

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG**  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**  
**CARLA CRISTINA RIBEIRO**

**ESTUDO SOBRE O ARRANJO FÍSICO DE UMA INDÚSTRIA DA ÁREA DE  
MEDICAMENTOS NA REGIÃO CENTRO OESTE DE MINAS GERAIS**

**FORMIGA-MG**

**2015**

CARLA CRISTINA RIBEIRO

ESTUDO SOBRE O ARRANJO FÍSICO DE UMA INDÚSTRIA DA ÁREA DE  
MEDICAMENTOS NA REGIÃO CENTRO OESTE DE MINAS GERAIS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do UNIFOR-MG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção. Orientador: Me. Samuel de Oliveira

FORMIGA-MG

2015

CARLA CRISTINA RIBEIRO

**ESTUDO SOBRE O ARRANJO FÍSICO DE UMA INDÚSTRIA DA ÁREA DE  
MEDICAMENTOS NA REGIÃO CENTRO OESTE DE MINAS GERAIS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção do UNIFOR-MG, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Me. Samuel de Oliveira  
Orientador

---

Prof.Dr. Marcelo Carvalho Ramos  
UNIFOR-MG

Formiga, 09 de novembro de 2015.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,  
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não  
sou o que deveria ser, mas Graças a Deus,  
não sou o que era antes. ”

Marthin Luther King

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar a Deus, que me abençoou nesta caminhada.

Aos meus amados pais, Carlos e Sueli, pela dedicação e por todo amor a mim concedido.

Ao meu namorado Diego, pelo amor, ajuda e compreensão quando estive ausente. Aos amigos de sala, pela amizade construída até aqui, que levarei comigo sempre.

Aos meus professores, por todo conhecimento concedido. Ao meu orientador Samuel, pela colaboração para a concretização deste trabalho.

## RESUMO

Um arranjo físico adequado é essencial para o bom aproveitamento do espaço, proporcionando não só ganhos em termos materiais, mas conforto, segurança e praticidade. Há quatro tipos básicos de arranjo físico, cada um se adequa melhor a características de demanda e variedade da produção, tornando-se necessário o conhecimento destes para uma escolha apropriada do arranjo físico. Neste contexto, buscou-se analisar o *layout* do setor de semissólidos de uma empresa produtora de medicamentos situada no centro-oeste de Minas Gerais. Aplicou-se o método de Guerchet e balanceamento de linha, com o intuito de analisar a real situação do *layout* do setor, e assim identificar os pontos negativos e propor melhorias. Foi possível observar que, o *layout* atual oferece problemas de espaço, não proporcionando praticidade e segurança ao processo. O novo *layout* pode proporcionar ao setor, uma melhor distribuição do seu espaço, otimizando o processo, proporcionando ganhos no aproveitamento dos espaços, aumentando a eficiência, contribuindo para a melhoria no processo produtivo e também para os operadores que trabalham no local.

**Palavra-Chave:** Semissólidos. *Layout*. Eficiência.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - A decisão do arranjo físico.....	16
FIGURA 2 - Arranjo físico por processo ou funcional.....	17
FIGURA 3 - Arranjo físico por produto ou linha.....	18
FIGURA 4 - Arranjo físico posicional.....	19
FIGURA 5 - Arranjo físico celular.....	20
FIGURA 6 - Diagrama de precedência.....	22
FIGURA 7 - <i>Layout</i> atual do setor de semissólidos.....	29
FIGURA 8 - Fluxograma do processo produtivo.....	30
FIGURA 9 - Produto acabado.....	31
FIGURA 10 - Diagrama de Precedência.....	33
FIGURA 11 - Proposta de <i>layout</i> .....	37

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 .....	21
Equação 2 .....	21
Equação 3 .....	21
Equação 4 .....	21
Equação 5 .....	23
Equação 6 .....	23
Equação 7 .....	23
Equação 8 .....	24
Equação 9 .....	33
Equação 10 .....	33
Equação 11 .....	34
Equação 12 .....	34
Equação 13 .....	34
Equação 14 .....	35
Equação 15 .....	35



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Levantamento da área física do setor de semissólidos. ....	27
TABELA 2 - Levantamento da área física, aplicando o método de <i>Guerchert</i> . 31	
TABELA 3 - Tempos não produtivos e reais trabalhados .....	31
TABELA 4 - Tempos de operações e relações de precedência .....	32
TABELA 5 - Montagem de estações de trabalho 1 . ....	34
TABELA 6 - Montagem de estações de trabalho 2 . ....	35

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	10
1.1.	Problema .....	10
1.2.	Justificativa .....	11
1.3.	Hipótese.....	11
2.	OBJETIVOS .....	11
2.1.	Objetivo Geral .....	12
2.2.	Objetivos Específicos.....	12
3.	REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
3.1.	Definições de arranjo físico .....	13
3.1.1.	Por que o planejamento do layout .....	14
3.2.	Tipos de arranjo físico.....	16
3.2.1.	Arranjo físico por processo ou funcional.....	16
3.2.2.	Arranjo físico por produto ou linha.....	17
3.2.3.	Arranjo físico posicional .....	19
3.2.5.	Arranjo físico celular .....	20
3.3.	Métodos para elaboração do arranjo físico.....	20
3.3.1.	Método de Guerchet .....	20
3.3.2.	Balanceamento de linha de montagem.....	22
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1.	Descrição e características da empresa.....	25
4.2.	Coleta de dados .....	25
5.	ANÁLISE E RESULTADOS .....	27
5.1.	<i>Layout</i> atual do setor de semissólidos.....	27
5.2.	Balanceamento de linha de montagem.....	31
5.3.	Levantamento da área física do setor aplicando o método de Guerchet.....	35
5.4.	Proposta de mudança no <i>layout</i> do setor de semissólidos.....	36
5.5.	Considerações Finais.....	38
6.	CONCLUSÃO.....	40
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

A economia mundial hoje, se mostra cada vez mais instável e competitiva, isso acabou forçando várias empresas a reverem sobre suas instalações de produção para conseguirem sobreviver. Hoje, a empresa que se destaca no mundo dos negócios, é a que oferece bens e serviços, no momento requerido, na quantidade adequada e a preços competitivos. Sendo assim, a racionalização da produção passou a ser condição de sobrevivência das empresas, sendo ela de pequeno ou grande porte. Simultâneo a tais mudanças, verifica-se também o surgimento de ferramentas e técnicas para adequar o processo produtivo às necessidades do mercado. Sendo assim, as empresas devem conter um sistema de produção flexível, e uma ferramenta que oferece tais critérios é a crescente preocupação com o arranjo físico.

