina Betaflex 250. A segunda etapa deste fluxo é a impressão, onde pode ser feita nas máquinas Betaflex 160 (M2), Betaflex 160 (M4) ou na Wine Modular 250 (M7). Após a impressão o produto é direcionado a sua terceira etapa, de rebobinamento, onde podem ser feitas nas rebobinadeiras Reinaflex mini (B-01), Etirama (B-05) ou Betaflex 160 (B-06), após passar por todas essas etapas, o produto é direcionado a quarta etapa, de embalagem, logo após estoque.

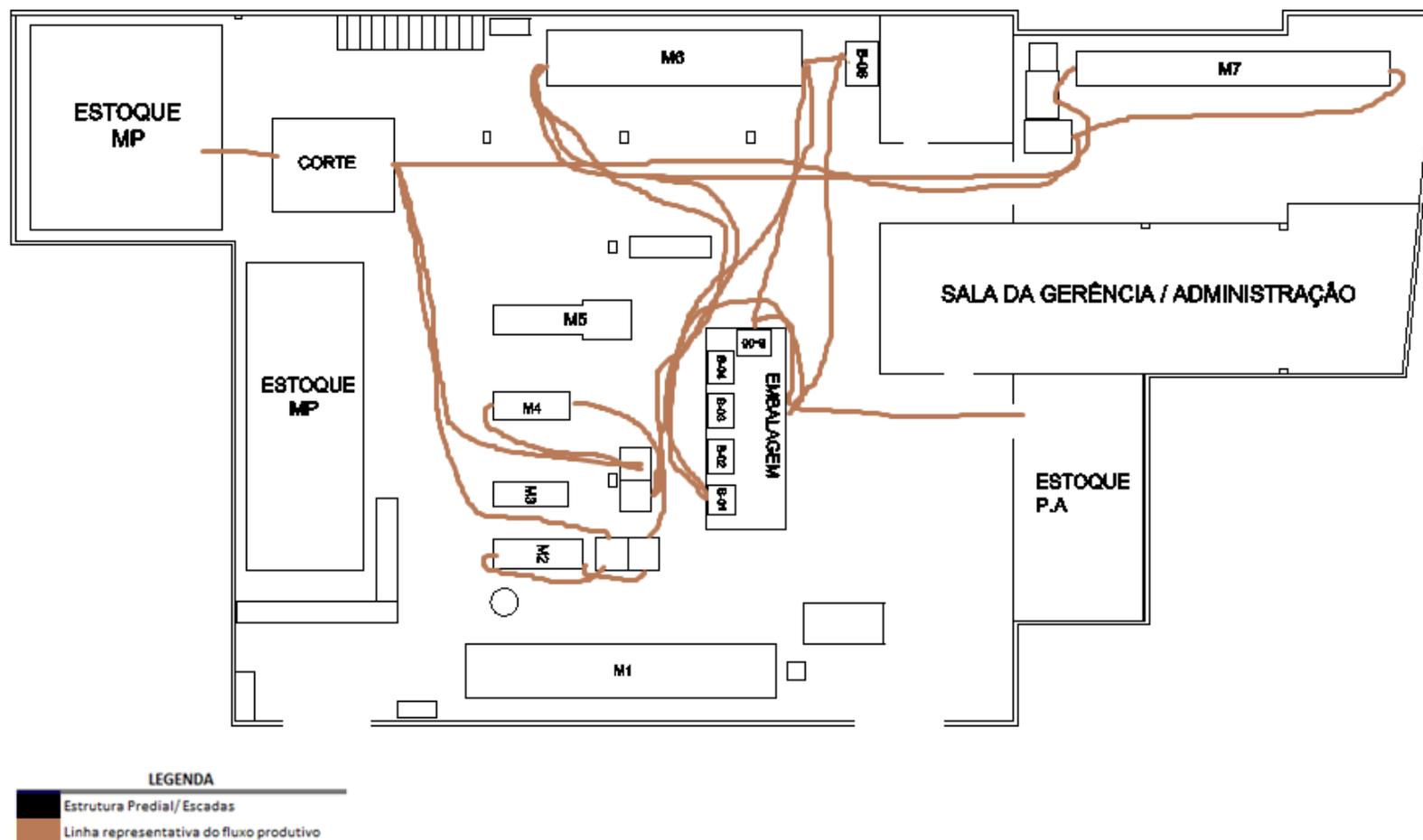
Figura 12 – Diagrama de Espaguete Família 02



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A família 02 é composta apenas por produtos do tipo rótulos. O fluxo de produção desta família é dado conforme o diagrama acima. O material primeiramente é retirado do seu estoque e levado à primeira etapa, a etapa de impressão, onde pode ser feita nas máquinas Betaflex 160 (M2), Betaflex 160 (M4) ou na Wine Modular 250 (M7). Após a impressão o produto é direcionado a sua segunda etapa, de rebobinamento, onde podem ser feitas nas rebobinadeiras Reinaflex mini (B-01), Etirama (B-05) ou Betaflex 160 (B-06), após passar por todas essas etapas, o produto é direcionado a terceira etapa, de embalagem, logo após estoque.

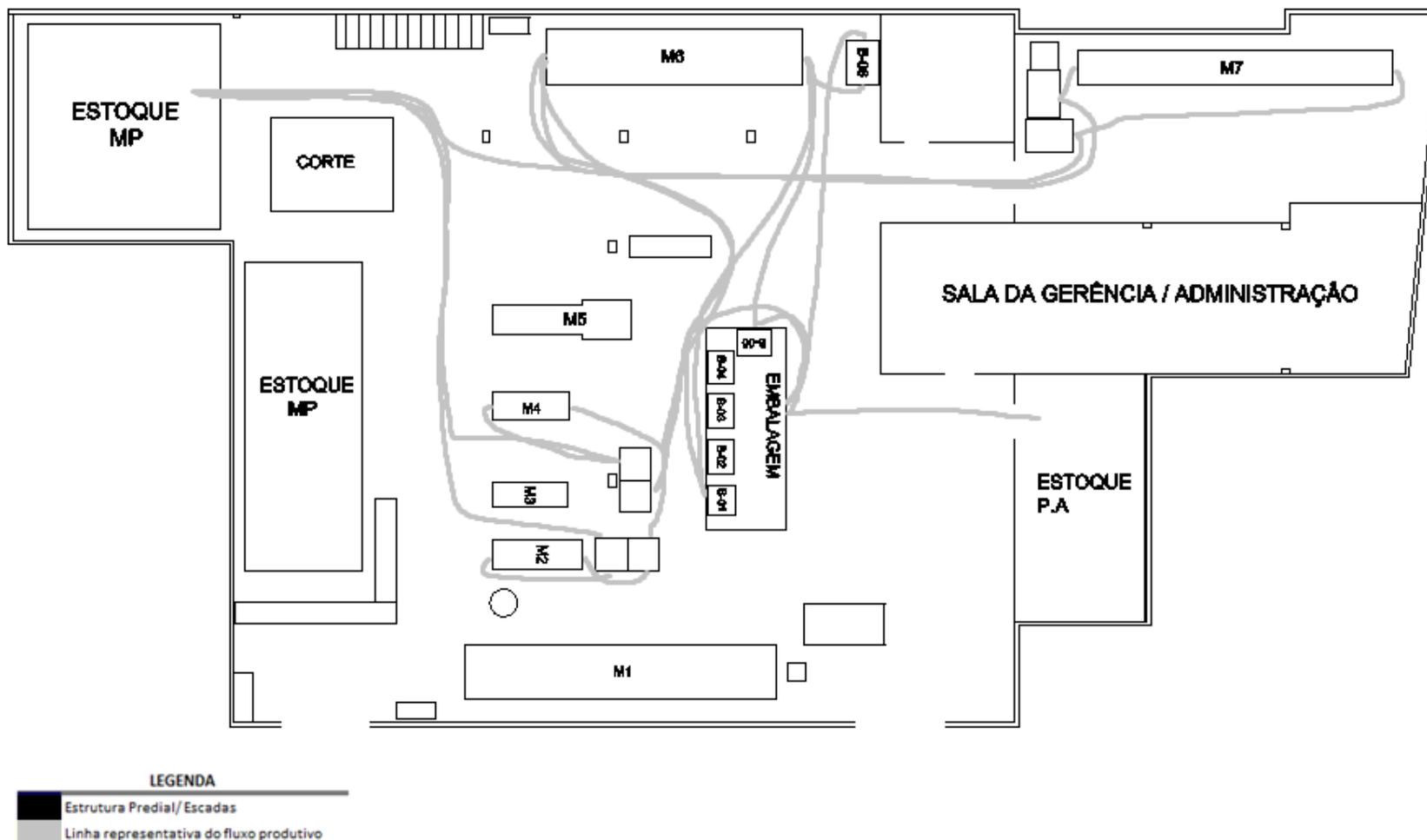
Figura 13 – Diagrama de Espaguete Família 03



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A família 03 é composta apenas por produtos do tipo rótulos. O fluxo de produção desta família é dado conforme o diagrama acima. O material primeiramente é retirado do seu estoque e levado à primeira etapa, etapa de corte, onde é feito na máquina Betaflex 250. A segunda etapa deste fluxo é a impressão, onde pode ser feita nas máquinas Betaflex 160 (M2), Beta flex160 (M4) ou na Wine Modular 250 (M7). Após a impressão o produto é direcionado a sua terceira etapa de corte do rótulo, onde é feito na máquina Batida Etirama 320 (M6), logo após o produto é direcionado para sua quarta etapa, de rebobinamento, onde o processo pode ser feito nas rebobinadeiras Reinaflex mini (B-01), Etirama (B-05) ou Beta lex 160 (B-06). Após passar por todas essas etapas, o produto é direcionado a quinta etapa, de embalagem. Após o processo de embalagem o material acabado segue após estoque.