Para se obter uma melhoria na organização, tem-se a otimização do arranjo físico ou *layout*, que está associado direta ou indiretamente à eficiência produtiva, podendo ganhar economia de espaço, redução de volume do material que está sendo processado, redução do tempo de manufatura, satisfação do trabalho, redução de custos indiretos, dentre outros.

Este trabalho tem o objetivo de apresentar uma proposta de reestruturação do arranjo físico de uma Indústria Farmacêutica. A mesma passa por um processo de ampliação da capacidade produtiva, com a introdução de novos processos e maquinários. Para alcançar o objetivo, foi feito o estudo da distribuição física no setor de semissólidos, onde são produzidos as pomadas e cremes. Foi observada a distribuição do posicionamento dos maquinários, a movimentação dos operários, bem como o fluxo dos materiais que estão sendo processados.

A nova proposta de espaçamento do setor tem por objetivo eliminar as perdas, incrementar a produtividade e melhorar a qualidade de trabalho dos operadores do local.

### 1.1. Problema

Um arranjo físico bem planejado é capaz de eliminar os desperdícios do processo em si, aumentar a capacidade produtiva do setor, bem como garantir a

satisfação dos operadores que trabalham no local. Portanto, como problema tem-se: quais as melhorias estratégicas e organizacionais, a reformulação do arranjo físico pode proporcionar à empresa?

### **1.2. Justificativa**

O planejamento do arranjo físico vem se mostrando uma ferramenta bastante eficaz, quando se fala em racionalização no processo de manufatura, trazendo grandes vantagens, que vão desde o incremento na produtividade até o aumento da moral e satisfação do trabalhador. O planejamento do arranjo físico proporciona também a adequação das empresas no meio empresarial, que se encontra bastante conturbado, instável e competitivo.

As organizações buscam por competitividade, onde em um amplo plano, devem dispor de suas melhores ferramentas estratégicas, para que consigam atender a seus clientes de maneira rápida, e sua produtividade consiga acompanhar o mercado.

Segundo Slack et al (1999), um arranjo físico não conforme, pode acarretar em um fluxo de produção bastante longo e confuso, indesejáveis estoques de materiais, inconveniências para os clientes, tempos de processos muito longos, fluxos imprevisíveis, além de gerar altos custos.

Com as constantes inovações em processos e produtos, com o objetivo de acompanhar as mudanças no ambiente econômico, ambiental e social, observa-se a necessidade de aplicação de métodos de arranjo físico, para análise e melhoria dos processos produtivos.

### **1.3. Hipótese**

Pretende-se que a aplicação da ferramenta do arranjo físico proporcione melhorias no processo produtivo da empresa, otimizando seus recursos e melhorando os resultados.

## **2. OBJETIVOS**

Com a finalidade de responder ao problema de pesquisa exposto, foram estabelecidos os seguintes objetivos:

## 2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa é identificar quais os impactos da reformulação do arranjo físico na capacidade produtiva, bem como os benefícios para o funcionário em uma indústria de medicamentos no centro-oeste mineiro.

## 2.2. Objetivos Específicos

- Coletar dados temporais, analisar o posicionamento e coletar as medições dos maquinários, fluxo dos materiais e movimentação dos funcionários do setor de semissólidos da empresa;
- Diagnosticar a atual situação do *layout* da empresa estudada;
- Apresentar a nova proposta de *layout*.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Definições de arranjo físico

De acordo com Olivério (1985) Arranjo Físico é o estudo sistemático que busca uma combinação ótima das instalações industriais dentro de um espaço disponível, buscando aperfeiçoar de forma ideal o espaço físico da empresa, organizando o fluxo de maquinários, materiais, informações, pessoas, com o objetivo de se obter um fluxo produtivo cadenciado e evolutivo, buscando assim evitar qualquer tipo de desperdício e custos desnecessários.

Planejar o *layout* da instalação significa planejar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento ao cliente, áreas de armazenamento de materiais, corredores, banheiros, refeitórios, bebedouros, divisórias internas, escritórios e salas de computador, e ainda os padrões de fluxo de materiais e de pessoas que circular nos prédios. (GAITHER; FRAZIER, 2007, pag. 197)

Segundo Cury (2000) *layout* corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo, além da preocupação de melhor adaptação das pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação de móveis, máquinas, equipamentos e matérias primas.

O arranjo físico de uma operação é a maneira segundo a qual se encontram dispostos fisicamente os recursos que ocupam espaço dentro da instalação de uma operação. Esses recursos podem incluir uma escrivaninha, um centro de trabalho, um escritório, uma pessoa, uma máquina, um departamento ou outros. (CORRÊA; CORRÊA, 2008, pag. 407)

Para Slack et al (1996) o arranjo físico de um processo produtivo, atenta-se com a localização física dos recursos. De uma forma clara, é definir onde serão colocadas máquinas, equipamentos, pessoal de produção, enfim, todas as instalações.

Peinado e Graeml (2007) dizem que arranjo físico é conhecido como *layout* na língua inglesa, muito utilizada nas organizações brasileiras. Miranda (1981) ressalta como objetivo do *layout* a apropriada arrumação dos instrumentos de trabalho para que se possa obter um desenvolvimento do sistema de produção que satisfaça os requisitos da capacidade do equipamento e o máximo do rendimento pessoal,

obtendo-se maior economia e produtividade. Assim, há necessidade de se coletar as especificações das rotinas, como suas operações, distâncias, tempos, volumes de serviços, executantes e participantes, postos de trabalho, etc.

Para Araújo (1994) o mau fluxo de trabalho, tempos ociosos, o acúmulo de materiais, a má projeção do fluxo operacional, e o tempo que se perde deslocando de um lugar para o outro nos postos de trabalho, são indicadores de que existem problemas no arranjo físico.

### **3.1.1. Por que o planejamento do layout**

De acordo com os objetivos a serem alcançados pelas empresas, o estudo do layout pode trazer além da melhor utilização dos espaços, redução no tempo de produção, eliminação de custos desnecessários e até mesmo trazer segurança para os funcionários. Para Villar (2004), o *layout* tem como objetivo aumentar a satisfação e moral no trabalho, impulsionar a produção, otimizar os tempos, minimizar o espaço, reduzir o manuseio, maximizar a utilização de equipamentos, serviços e mão-de-obra, reduzir os materiais que estão em processo, o tempo de produção e custos indiretos.

O arranjo físico adequado proporciona para a empresa maior economia e produtividade, com base na boa disposição dos instrumentos de trabalho e por meio da utilização otimizada dos equipamentos de trabalho e do fator humano alocado no sistema. (OLIVEIRA, 2000 pag. 172).

Planejar um arranjo físico não é somente definir a localização de máquinas e/ou equipamentos para se chegar a um *layout* satisfatório, pois um fluxo desorganizado pode acarretar em perda de tempo e gerar custos desnecessários para a empresa. Segundo Slack et al. (1997) o rearranjo físico de um processo já existente, pode acarretar problemas para a organização, interrompendo o fluxo, gerando perdas na produção e conseqüentemente a insatisfação do cliente.

A decisão de arranjo físico é uma parte importante da estratégia da operação. Um projeto bem elaborado de arranjo físico será capaz de refletir e alavancar desempenhos competitivos desejáveis. (CORRÊA; CORRÊA, 2008, pag.408)

Para Corrêa (2008) as decisões sobre o arranjo físico não devem ser consideradas somente quando se projeta uma nova instalação, tendo em vista que o

arranjo físico influencia diretamente no desempenho da operação, as decisões devem ser reavaliadas sempre que:

- Um novo recurso que necessita de espaço é retirado ou acrescentado, ou até mesmo quando se decide pela mudança de sua localização;
- Há uma expansão ou redução da área produtiva;
- Ocorre alguma mudança expressiva de fluxos ou procedimentos;
- Ocorre uma mudança relativa no *mix* de produtos que afetam consideravelmente os fluxos produtivos; ou
- Ocorre uma mudança substancial na estratégia competitiva da operação, por exemplo, diminuir a produção de produtos de custo baixo, passando a enfatizar a customização.

Monks (1987) enfatiza que *layouts* podem ser investimentos caros, eles afetam o manuseio dos materiais, afetam também a utilização dos equipamentos, a capacidade de armazenamento de estoque, interferindo também no desempenho do operário, e até mesmo na comunicação e moral dos colaboradores. Mudanças no processo como, novos produtos ou processos, mudanças na combinação de produtos, podem justificar a reformulação do *layout* existente.

Para Vieira (1976) um arranjo físico precisa atender a seis princípios básicos, para ser considerado um arranjo físico adequado:

- Integração: os funcionários e os equipamentos devem estar entrosados;
- Fluxo: deve se permitir um fluxo constante de materiais, retornos e cruzamentos devem ser evitados. Deve-se ter o mínimo de espera e estoque;
- Mínima distância: deve-se preocupar consideravelmente com a distância, mantendo apenas movimentos indispensáveis entre materiais, equipamentos e operadores, reduzindo ao máximo a distância entre as operações posteriores;
- Uso do espaço cúbico: utilizar as três dimensões, horizontal, vertical e longitudinal;
- Flexibilidade: o arranjo deve permitir futuras modificações;
- Satisfação e segurança: o arranjo deve propiciar um ambiente de trabalho agradável ao operador, sendo observada temperatura, ruído, ventilação, acesso,

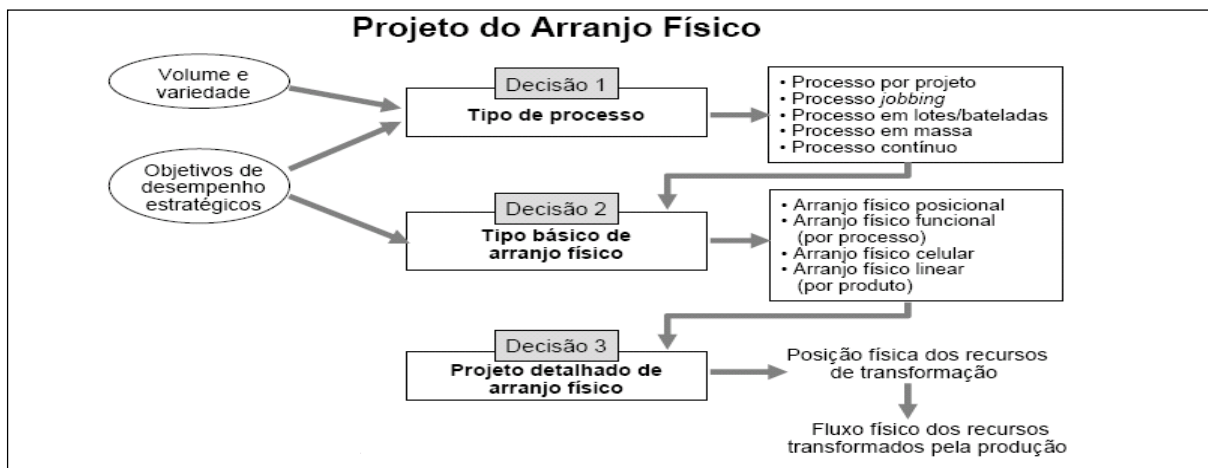


escadas, rampas, dimensões de corredores adequadas, ter extintores e fácil acesso para um pronto-atendimento.