Figura 14 – Diagrama de Espaguete Família 04

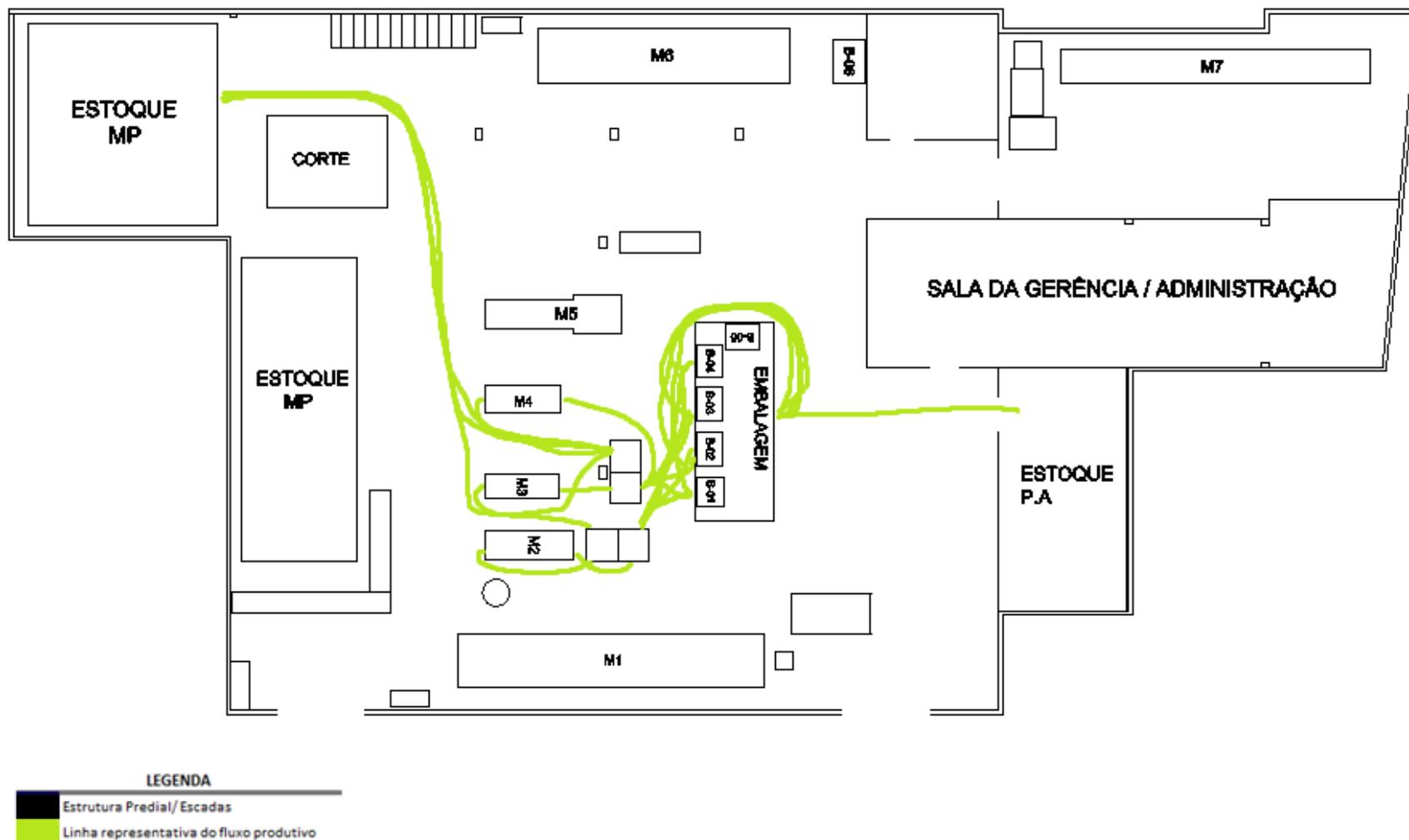


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A família 04 é composta apenas por produtos do tipo rótulos. O fluxo de produção desta família é dado conforme o diagrama acima. O material primeiramente é retirado do seu estoque e levado à primeira etapa, a etapa de impressão, onde pode ser feita nas máquinas Betaflex 160 (M2), Betaflex 160 (M4) ou na Wine Modular 250 (M7). Após a impressão o produto é direcionado a sua segunda etapa de corte do rótulo, onde é feito na máquina Batida Etirama 320 (M6), logo após, o produto é direcionado para sua terceira etapa, de rebobinamento, onde pode ser feita nas rebobinadeiras Reinaflex mini (B-01), Etirama (B-05) ou Betaflex 160 (B-06), após passar por todas essas etapas, o produto é direcionado a quarta etapa (embalagem) logo após estoque.

Posteriormente as análises, foi observado que em todas as 4 famílias de rótulos acima, precisamente no processo de impressão, passando pela máquina Wine Modular 250 (M7), não há linearidade no processo produtivo quando o produto é encaminhado do estoque ou da etapa de corte para fase de impressão. Isto quebra o fluxo sequencial de produção. Nas famílias 1 e 2 ocorre contra fluxo quando o produto é encaminhado da etapa de impressão para rebobinamento e, nas famílias 3 e 4, também ocorre contrafluxo quando o produto é conduzido da etapa de impressão para corte do rótulo na máquina Batida Etirama 250 (M6). Todas essas falhas de adequação do layout acarretam perdas de transporte e movimentação no processo produtivo, segundo a filosofia *lean*, pois são atividades que não agregam valor do ponto de vista do cliente final.

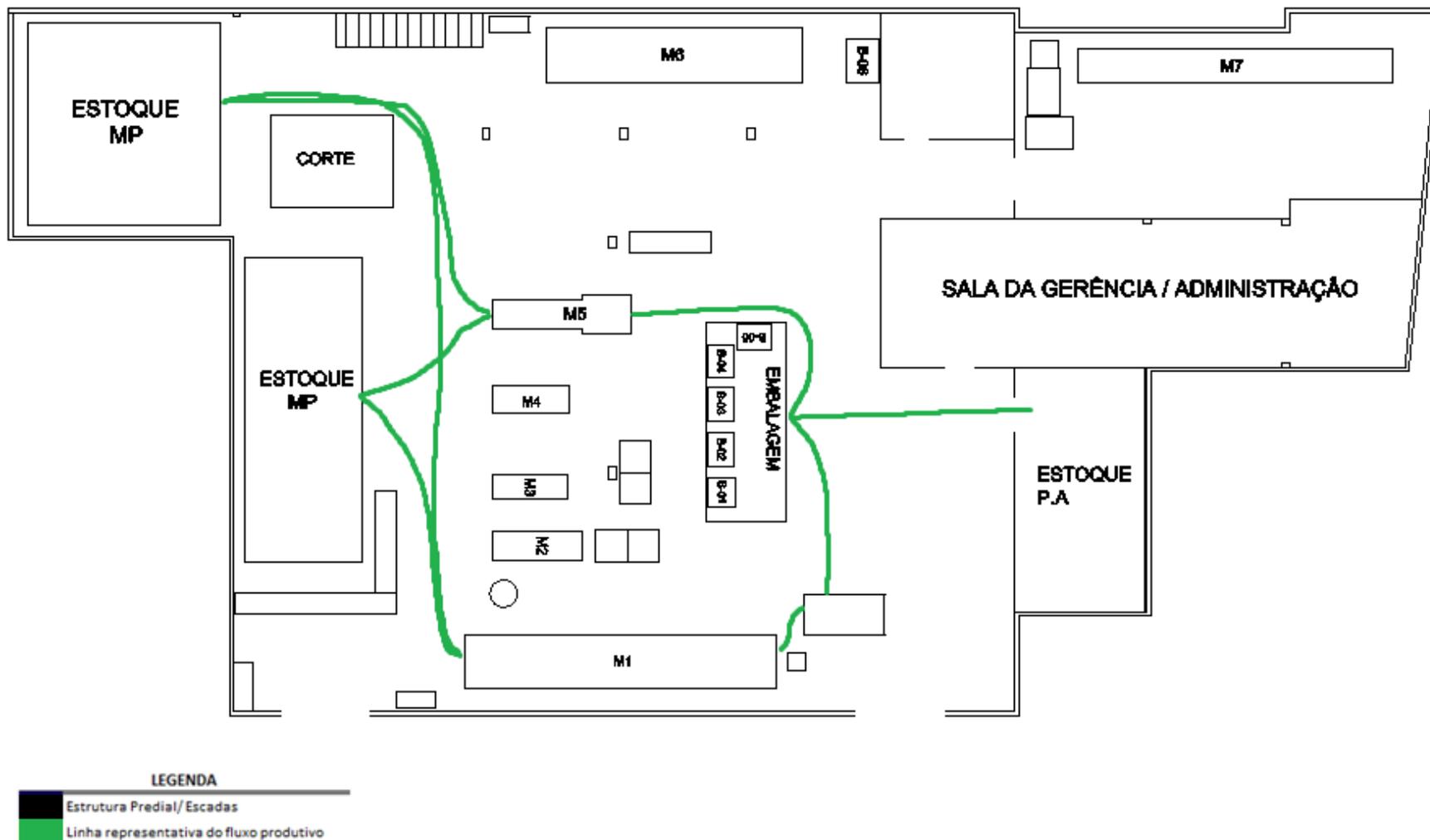
Figura 15 – Diagrama de Espaguete Família 05



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A família 05 é composta apenas por produtos do tipo etiquetas. O fluxo de produção desta família é dado conforme o diagrama acima. O material primeiramente é retirado do seu estoque e levado à primeira etapa, etapa de impressão, onde pode ser feita nas máquinas Betaflex 160 (M2), Betaflex 120 (M3) ou Betaflex 160 (M4), após a impressão, o produto é direcionado a sua segunda etapa, de rebobinamento, onde pode ser feito nas rebobinadeiras Reinaflex mini (B-01), Etirama (B-02), Etirama (B-03) ou Etirama (B-04), após passar por todas essas etapas, o produto é direcionado a terceira etapa, de embalagem, logo após estoque.

Figura 16 – Diagrama de Espaguete Família 06



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

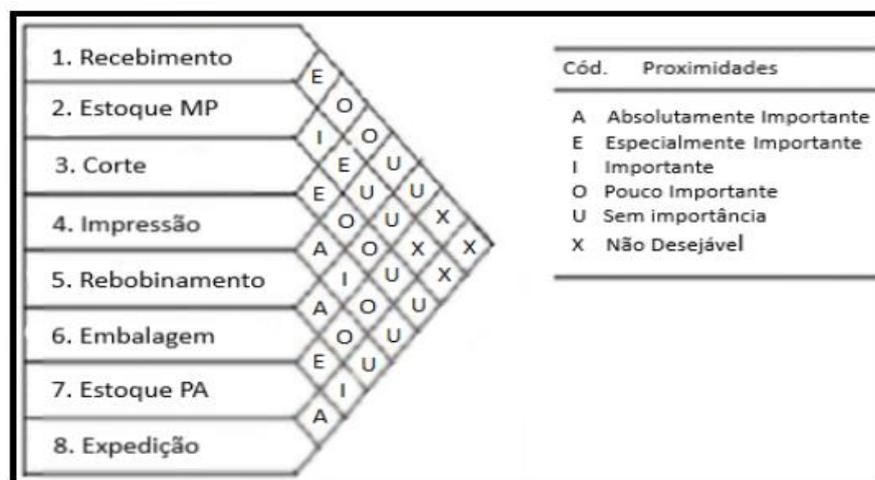
A família 06 é composta apenas por produtos do tipo etiquetas. O fluxo de produção desta família é dado conforme o diagrama acima. O material primeiramente é retirado do seu estoque e levado à primeira etapa, etapa de impressão/rebobinamento, onde pode ser feita nas máquinas Betaflex 160 (M5) ou na Italiana (M1). Após a impressão/rebobinamento o produto é direcionado a sua segunda e última etapa, de embalagem, logo após estoque.