### 3.2. Tipos de arranjo físico

A primeira decisão a ser tomada trata-se da escolha do tipo de processo. A característica de volume e variedade que vai ditar o tipo de arranjo. Depois que o tipo de processo for selecionado, o tipo de arranjo físico deve ser definido. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 1997).

FIGURA 1 - A decisão do arranjo físico



Fonte: SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 1997.

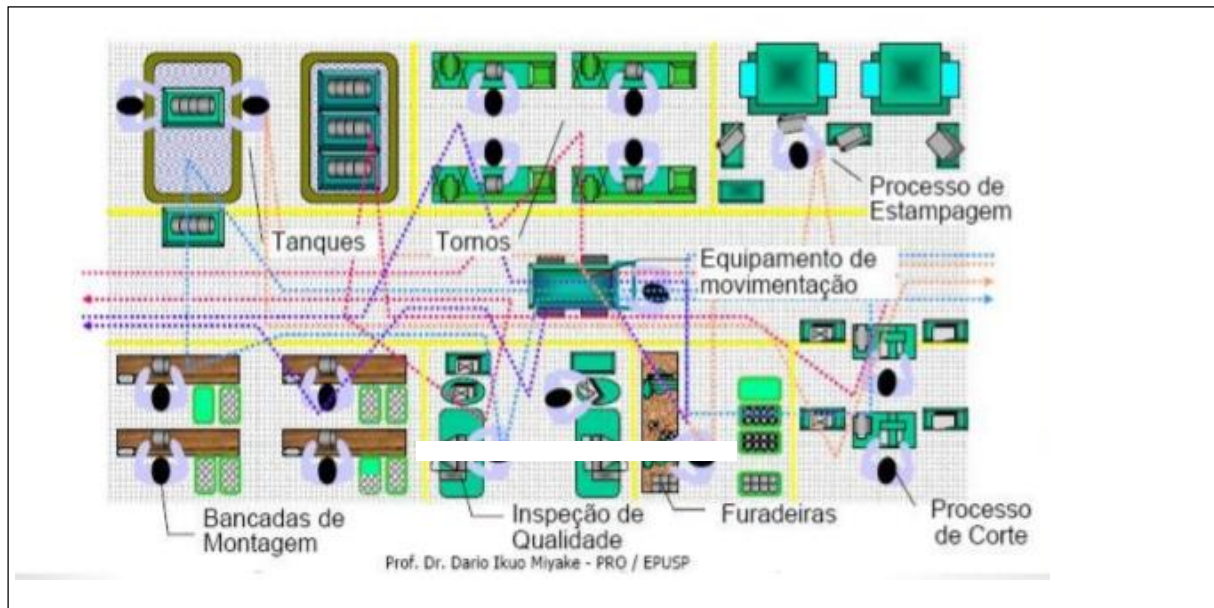
A FIG. 1 apresenta um projeto para definição do arranjo físico adequado para cada empresa, onde primeiramente o tipo de processo, o seu volume e variedade, e os objetivos da empresa devem estar definidos para escolha do tipo de arranjo físico adequado.

#### 3.2.1. Arranjo físico por processo ou funcional

Segundo Slack *et al* (1996) no arranjo físico por processo, os processos similares ficam localizados juntos um do outro. A razão pode ser que a operação seja beneficiada, ou que seja adequado mantê-los juntos. Isto quer dizer que quando clientes, produtos ou informações passarem pela operação, eles irão percorrer processo a processo, de acordo com suas necessidades.

Para Gaither e Frazier (2007) layouts por processo são formulados com a finalidade de acomodar variedades de produtos e processos. De acordo com Monks (1987) este arranjo físico agrupa pessoal e equipamentos que executam as mesmas funções.

FIGURA 2 - Arranjo físico por processo ou funcional



Fonte: Miyake, 2005.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002) o principal objetivo do arranjo físico por processo é diminuir custos da operação, porém para algumas empresas o foco é maximizar o aproveitamento relacionado ao fluxo, já outras se baseiam pela eficácia na distância percorrida neste arranjo.

Monks (1987) descreveu que arranjos físicos por processo dependem de um bom planejamento e habilidade dos operários que estão executando as tarefas. Contudo, para Corrêa e Corrêa (2008) o arranjo físico por processo é considerado bastante flexível, porém quando os fluxos começam a ficar intensos, podem acarretar uma queda na eficiência e conseqüentemente o aumento no atravessamento dos fluxos.