Após a análise das famílias 5 e 6, foi aferido que o fluxo das etapas do processo produtivo é contínuo, as máquinas estão alinhadas de forma linear em cada uma de suas etapas. O produto em processo segue uma sequência progressiva sem haver contra fluxo como pode ser visto nas Figuras 15 e 16. Dessa forma evita perdas por conta de transporte e movimentação.

#### 4.3.5 Diagrama de Inter-relações

Na análise do layout também foi utilizada a ferramenta de Diagrama de Relacionamento ou Inter-relações, com o intuito de verificar o grau de relacionamento entre as áreas para verificar a adequação do layout. Para a determinação da inter-relação entre cada par de setores e razão de proximidade, foram realizadas análises em campo e reuniões com o supervisor de produção para corroborar as conclusões apontadas. A imagem abaixo mostra o cruzamento entre as áreas e postos de trabalho e uma escala de grau de importância da proximidade.

Figura 17 – Diagrama de Relacionamento



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Algumas necessidades apontadas pelo grupo vêm listadas a seguir:

i.O setor de recebimento de MP (matéria prima) deveria estar próximo do estoque de MP, no intuito de reduzir movimentação e tempo de operação.

ii.O processo de corte deveria estar próximo ao de impressão, dada a possibilidade de haver a necessidade do corte da MP.

iii.Dada sua forte relação, é bastante importante que o processo de impressão esteja perto e/ou em linha com o processo de rebobinamento, que por sua vez deve estar próximo ao de embalagem, estabelecendo um bom ritmo ao fluxo e aumentando a produtividade, tendo em vista que todos os produtos passam, respectivamente, por esses processos.

iv.Nota-se também, que o setor de expedição se encontra próximo ao estoque de PA (produto acabado), visando uma redução na movimentação e no desperdício de tempo de operação.

Analisando esses pontos acima, notou-se que de acordo com o layout atual da empresa, no processo de fabricação de rótulos, existem falhas na disposição das máquinas e organização dos setores, que já foram mencionadas nos diagramas de espaguete das famílias de produtos anteriormente. Já no processo de etiquetas o fluxo produtivo é ideal para uma produção otimizada de acordo com a área construída e restrições existentes.

## **4.4 ESTUDO DO MAQUINÁRIO**

### **4.4.1 Análise das máquinas da linha de produção**

Neste subcapítulo serão apresentadas todas as máquinas utilizadas na produção com suas respectivas dimensões e as áreas para elas reservadas. Adicionalmente, será realizada uma análise da área necessária observada de operação e comparada com o Método de Guerchet apud Slack (2009). Todas as dimensões apresentadas encontram-se em metros.

A equipe do projeto realizou uma pesquisa de campo onde foi analisada e mensurada a área de ocupação necessária para as máquinas e equipamentos e o espaço ideal para uma operação/manutenção correta e segura. Abaixo segue um

estudo envolvendo cada máquina utilizada na fábrica, onde existe um comparativo entre os resultados encontrados no cálculo de Guerchet e na análise feita pela equipe.

O cálculo do método de Guerchet apud Slack (2009) foi feito a partir das dimensões retiradas das máquinas da fábrica. O valor de N foi estipulado de acordo a necessidade de movimentação de cada máquina. A constante K utilizada nos cálculos foi a de Indústria de Tecelagem (0,5 a 1), por ser a que mais se assemelha no modo de produção e estrutura da Etiquetol.

A análise de campo foi instruída junto ao Supervisor de Produção e funcionários da fábrica, onde foram coletados dados através de acompanhamentos diários, relativos à área necessária para movimentação do operador, circulação de produtos em processo e manutenção do maquinário. Tal análise foi muito importante para que fossem destacadas possíveis melhorias a serem feitas no layout da empresa.

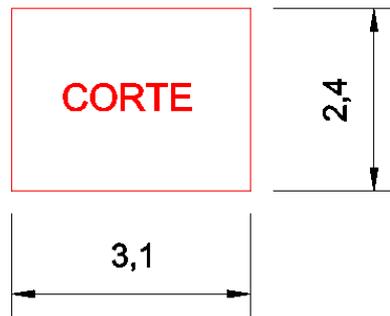
Figura 18 – Máquina de Corte



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A máquina de corte é da marca BetaFlex para papéis A4 de 75g até 200g e é composta por um alinhador com freio pneumático, suporte para até 12 facas de corte e alimentação de 220V/380V. Pode-se usar bobinas de 210mm, 420mm até 1000mm.

Figura 19 – Dimensões máquina de corte



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

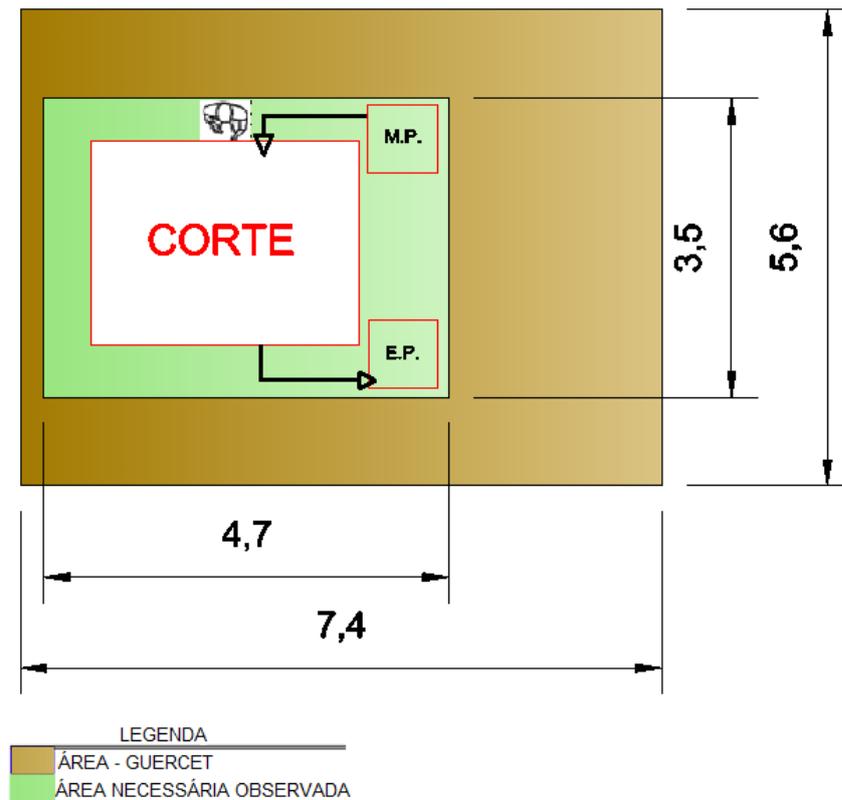
### Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 3 – Guerchet x área necessária observada - Corte

<b>MÁQUINA DE CORTE</b>	<b>Se:</b>	<b>6,86 m<sup>2</sup></b>
	<b>Sg:</b>	<b>20,59 m<sup>2</sup></b>
	<b>Sc:</b>	<b>13,73 m<sup>2</sup></b>
	<b>St:</b>	<b>41,18 m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>		<b>16,4 m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 20 – Área Guerchet x área necessária observada - Corte



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A figura acima ilustra o fluxo produtivo e os equipamentos auxiliares associados ao mesmo: paletes e mesas. Mostra também a área necessária para operação e manutenção verificada na observação das atividades fabris. A Tabela 3 e a Figura 20 mostram a comparação entre a área calculada segundo teoria de Guerchet apud Slack (2009) e a observada na prática. Observa-se, portanto, uma diferença de aproximadamente 25 m<sup>2</sup> entre elas. O valor encontrado utilizando a metodologia de Guerchet (41,18 m<sup>2</sup>) se mostra elevado quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo. Adicionalmente, quando a área ideal da máquina de Corte é inserida no layout geral com as dimensões dos corredores especificadas, nota-se que há uma sobreposição ao corredor de circulação de materiais o que torna inviável a operação da máquina e da movimentação de forma segura e organizada.

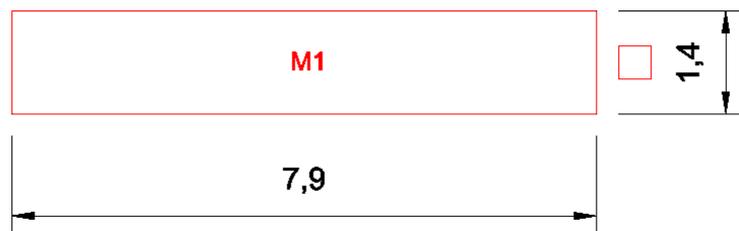
Figura 21 – Beta Flex 250 Italiana - M1



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A máquina M1 é de fabricação italiana e é composta de 5 unidades de impressão, uma rebobinadeira, 5 secadores para tintas de água, 1 secador UV, 3 unidades de corte e vinco, sistema de vídeo BST, 11 rolos anilox, 14 conjuntos de impressão (cilindros magnéticos + cilindros de impressão).

Figura 22 – Dimensões Italiana - M1



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

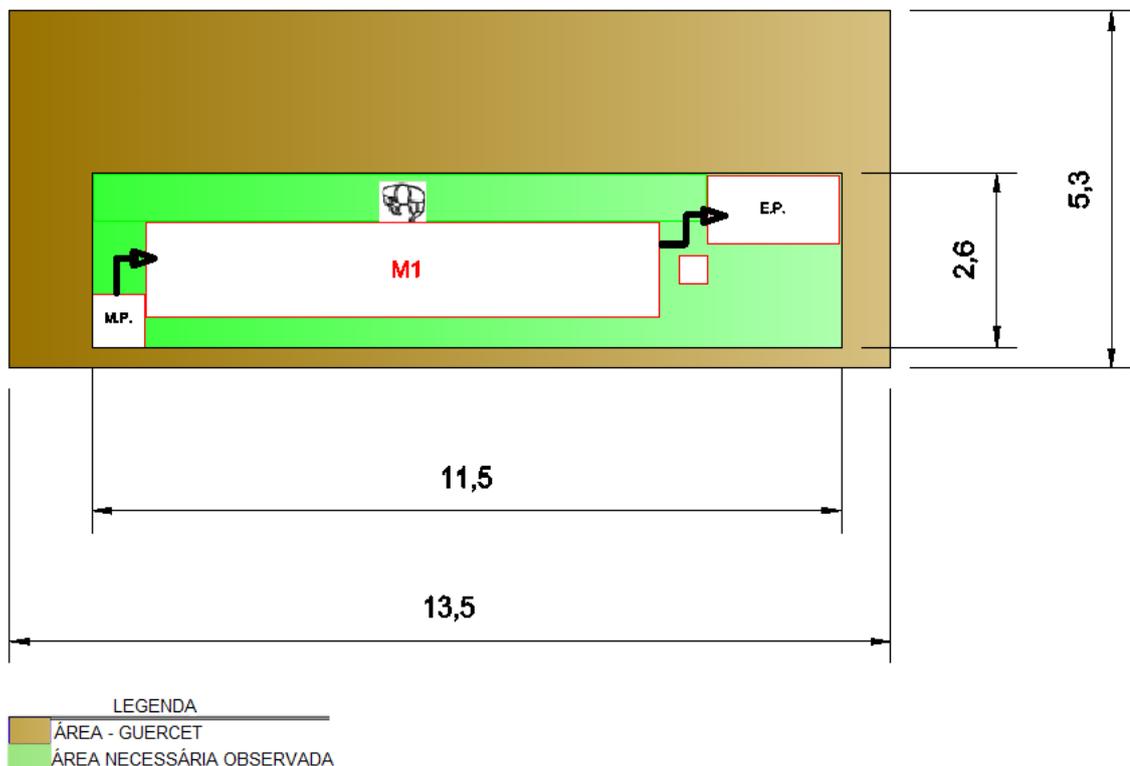
## Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 4 – Guerchet x área necessária observada - M1

<b>ITALIANA 250</b>	<b>Se:</b>	<b>12,05m</b> 2
	<b>Sg:</b>	<b>36,16m</b> 2
	<b>Sc:</b>	<b>24,11m</b> 2
	<b>St:</b>	<b>72,32m</b> 2
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>		<b>30m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 23 – Área Guerchet x área necessária observada - M1



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Perante as dimensões obtidas utilizando-se a metodologia de Guerchet apud Slack (2009) e as encontradas a partir das análises em campo, nota-se, uma diferença

de aproximadamente 42,32 m<sup>2</sup> entre elas. O valor referido a metodologia de Guerchet (72,32 m<sup>2</sup>) mostra-se superior quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo. Contudo, quando a área ideal da máquina M1 é locada no layout geral, nota-se que não há sobreposição ao corredor de movimentação de materiais, o que torna viável para a operação ser feita de forma segura e otimizada.

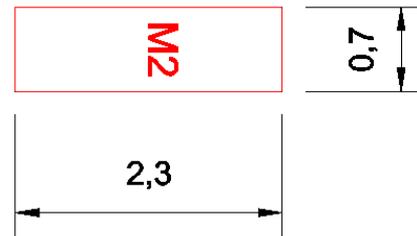
Figura 24 – Máquina de Impressão Flexográfica 160 – M2



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A impressora Flexográfica 160 da marca BetaFlex com capacidade de impressão até 3 cores em tambor de 320 mm de diâmetro, engrenagem dente helicoidal na impressão, unidade de corte com 2 estágios, gileteiro, estufa de secagem antes do corte, motor e inversor de 3 CV alimentação bifásica 220V, contador de metros digital com parada automática, bobina de entrada de até 800 mm de diâmetro, bobina de saída de até 500 mm de diâmetro e bancada de trabalho feita em aço tubular revestida com madeira.

Figura 25 – Dimensões Flexográfica 160 - M2



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

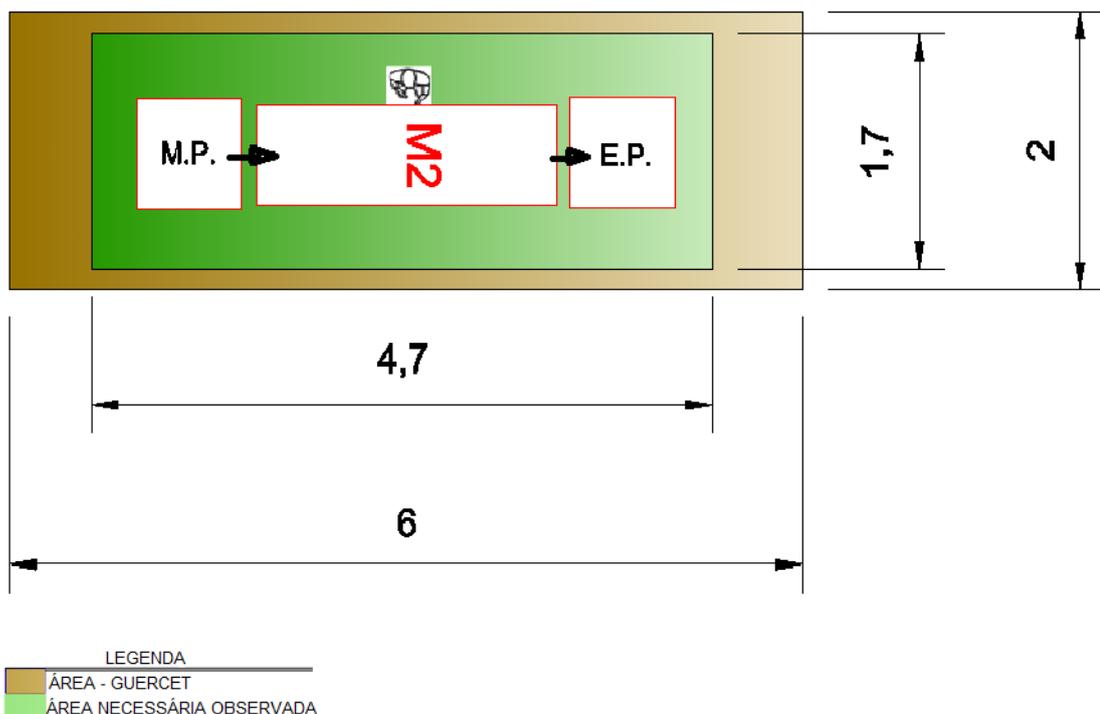
### Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 5 – Guerchet x área necessária observada - M2

<b>IMP. FLEXOGRÁFICA 160</b>	<b>Se:</b>	<b>1,61m<sup>2</sup></b>
	<b>Sg:</b>	<b>6,44m<sup>2</sup></b>
	<b>Sc:</b>	<b>4,03m<sup>2</sup></b>
	<b>St:</b>	<b>12m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA</b>		<b>8m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 26 – Área Guerchet x área necessária observada - M2



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Diante das dimensões obtidas utilizando-se a metodologia de Guerchet apud Slack (2009) e as observadas a partir das análises em campo, nota-se, uma diferença de aproximadamente 4 m<sup>2</sup> entre elas. O valor encontrado empregando a metodologia de Guerchet (12 m<sup>2</sup>) mostra-se superior quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo. Ademais, quando a área ideal da máquina M2 é locada no layout geral, observa-se uma sobreposição ao corredor de movimentação de materiais, tornando inviável a operação da máquina e a circulação de materiais de forma segura e organizada.

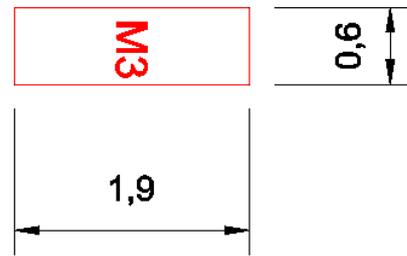
Figura 27 – Máquina de Impressão Flexográfica Betaflex 120 – M3



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A impressora Flexográfica 120 da marca BetaFlex com capacidade de impressão até 3 cores em tambor de 240 mm de diâmetro, engrenagem dente helicoidal na impressão, unidade de corte com 2 estágios, gileteiro, estufa de secagem antes do corte, motor e inversor de 3 CV alimentação bifásica 220V e contador de metros digital com parada automática.

Figura 28 – Dimensões Flexográfica 120



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

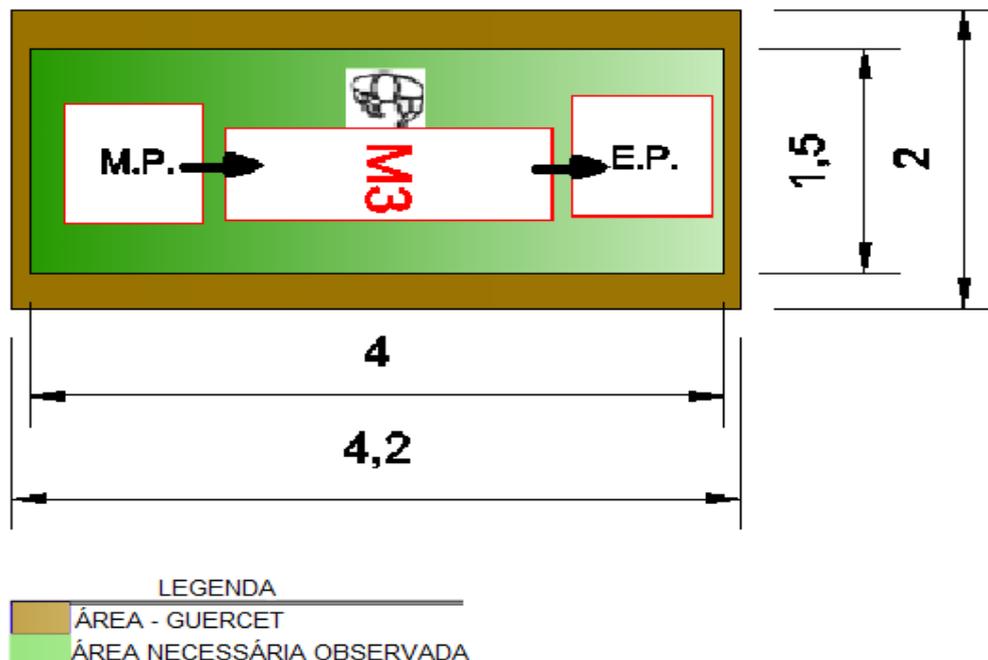
Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 6 - Guerchet x área necessária observada - M3

<b>IMP. FLEXOGRÁFICA 120</b>	<b>Se:</b>	<b>1,14m<sup>2</sup></b>
	<b>Sg:</b>	<b>4,56m<sup>2</sup></b>
	<b>Sc:</b>	<b>2,85m<sup>2</sup></b>
	<b>St:</b>	<b>8,55m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>		<b>6m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 29 – Área Guerchet x área necessária observada - M3



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Quando comparadas as dimensões obtidas utilizando-se a metodologia de Guechet apud Slack (2009) e as observadas a partir das análises em campo, nota-se, uma diferença de aproximadamente 2,5 m<sup>2</sup> entre elas. O valor encontrado aplicando a metodologia de Guerchet (12 m<sup>2</sup>) mostra-se levemente superior quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo. Ademais, quando a área ideal da máquina M2 é locada no layout geral, observa-se uma sobreposição ao corredor de movimentação de materiais, tornando inviável a operação da máquina e a circulação de materiais de forma segura e organizada.