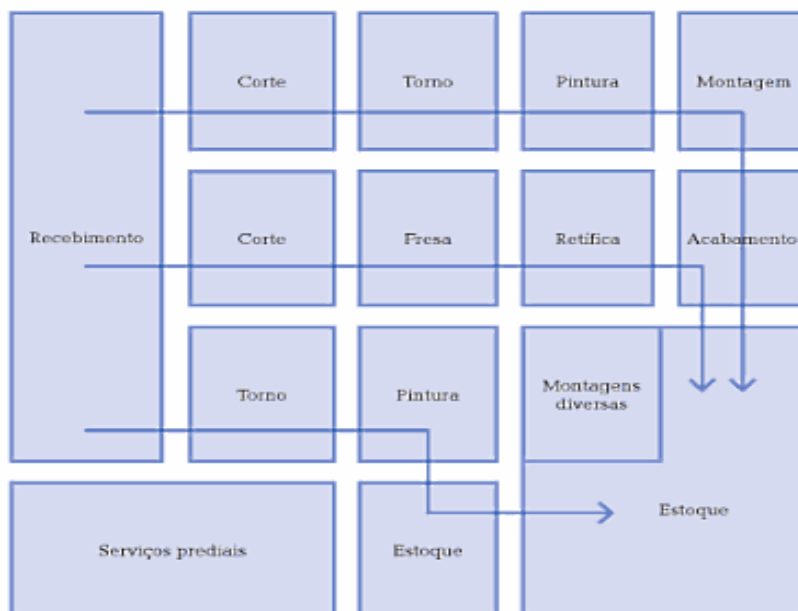
### 3.2.2. Arranjo físico por produto ou linha

Neste tipo de arranjo físico os produtos são dispostos de acordo com a necessidade de processamento de cada produto, sendo assim é torna-se possível saber em qual sequência os recursos terão que estar localizados, deve-se alocar as tarefas de acordo com essas localizações. O planejamento desta alocação, é denominado balanceamento de linha, deve-se saber o tempo de ciclo, qual a quantidade de estágios, como lidar com as variações de tempo de cada tarefa, e como balancear e arranjar os estágios. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

O fluxo de produtos, informações ou clientes é muito claro e previsível no arranjo físico por produto, o que faz dele um arranjo relativamente fácil de controlar. (SLACK ET AL, 1996 pag. 216).

Os operadores de arranjos físicos por produto executam uma pequena variedade de atividades repetidamente em somente alguns projetos de produtos. A necessidade de habilidade, treinamentos e supervisão para os operadores é pequena. Atividades de planejamento e planificação de tarefas associadas a este layout não são contínuas. Ao contrário, tendem a ser feitos descontinuadamente à medida que as mudanças ocorrem. (GAITHER E FRAZIER, 2007).

FIGURA 3 - Arranjo físico por produto ou linha



Fonte: Suzaki, 1987.

Produtos bastante padronizados, sequência do processo bem determinada, investimento alto em maquinários, alta produtividade, pouca flexibilidade, dificultando alterações no processo, são características do arranjo físico por produto essas

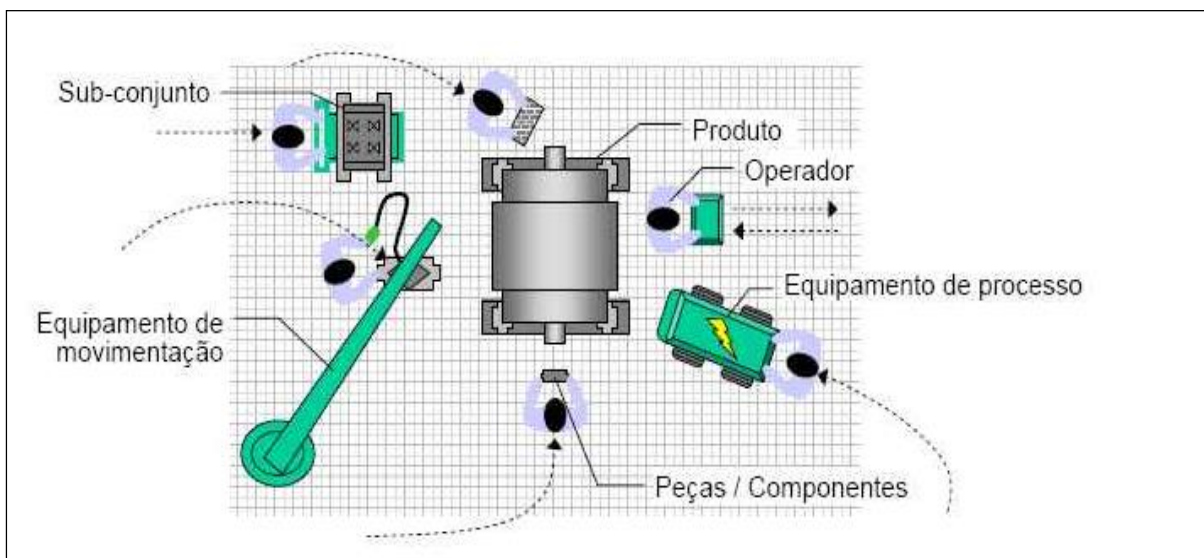
características deixam a produção mais suscetível a parada total da linha. (BULGACOV, 1999)

### 3.2.3. Arranjo físico posicional

Arranjo físico posicional (conhecido também como arranjo físico de posição fixa) é onde os recursos transformadores se movem pelo recurso transformado. Os materiais, informações ou clientes fluem pelo processo, enquanto quem sofre o processamento fica estacionário. (SLACK *et al*, 1996).

O arranjo físico posicional caracteriza-se pelo material ou pessoa processado pela operação (ficar estacionário por impossibilidade, ou por inviabilidade ou por inconveniência de fazê-lo mover-se entre as etapas do processo de agregação de valor). Como o objeto da operação fica estacionado, são os recursos que se deslocam até ele. (CORREIA; CORREIA, 2008, pag. 417).

FIGURA 4 - Arranjo físico posicional



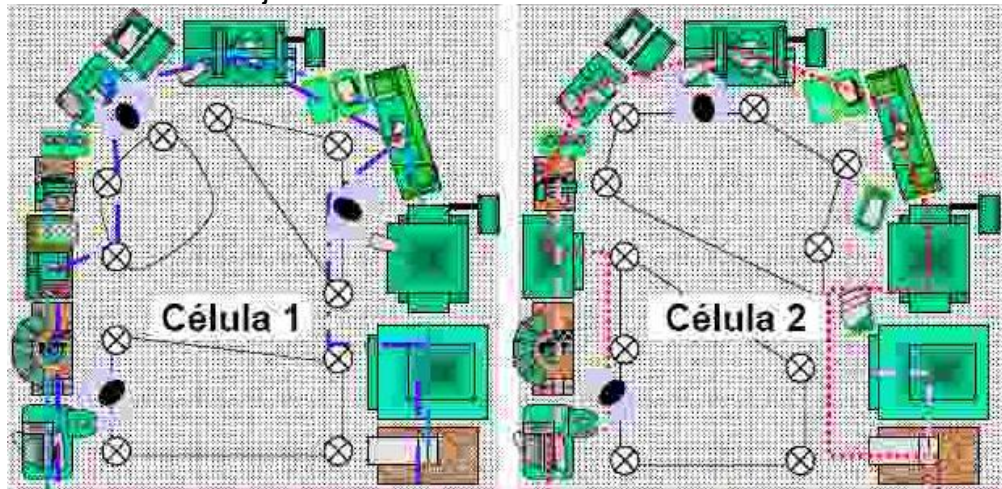
Fonte: Miyake, 2005.

Para Monks (1987) *layouts* de posição fixa, a mão-de-obra, equipamentos e materiais são levados até o local onde está sendo executado o processo. Este tipo de arranjo físico pode ser utilizado em construções, agricultura, mineração e demais atividades onde o processamento deve ser executado em um determinado local.

### 3.2.5. Arranjo físico celular

O arranjo físico celular é aquele em que os recursos que irão ser transformados, são selecionados para movimentar-se em uma parte específica da operação, onde todos os recursos transformadores necessários vão estar alocados. (SLACK *et al*, 1997).

FIGURA 5 - Arranjo físico celular



Fonte: Miyake, 2005.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002) no arranjo físico celular as decisões são tomadas em relação ao porte e natureza das células adotadas, e qual recursos alocar para cada célula. E para alocação de recursos nas células deve-se buscar um acordo entre a flexibilidade do arranjo físico por processo que tem como foco a localização dos recursos e agrupamento de processos, e a simplicidade do arranjo físico por produto que o foco já é as características e requisitos do produto. Um dos métodos mais conhecidos para alocar os recursos nas células é análise do fluxo de produção (*production flow analysis*), que analisa os requisitos do produto e do processo simultaneamente.

## 3.3. Métodos para elaboração do arranjo físico

### 3.3.1. Método de Guerchet

O método de Guerchet é aplicado para se calcular a área total do arranjo. De acordo com Oliveira (2000), para realização deste cálculo deve-se considerar:

Superfície Estática (SE): esta é a área de projeção do equipamento ao solo, esta área pode ser obtida através da medição direta do equipamento, ou pode-se utilizar o catálogo do fabricante.

Superfície de Gravitação (SG): é a área que o operador utiliza para sua circulação em volta do posto de trabalho. Obtém este valor através da EQUAÇÃO 1, mostrada abaixo:

$$Sg = N \times Se \quad (1)$$

Onde, N corresponde ao número de lados do equipamento utilizado pelo operador.

Superfície de Circulação (SC): é a área necessária para a movimentação entre os postos de trabalho, bem como acesso ao centro de produção. Este dado é obtido utilizando a EQUAÇÃO 2, mostrada abaixo:

$$SC = (SE + SG)K \quad (2)$$

De acordo com Cabanillas (2004), K trata-se de um coeficiente de circulação único, considerado para toda a planta, este varia entre 0,05 e 3,00, e é dado pela EQUAÇÃO 3, mostrada abaixo:

$$K = \frac{AO}{2 (DM)} \quad (3)$$

Onde:

AO é a altura máxima dos objetos deslocados;

DM é a dimensão média dos móveis e máquinas.

Superfície total (ST): é a área total que será necessária. Calcula-se este dado através da EQUAÇÃO 4, mostrada abaixo:

$$St = Se + Sg + Sc \quad (4)$$

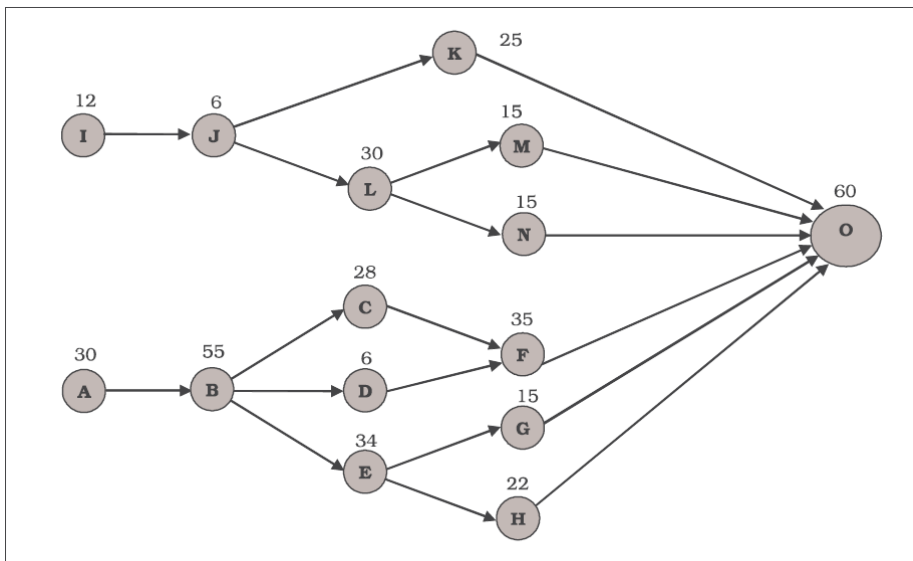
### 3.3.2. Balanceamento de linha de montagem

Utilizado para elaboração de arranjo físico por produto, o balanceamento de linha de montagem é a divisão das atividades de trabalho sequencial em postos de trabalho, com intuito de se obter uma alta utilização do equipamento e da mão de obra, minimizando assim o tempo ocioso. (MONKS, 1987).