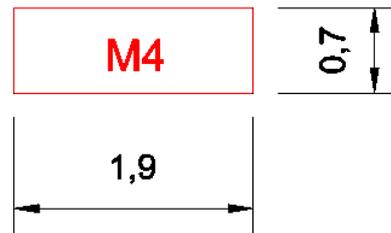
Figura 30 – Máquina de Impressão Flexográfica Betaflex 160 - M4



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A impressora Flexográfica 160 da marca BetaFlex com capacidade de impressão até 3 cores em tambor de 320 mm de diâmetro, engrenagem dente helicoidal na impressão, unidade de corte com 2 estágios, gileteiro, estufa de secagem antes do corte, motor e inversor de 3 CV alimentação bifásica 220V, contador de metros digital com parada automática, bobina de entrada de até 800 mm de diâmetro, bobina de saída de até 500 mm de diâmetro e bancada de trabalho feita em aço tubular revestida com madeira.

Figura 31 – Dimensões Flexográfica 160 - M4



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

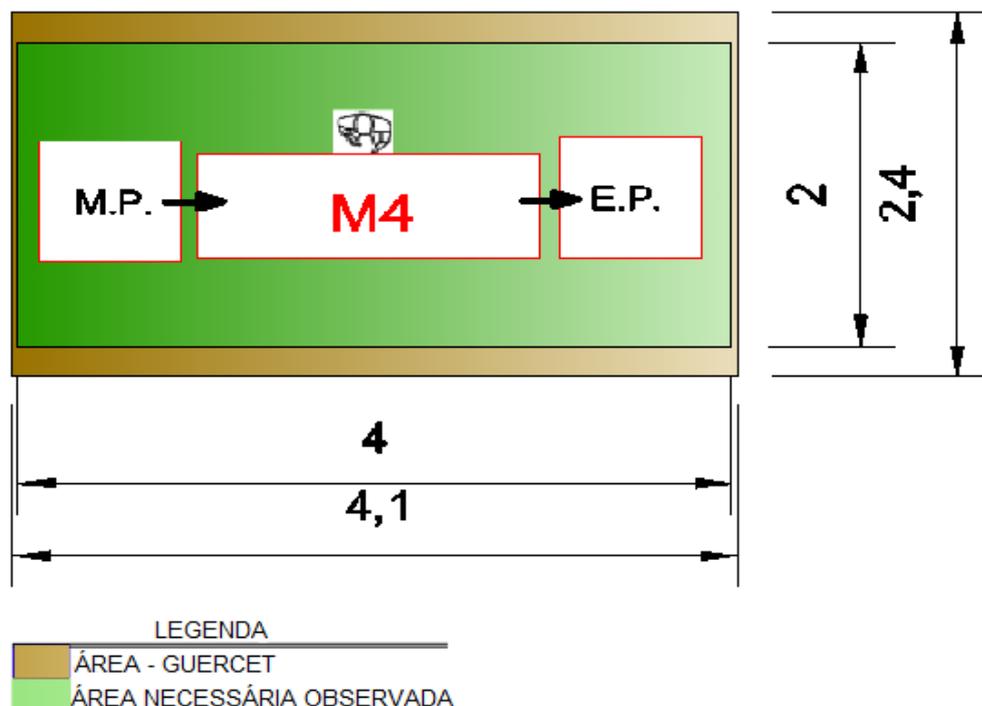
Comparação Guerchet x área necessária observada.

Tabela 7 – Guerchet x área necessária observada - M4

<b>IMP. FLEXOGRÁFICA 160 - M4</b>	<b>Se:</b>	<b>1,33 m<sup>2</sup></b>
	<b>Sg:</b>	<b>5,32 m<sup>2</sup></b>
	<b>Sc:</b>	<b>3,33 m<sup>2</sup></b>
	<b>St:</b>	<b>9,98 m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>		<b>8 m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 32 - Área Guerchet x área necessária observada - M4



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

De acordo com dimensões obtidas utilizando-se a metodologia de Guerchet apud Slack (2009) e as observadas a partir das análises em campo, nota-se, uma diferença de aproximadamente 2 m<sup>2</sup> entre elas. O valor encontrado empregando a metodologia de Guerchet (9,98 m<sup>2</sup>) mostra-se superior quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo. Observa-se que quando a área ideal da máquina M4 é inserida no layout geral, há uma sobreposição ao corredor de movimentação de materiais, o que ocasiona uma operação arriscada e desorganizada.

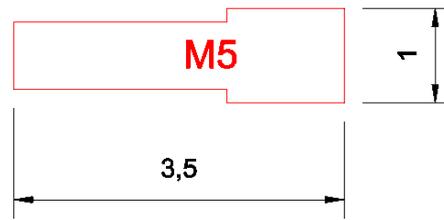
Figura 33 – Impressora Flexográfica160/Rebobinadeira - M5



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A impressora Flexográfica 160 pe da marca BetaFlex com capacidade de impressão até 3 cores em tambor de 320 mm de diâmetro, engrenagem dente helicoidal na impressão, unidade de corte com 2 estágios, gileteiro, estufa de secagem antes do corte, motor e inversor de 3 CV alimentação bifásica 220V, contador de metros digital com parada automática, bobina de entrada de até 800 mm de diâmetro, bobina de saída de até 500 mm de diâmetro, bancada de trabalho feita em aço tubular revestida com madeira e nela foi instalada uma rebobinadeira à parte com o intuito de otimização do processo.

Figura 34 – Dimensões Imp. Flexográfica/Rebobinadeira



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

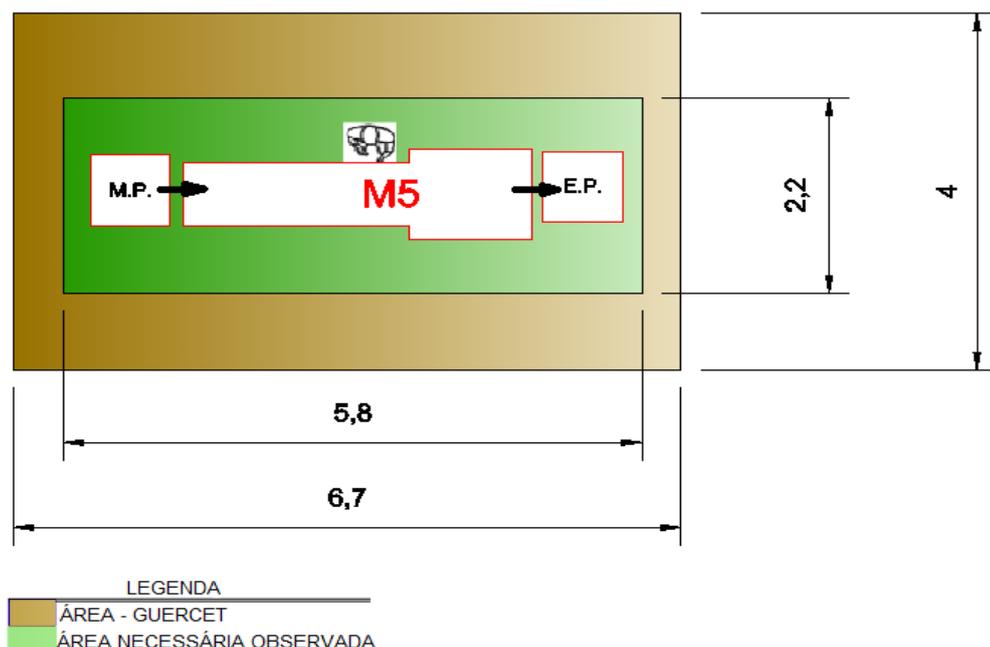
Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 8 – Guerchet x área necessária observada - M5

<b>IMP. FLEXO/REBOBINADEIR A</b>	<b>Se:</b>	<b>3,5 m<sup>2</sup></b>
	<b>Sg:</b>	<b>14 m<sup>2</sup></b>
	<b>Sc:</b>	<b>8,75 m<sup>2</sup></b>
	<b>St:</b>	<b>26,25 m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>		<b>12,76 m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 35 - Área Guerchet x área necessária observada - M5



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Perante as dimensões obtidas utilizando-se a metodologia de Guechet apud Slack (2009) e as encontradas a partir das análises em campo, nota-se, uma diferença de aproximadamente 13,5 m<sup>2</sup> entre elas. O valor aferido a metodologia de Guerchet (26,25 m<sup>2</sup>) mostra-se superior quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo. Ademais, quando a área ideal da máquina M5 é locada no layout geral, observa-se uma sobreposição ao corredor de movimentação de materiais, o que torna uma operação insegura e desorganizada.

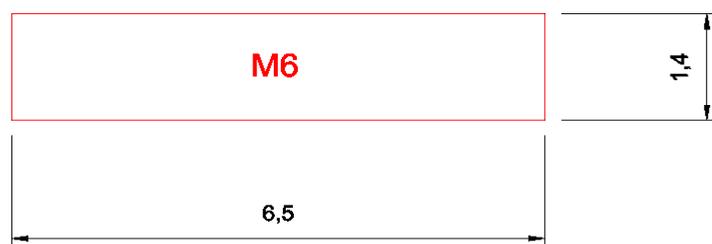
Figura 36 – Batida Superama 320 - M6



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A Batida Superama 320 da marca Etirama é composta por uma rama de 270x320, puxada eletrônica com sensor de repasse, estágio de corte fora, estufa de secagem, unidade de Hot Stamping e unidade de laminação.