Davis, Aquilano e Chase (2001), citam os seguintes passos a serem seguidos para se balancear uma linha de montagem:

- Passo 1: Especificar a relação sequencial entre uma tarefa e outra, utilizando um diagrama de precedência FIG. 6. O diagrama é composto por círculos e setas, onde os círculos representam as tarefas individuais, a ordem de execução das tarefas é representada pelas setas, e o tempo de execução de cada tarefa é representado pelos números sobre os círculos.

FIGURA 6 - Diagrama de precedência



Fonte: Peinado; Graeml (2007).

- Passo 2: Determinar o tempo de ciclo, que é o tempo que decorre entre as unidades posteriores saindo do final da linha. O tempo de ciclo é calculado analisando o tempo necessário dos produtos e o tempo disponível para a produção no mesmo intervalo. Este cálculo é feito utilizando a EQUAÇÃO 5, mostrada abaixo:

$$TC = \frac{TP}{DE} \quad (5)$$

Onde:

TC é o tempo de ciclo;

TP é o tempo de produção disponível;

DE é a demanda.

Passo 3: Neste passo deve-se determinar o número mínimo teórico de estações de trabalho que serão necessários para satisfazer a restrição do ciclo, calculado utilizando a EQUAÇÃO 6, mostrada abaixo:

$$N = \frac{\sum T}{TC} \quad (6)$$

Onde:

N é a quantidade de estações de trabalho;

T é o tempo individual das tarefas;

TC é o tempo de ciclo.

Deve-se considerar o número inteiro sucessivo ao valo de N encontrado.

- Passo 4: Delegar tarefas, sendo uma de cada vez, e a cada estação de trabalho. Deve-se começar da primeira estação e assim sucessivamente, até que a soma de tempo de cada estação seja igual, ou seja, o mais próximo possível do tempo de ciclo.
- Passo 5: Neste passo calcula-se o tempo ocioso de cada estação, pela diferença do tempo de ciclo e o somatório dos tempos encontrados de cada estação, utilizando a EQUAÇÃO 7.

$$TO = TC - TE \quad (7)$$

Onde:

TO é o tempo ocioso;

TC é o tempo de ciclo;

TE é o tempo utilizado em cada estação.



- Passo 6: Neste passo avalia-se a eficiência da linha de montagem resultante, utilizando a EQUAÇÃO 8, mostrada abaixo:

$$E = \frac{\sum TO}{N \times C} \quad (8)$$

- Passo 7: Se a eficiência obtida for insatisfatória, deve-se balancear a linha novamente, delegando assim as tarefas de um modo diferente.

Peinado e Graeml (2007) ressaltam que o balanceamento de linha de produção, consiste na atribuição de tarefas as estações de trabalho, de uma forma que todas as estações deverão demandar aproximadamente mesmo tempo para execução de cada tarefa, conseguindo assim diminuir o tempo ocioso.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. Descrição e características da empresa**

Este trabalho foi realizado em uma Indústria Farmacêutica, situada no Centro Oeste de Minas Gerais, especificamente no setor de semissólidos, onde são produzidos os cremes e pomadas. Fundada no ano 2.000, está presente em todo mercado nacional, e atua há 15 anos para o desenvolvimento e bem-estar da população brasileira.

A empresa produz medicamentos nas áreas de semissólidos, como cremes, pomadas. Sólidos orais, como comprimidos, comprimidos revestidos, pós para suspensão oral, drágeas e cápsulas. Com um portfólio atuante nas linhas Genérico de marca, Genéricos, Linha para farmácias e hospitais.

A empresa tem como missão, oferecer em todo território nacional uma diversificada linha de medicamentos de alta confiabilidade e eficácia, proporcionando a satisfação de seus clientes e consumidores, bem como o desenvolvimento de seus colaboradores e da sociedade. Tem como visão, estar presente em todas as famílias brasileiras, merecendo a confiança e contribuindo para proporcionar saúde e bem-estar.

### **4.2. Coleta de dados**

Para a realização deste trabalho foram obtidos os seguintes dados, para pesquisa e análise do processo:

- *Layout* atual do setor de semissólidos (setor em pesquisa);
- Representação da área total do setor, detalhamento de todo fluxo e maquinário utilizado no local, com seus respectivos nomes e as dimensões dos mesmos; postos de trabalho, local para armazenagem dos materiais que serão utilizados, áreas de apoio, circulação de pessoal.
- Levantamento da área dos equipamentos, área de ocupação e circulação. A ferramenta utilizada para determinar essas áreas foi o Método de Guerchet.
- Observação dos postos operacionais, para coletar e quantificar o tempo necessário para cada atividade do processo produtivo, utilizando-se um

cronômetro. Dados que foram utilizados para se aplicar o método de balanceamento de linha.

- Levantamento do tempo real disponível para produção. Foi feito o levantamento do tempo disponível de produção e amortizado os tempos não produtivos.

### **4.3. Técnicas e métodos**

O método utilizado para a presente pesquisa é o estudo de caso, que é uma estratégia que considera uma ampla compreensão do assunto investigado. O fundamento do estudo de caso é tentar esclarecer uma ou um conjunto de decisões, avaliando assim o motivo pela qual as decisões foram tomadas, como elas foram implementadas e quais serão os resultados. (YIN 2001).

As análises dos dados obtidos foram organizadas em tabelas feitas utilizando o Word versão 2013 da Microsoft, já a elaboração da nova proposta de *layout* foi feita através do software AutoCAD versão 2012 da Autodesk.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 5.1. *Layout* atual do setor de semissólidos

Neste tópico apresenta-se o *layout* atual do setor de semissólidos da empresa, e o detalhamento de cada etapa produtiva. O mesmo é classificado sendo por produto ou linha, onde os equipamentos são dispostos de acordo com a necessidade de processamento de cada produto. O setor produz um tipo de produto por vez.