Figura 37 – Dimensões Batida Superama 320



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

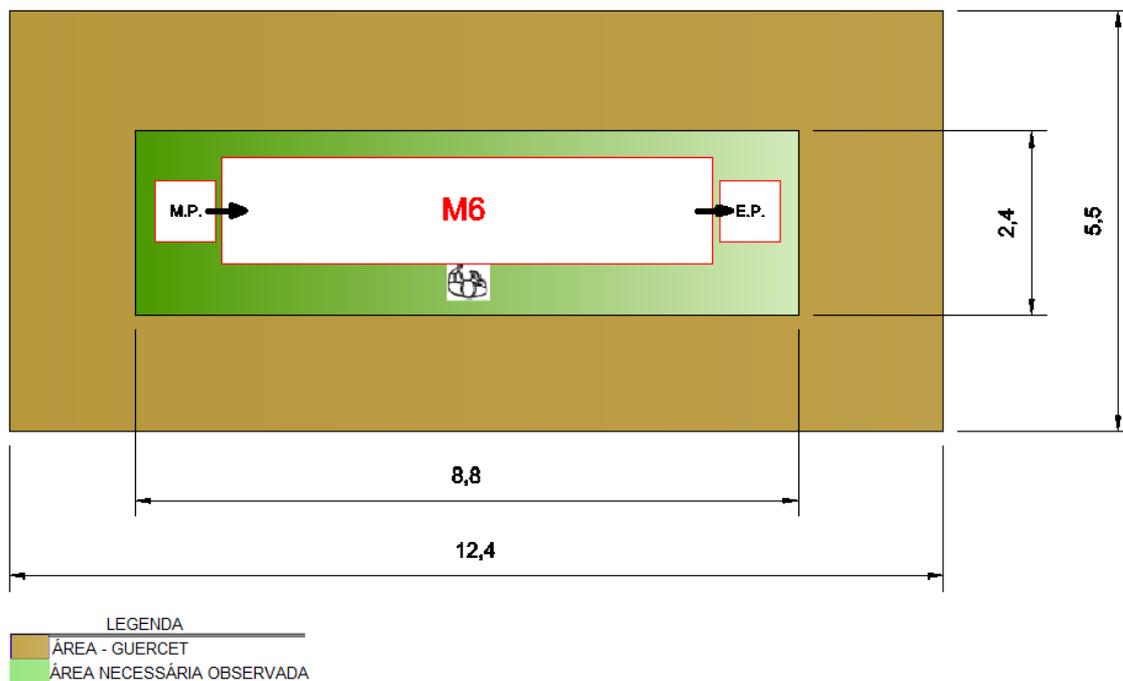
### Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 9 – Guerchet x área necessária observada - M6

<b>BATIDA SUPERAMA 320</b>	<b>Se:</b>	<b>9,1m<sup>2</sup></b>
	<b>Sg:</b>	<b>36,4m<sup>2</sup></b>
	<b>Sc:</b>	<b>22,75m<sup>2</sup></b>
	<b>St:</b>	<b>68,25m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>		<b>21,12m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 38 – Área Guerchet x área necessária observada - M6



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Quando comparadas as dimensões obtidas utilizando-se a metodologia de Guerchet apud Slack (2009) e as observadas a partir das análises em campo, nota-se, uma diferença de aproximadamente 47 m<sup>2</sup> entre elas. A metodologia de Guerchet (68,25 m<sup>2</sup>) mostra-se muito elevada quando comparada com a área necessária identificada no presente estudo. Ademais, quando a área ideal da máquina M6 é locada no layout geral, observa-se que não há sobreposição ao corredor de

movimentação de materiais, tornando viável a operação da máquina e a circulação de materiais simultaneamente de forma segura e organizada.

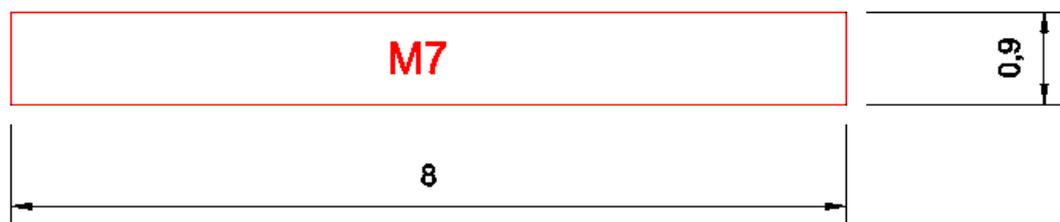
Figura 39 – Flexo Wine Uv Modular 250 - M7



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A Flex Wine Modular Uv é marca Etirama e é composta por uma máquina impressora flexográfica de tambor central para produção de etiquetas e rótulos autoadesivos, equipada com 7 cores, forno UV e alinhador com 250mm de largura máxima de impressão.

Figura 40 - Dimensões Flexo Wine UV



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

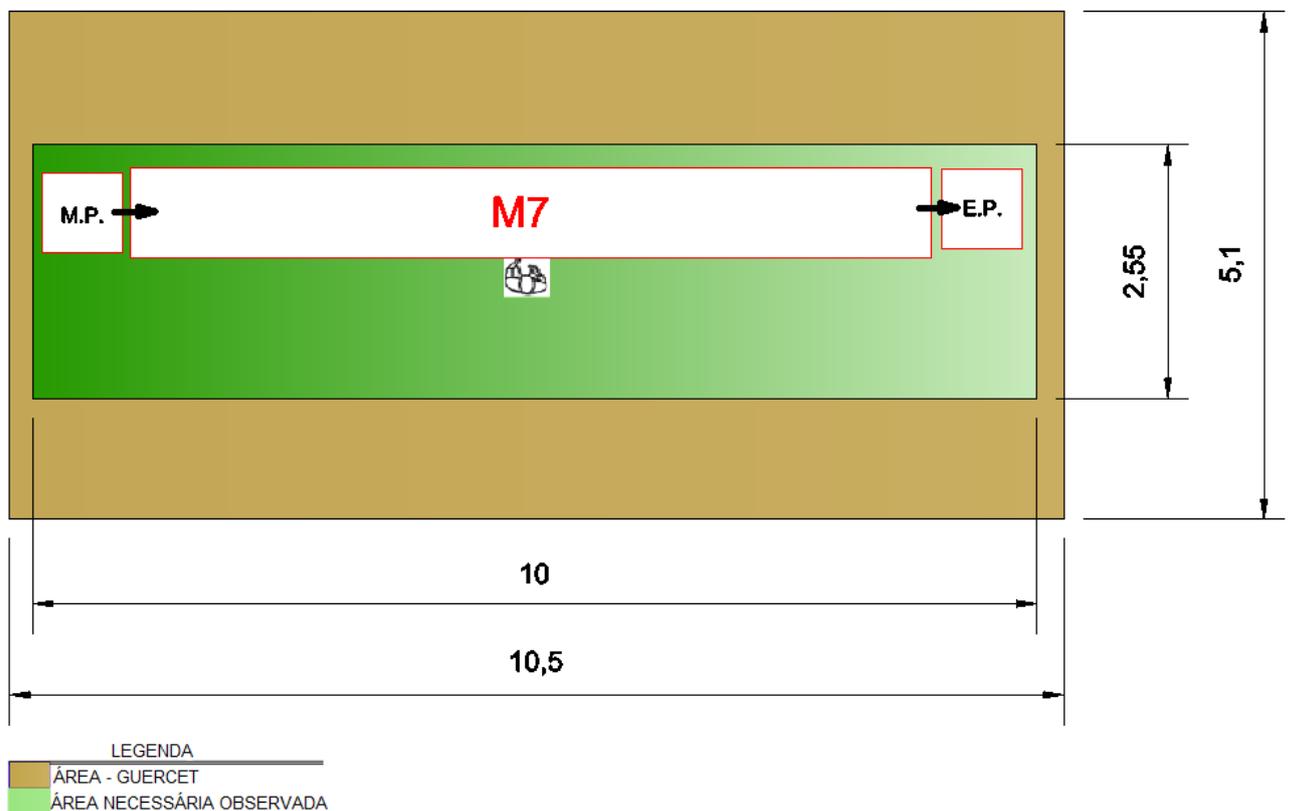
## Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 10 – Guerchet x área necessária observada - M7

<b>FLEX WINE UV 250</b>	<b>Se:</b>	<b>7,2m<sup>2</sup></b>
	<b>Sg:</b>	<b>28,8m<sup>2</sup></b>
	<b>Sc:</b>	<b>18m<sup>2</sup></b>
	<b>St:</b>	<b>54m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>		<b>26m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 41 – Área Guerchet x área necessária observada - M7



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Analisando as dimensões obtidas utilizando-se a metodologia de Guerchet apud Slack (2009) e as observadas a partir das análises em campo, nota-se, uma diferença de aproximadamente 28m<sup>2</sup> entre elas. A metodologia de Guerchet (54m<sup>2</sup>) mostra-se muito superior quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo. Contudo, quando a área ideal da máquina M6 é inserida no layout geral,

observa-se que não há sobreposição ao corredor de movimentação de materiais, o que torna a operação segura e organizada.

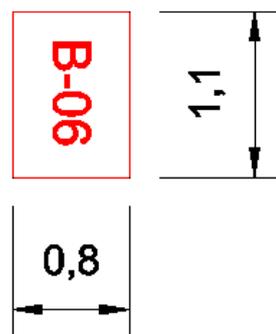
Figura 42 – Rebobinadeira Betaflex 160 – B-06



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A rebobinadeira 160 é da marca Betaflex e é composta por um motor e inversor de 1cv, contador de metros com parada automática, rebobinador expansivo mecânico 3", rebobinador para tubete de 1" cambiável para 1 ½", desbobinador expansivo mecânico de 3", calandra de tração, 4 guias fixas para alinhamento do material e bancada de trabalho confeccionada em tubo de aço revestida com madeira.

Figura 43 – Dimensões Rebobinadeira Betaflex 160



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

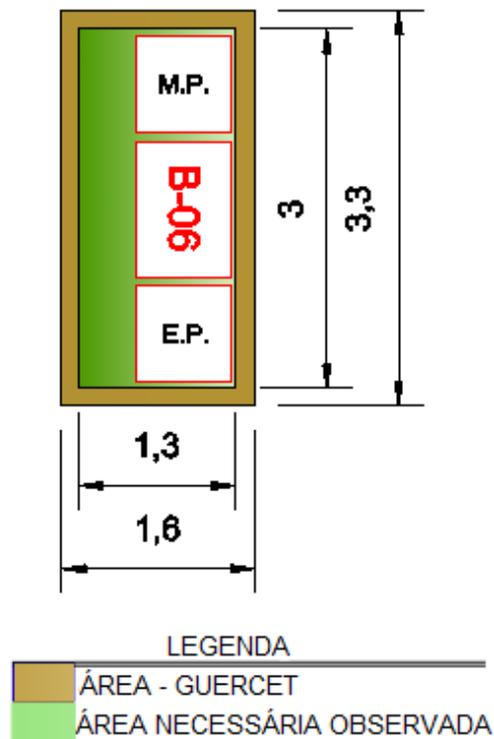
Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 11 – Guerchet x área necessária observada - Rebobinadeira Betaflex 160

<b>REBOBINADEIRA BETAFLEX 160</b>	<b>Se:</b>	<b>0,88m<sup>2</sup></b>
	<b>Sg:</b>	<b>2,64m<sup>2</sup></b>
	<b>Sc:</b>	<b>1,76m<sup>2</sup></b>
	<b>St:</b>	<b>5,28m<sup>2</sup></b>
<b>ÁREA</b>		<b>3,9m<sup>2</sup></b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 44 – Área Guerchet x área necessária observada - Rebobinadeira Betaflex 160

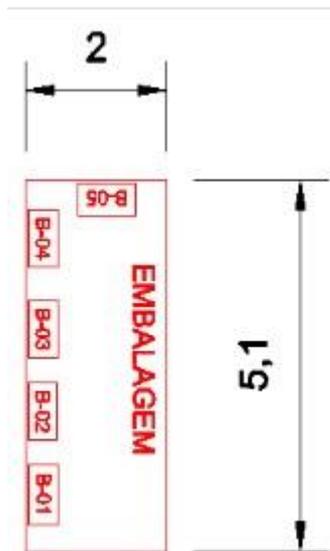


Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Diante das dimensões obtidas utilizando-se a metodologia de Guerchet apud Slack (2009) e as observadas a partir das análises em campo, nota-se, uma diferença de aproximadamente 1,4 m<sup>2</sup> entre elas. O valor encontrado empregando a

metodologia de Guerchet (5,28 m<sup>2</sup>) mostra-se levemente superior quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo. Ademais, quando a área ideal da máquina B - 06 é locada no layout geral, observa-se que não há sobreposição ao corredor de movimentação de materiais, tornando viável a operação da máquina e a circulação de materiais simultaneamente de forma segura e organizada.

Figura 45 – Dimensões do setor de embalagem



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

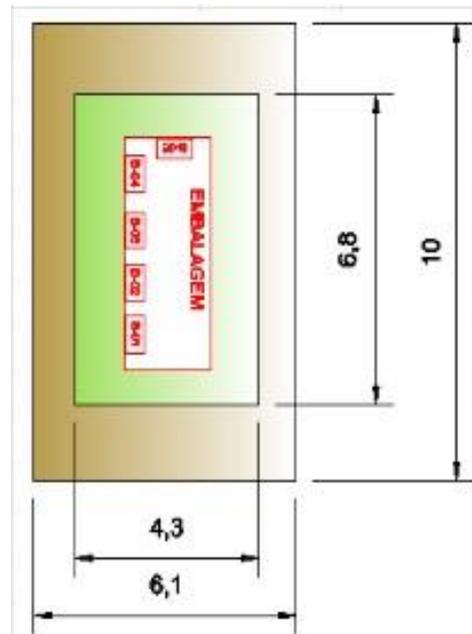
### Comparação Guerchet x área necessária observada

Tabela 12 – Guerchet x área necessária observada – Setor de embalagem

<b>MESA REBOBINADEIRAS / EMBALAGEM</b>	<b>Se:</b>	<b>10,2</b>
	<b>Sg:</b>	<b>30,6</b>
	<b>Sc:</b>	<b>20,4</b>
	<b>St:</b>	<b>61,2</b>
<b>ÁREA NECESSÁRIA</b>		<b>29,24</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Figura 46 – Área Guerchet x área necessária observada – Setor de embalagem



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A Figura 45 ilustra a mesa de máquinas rebobinadeiras, equipamentos auxiliares e onde o processo de embalagem é realizado. Mostra também a área necessária para realização de todas as atividades verificadas na observação das atividades fabris. A Tabela 12 e a Figura 46 mostram a comparação entre a área calculada segundo teoria de Guerchet apud Slack (2009) e a analisada através de cronoanálises na prática. Observa-se, portanto, uma diferença de aproximadamente 32 m<sup>2</sup> entre elas. O valor encontrado utilizando a metodologia de Guerchet (61,2 m<sup>2</sup>) se mostra elevado quando comparado com a área necessária identificada no presente estudo (29,24 m<sup>2</sup>). Adicionalmente, quando a área ideal da mesa é inserida no layout geral com as dimensões dos corredores especificadas, nota-se que há uma sobreposição ao corredor de circulação de materiais, o que torna inviável a operação da máquina e da movimentação de forma segura e organizada.

#### 4.4.2 Guerchet, coeficiente K ideal para Etiquetaol

Observa-se que de acordo com o método de Guerchet a área ideal para realização do trabalho em cada máquina (St) diverge, na maioria das vezes, de maneira acentuada da área identificadas como ideal para a operação, com base nos dados coletados em campo. A coeficiente K utilizada nos cálculos foi de 0,5 que é a

indicada para indústrias de tecelagem (0,5 a 1), pois entre as seis opções dadas na teoria, essa foi a que mais se aproximou dos processos realizados na fábrica.

Figura 47 – Áreas: Guerchet segundo coeficiente indústria tecelagem x Análise real x Guerchet com coeficiente K ideal

MÁQUINAS	Guerchet (m <sup>2</sup> )					Estudo (m <sup>2</sup> )	Aplicação Guerchet ideal (m <sup>2</sup> )				
	Se	Sg = Se*N	Sc = K*(Sg+Se)	k	St = Se+Sg+Sc	Análise real	Se	Sg = Se*N	Coeficiente K "Ideal"	Sc = K*(Sg+Se)	St = Se+Sg+Sc
CORTE	6,86	20,59	13,73	0,5	41,18	16,4	6,86	20,59	0,01	0,27	27,72
M1	12,05	36,16	24,11		72,32	30	12,05	36,16		0,48	48,69
M2	1,61	6,44	4,03		12,08	8	1,61	6,44		0,08	8,13
M3	1,14	4,56	2,85		8,55	6	1,14	4,56		0,06	5,76
M4	1,33	5,32	3,33		9,98	8	1,33	5,32		0,07	6,72
M5	3,5	14	8,75		26,25	12,76	3,5	14		0,18	17,68
M6	9,1	36,4	22,75		68,25	21,12	9,1	36,4		0,46	45,96
M7	7,2	28,8	18		54	26	7,2	28,8		0,36	36,36
B-06	0,88	2,64	1,76		5,28	3,9	0,88	2,64		0,04	3,56

**Legenda:**

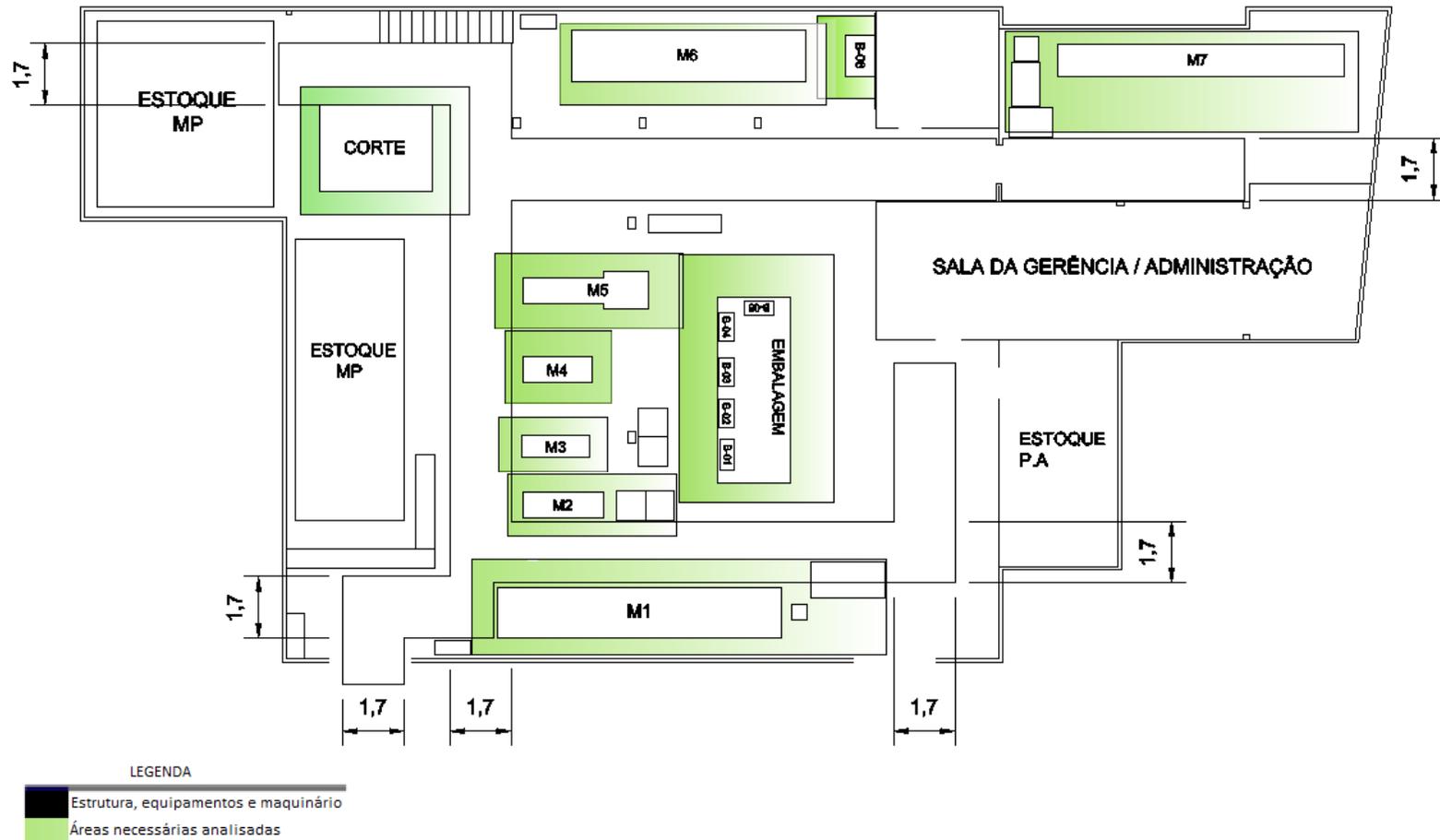
	Resultados do estudo de Guerchet, k=0,5 (Indústria de tecelagem);
	Resultados segundo estudo da análise real das áreas;
	Resultados do estudo de Guerchet usando k=0,01;

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A Figura 47 mostra, do lado esquerdo, os resultados das áreas de todas as máquinas estudadas segundo aplicação de Guerchet com coeficiente  $K = 0,5$ . No centro são mostrados os valores das áreas ideais para operação de acordo com as análises feitas em campo. No lado direito são indicados os valores das áreas encontradas conforme a aplicação de Guerchet com um coeficiente  $k$  ajustado para que os valores se aproximem dos valores identificados em campo. A constante  $K$  encontrada que ao final da aplicação da fórmula mais se aproximou das áreas reais foi 0,01. Portanto, este é o valor prático para uma indústria gráfica de pequeno porte determinado neste estudo. Este valor de  $K$  segundo Guerchet apud Slack (2019) é indicado para indústrias mecânicas pesadas (0,05 a 0,15) que utiliza pontes rolantes e não é compatível com os processos produtivos realizados na Etiquetol.

#### 4.4.3 Layout geral com corredores e áreas necessárias

Figura 48 – Layout Geral com corredores e áreas ideais



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Em uma análise conjunta após a marcação dos corredores e definição das áreas ideais necessárias para a operação de cada máquina, foi elaborada a Figura 48 acima, que retrata a análise final do layout geral atual da organização. Observa-se que os corredores se sobrepõem-se às áreas destinadas à operação e manutenção dos equipamentos nas máquinas de CORTE, M1, M2, M3, M4, M5 e M7. Há, portanto, uma exposição dos operadores, nos seus postos de trabalho, a uma situação de risco de acidentes com os equipamentos de movimentação. Ao considerar a atual demanda e movimentação, conclui-se que o risco é atenuado, pois nem todo o maquinário é operado ao mesmo tempo. Todavia, analisado o processo como um todo, caso haja aumento de demanda e seja necessária a utilização simultânea de mais máquinas, obrigatoriamente deverá haver restrições na movimentação e operação por conta das sobreposições de área citadas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Alguns fatores verificados na empresa inviabilizaram a modificação da realidade atual. Durante a execução do projeto a empresa apresentava-se em reforma, com constantes mudanças que interferiram no andamento das análises. Um dos impactos mais significativos foi o fato da empresa já estar com as máquinas de processo locadas em definitivo por meio de alimentação fixa por eletrodutos em pontos no subsolo. Medida esta que impossibilita um reajuste para uma adequada distribuição espacial destes elementos. Outro aspecto observado foi a escassez de espaço destinado ao setor produtivo para o maquinário e áreas necessárias para operação, movimentação e manutenção. Verificou-se também que o piso utilizado na fábrica não era o adequado para uma operação industrial. Em virtude das configurações de peso das máquinas e movimentação de materiais, já são notados danos no piso como buracos e rachaduras conforme mostra a Figura 49. Condição que compromete a circulação de materiais e põe em risco algumas operações.

Figura 49 – Piso atual da fábrica



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A Norma Regulamentadora 12, que aborda conjuntos de requisitos e procedimentos relativos à segurança no trabalho, indica que o piso ideal seria um piso industrial de alta resistência com a finalidade de suportar impactos diários e garantir a segurança dos operários.

De acordo com o atual layout da fábrica, nota-se que tanto o setor administrativo quanto a sala de gerência estão localizados à frente da linha de produção no térreo.

As análises realizadas evidenciaram pontos que podem otimizar o fluxo produtivo, a gestão e a segurança dos operadores. Uma recomendação é que para uma melhor visualização do fluxo produtivo e supervisão dos funcionários, todo o setor administrativo seja instalado no mezanino. Esta mudança também agregaria valor ao deixar livre uma sala, contígua à máquina M7, para uma potencial expansão com a colocação de mais uma M7 ou máquina.

Figura 50 – Mezanino, setor administrativo e sala da gerência



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

Outra sugestão é que a alimentação de energia seja feita por eletrocalhas aéreas e desçam nas máquinas junto ao painel de alimentação. Desta forma o arranjo ficará mais flexível, podendo realizar mudanças ou ajustes de layout de forma prática e rápida. As máquinas poderão ser realocadas para qualquer ponto da fábrica e só será necessário alimentar energia elétrica para cada máquina através da eletrocalha aérea.

Figura 51 – Pontos de energia e eletrocalha



Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

No desenvolvimento do projeto, foram analisados os fluxos de materiais de todas as famílias de produtos da Etiquetol, estudadas todas as máquinas envolvidas nos processos produtivos e suas necessidades em termos de área de operação segura. A operação foi acompanhada e foram coletadas informações dos operadores e gestor da organização. Os dados levantados na prática foram comparados com os dados achados com o uso da teoria que apoia este tipo de análise e uma conversa entre teoria e prática foi estabelecida e resultando na necessidade de um ajuste para compatibilizar estas duas esferas. Ajustes são normais dado que a teoria, para simplificação e compreensão, cria tipologias e classificações restritas quando comparadas com a prática que abrange, no caso deste estudo, uma diversidade de indústrias bem mais significativa.

O resultado deste estudo corrobora com a recomendação das melhores práticas de engenharia que layouts devem ser planejados antes que qualquer materialização concreta da instalação fabril seja iniciada. A falta de planejamento acarreta condições de operação e movimentação inadequadas e de difícil solução diante dos impactos de interrupção da operação e custos das modificações. Este trabalho, além de identificar essas perdas pode deixar como legado algumas otimizações ainda possíveis e de baixo impacto na operação e custo.

A equipe do projeto TheoPrax no decorrer do desenvolvimento desse trabalho agregou diversas experiências, tanto de conhecimento técnico, como de habilidades, e o ponto mais relevante para que a equipe atingisse o sucesso do trabalho se deu por conta do engajamento dos participantes, e da comunicação clara entre o gestor do projeto e sua equipe, onde todos puderam aplicar os conhecimentos acadêmicos adquiridos ao longo do tempo tendo como resultado final a satisfação do cliente no projeto apresentado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, L. C. G. **Organização, sistemas e métodos e as tecnologias de gestão organizacional**: arquitetura organizacional, benchmarking, em *powerment*, gestão pela qualidade total e reengenharia. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- ARAÚJO, L.C. G. de. **Organização, sistemas e métodos e as modernas ferramentas de gestão organizacional**. São Paulo: Atlas, 2001.
- BAHENSKY, J. A., MS, R. J.; BOLTON, R. Lean Sigma – Will It Work for Healthcare? **Journal of Hehe althcare Information Management** – Vol. 19, Nº1, pp. 39-44, 2005.
- CAMAROTTO, J. A. e MENEGON, N. L. **Projeto de Instalações Industriais**. São Carlos. Universidade Federal de São Carlos. Apostila de curso de Engenharia de Produção. 1998.
- CARDOSO, A. (2009). **Aplicando lean em indústrias de processo**. Disponível em: <[https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_117.pdf](https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_117.pdf)>, Acesso em set, 2019.
- CASSEL, R. A. **Desenvolvimento de uma abordagem para a divulgação da simulação no setor calçadista gaúcho**. Porto Alegre, 1996. 147p. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, PPGEP, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações**: manufatura e serviços – uma abordagem estratégica. Editora Atlas, 2004.
- ELMARAGHY, H. A. Flexible and reconfigurable manufacturing systems. **Internacional Journal of Flexible Manufacturing Systems**, v. 17, n. 4, p. 261-276, 2006.
- FREITAS, E. B. **Diagrama de Espaguete**. Engenharia de Produção, v 5, 2013.
- GASTINEAU, D. A.; DIETZ A. B.; PADLEY, D. J. **HumanCellTherapyLaboratory**: Improvement Project. EUA: MayoClinic, 2009.
- GONÇALVES FILHO, E. V. **Sistemas de Manufatura**: Projeto do arranjo físico. 2005. Notas de aula.
- GRABAN, M. **Hospitais Lean**: melhorando a qualidade, a segurança dos pacientes e o envolvimento dos funcionários. Tradução Raul Rubenich. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 293p.
- KAMARUDDIN, S.; KHAN, A. Z.; SIDDIQUEE, A. N.; WONG, Y. S. The impact of variety of orders and different number of workers on production scheduling performance: A simulation approach. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 24 n. 8, p.1123- 1142, 2013.

LAZZAROTTO, E.. In: **O desempenho da manufatura enxuta: o caso da empresa Ognibene, nas unidades de Caxias do Sul - Brasil e Reggio Emilia – Itália.** 2010. Dissertação (Mestrado) – Programa de PósGraduação em Administração, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2010.

LEXICO LEAN. **Glossário ilustrado para praticantes do pensamento Lean.** The Lean Enterprise Institute, 2003.

MOURA, Reinaldo A. **Sistemas e Técnicas de Movimentação e Armazenagem de Materiais.** 6. Ed. rev. São Paulo: Instituto IMAM, 2008. v.1.

NEUMANN, C., & SCALICE, R. (2015). **Projeto de Fábrica e Layout.** Primeira Edição, Rio de Janeiro, 2015. ISBN 978-85-352-5407-5 (1ª ed.). Rio de Janeiro: Campus.

NUNES, D. R., & SILVA, A. L. (2015). **Análise do arranjo físico aplicando o modelo de planejamento sistemático de layout:** um estudo de caso numa central de distribuição de uma empresa alimentícia. Fortaleza: ENEGEP.

OHNO, T. **O sistema Toyota de Produção:** além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização e métodos:** uma abordagem regencial. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

OLIVÉRIO, José Luiz. **Projeto de fábrica:** produtos, processos e instalações industriais. São Paulo: IBLC, 1985.

PEINADO, Jurandir. GRAEML, Alexandre Reis. **Administração da Produção:** Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2004.

RAWABDEH, I.; TAHBOUB, K.A. New heuristic approach for a computer-aided facility layout. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.17, n.7, p. 962- 986, 2005.

SILVA C. S.; MORAIS, M. C.; FERNANDES, F. A. **A practical methodology for cellular manufacturing systems design** - An industrial study. *Transaction on Control and Mechanical Systems*, v. 2, n.4, p. 198- 211, 2012.

SLACK, N., CHAMBERS, S., & JOHNSTON, R. (2009). **Administração da Produção** (2ª ed.). São Paulo: Atlas.

SHOPMOBY. **Paleta 80 x 80 cm – Aparelhado.** Disponível em: <<http://www.shopmoby.com.br/paletes/lixados/copia-copia-paleta-de-pinus-80-x-80-cm-lixado>> Acesso em dez, 2019.

TAPPING, D.; SHUKER, T. **Lean Office:** Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas – 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas. 1a. ed. São Paulo: Leopardo, 2010.

TOMPKINS, J. A. et al. **Facilities Planning**. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.

WOMACK, J.; JONES, D. **A mentalidade enxuta nas empresas – Lean Thinking: elimine o desperdício e crie riqueza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.