#### 5.1.1. Descrição física do setor de semissólidos

A área física do setor é atualmente dividida conforme mostra TAB. 1:

TABELA 1 - Levantamento da área física do setor de semissólidos

Identificação	Área do setor	Área (m <sup>2</sup> )
1	Entrada de Pessoal Manipulação	5,35
2	Recebimento de Matéria Prima	4,80
3	Sala Ferramental	10,20
4	Manipulação	21,28
5	Semielaborado	5,61
6	Entrada de Pessoal Envase	4,32
7	Recebimento de Bisnagas	8,64
8	Envase	17,06
9	Sala de Apoio	3,12
10	Acondicionamento Final	42,50
Área total construída		122,88 m <sup>2</sup>

Fonte: Próprio autor, (2015).

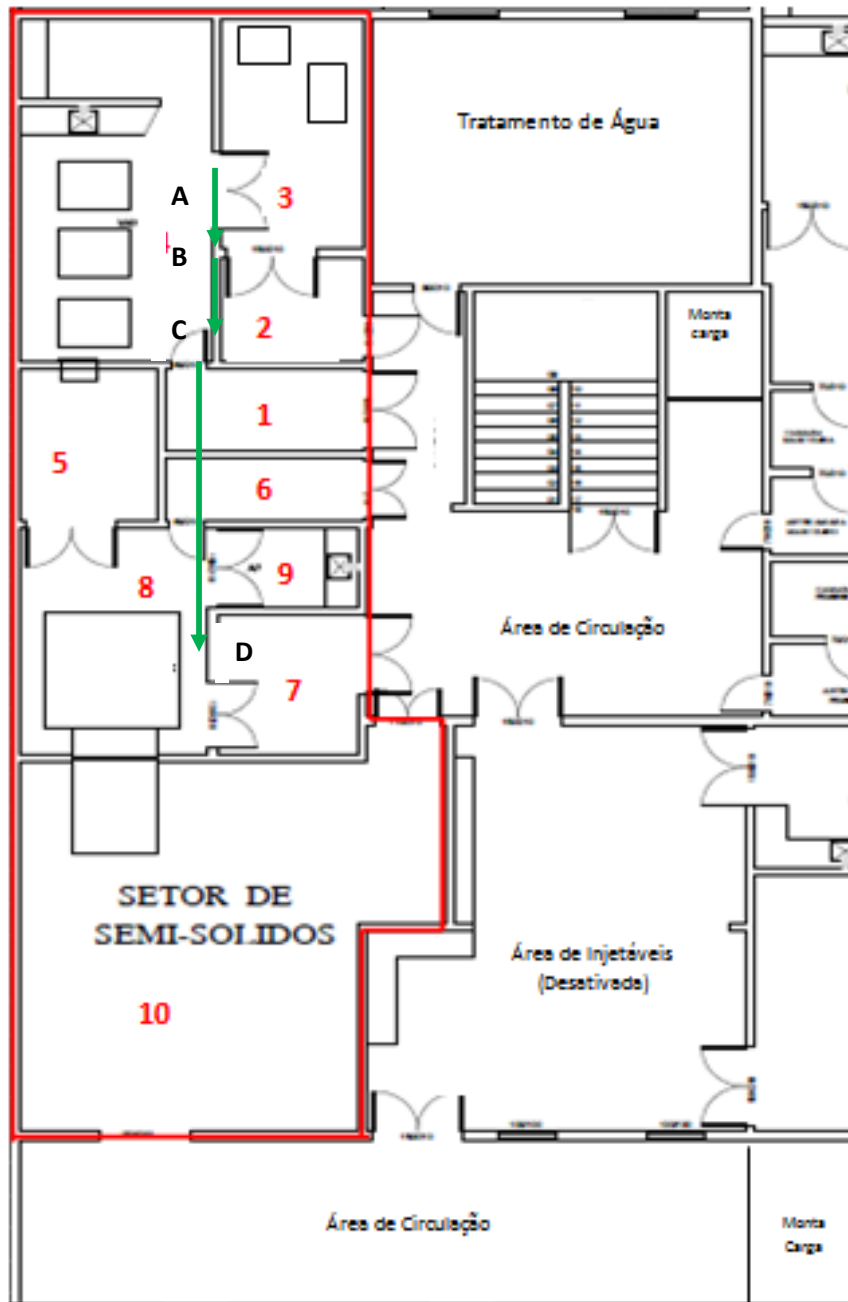
A TAB.1 apresenta o detalhamento de cada área do setor, bem como as medidas de cada local, este levantamento foi feito através de medição *in loco*, e será utilizado para comparar a área atual hoje construída com a necessidade de área após a aplicação do método de Guerchert.

- Área 1: destinada para entrada de funcionários, onde os mesmos devem se paramentar com toucas, máscaras e aventais descartáveis para entrar na área de manipulação.
- Área 2: esta área é destinada para acondicionar as matérias primas do produto, antes do processo de manipulação.

- Área 3: destinada para guarda de ferramental, nesta sala ficam 2 ferramentais que são utilizados no processo, que são a plataforma, que é uma espécie de escada, e o carrinho container que é utilizado para acondicionar o produto processado para ser encaminhado para a área de envase. Estes dois ferramentais são encaminhados para a área 4 quando o processo inicia.
- Área 4: local onde é feita a manipulação do produto, nesta área está localizado 3 equipamentos para o processo de manipulação, que é a planetária Amádio, o moinho coloidal Meteor e bateadeira Erli.
- Área 5: área destinada para acondicionar o carrinho container com o produto semi processado.
- Área 6: utilizada para entrada do funcionário que opera a máquina de envase, o mesmo deve também se paramentar com toucas, máscaras e aventais descartáveis para acessar a área 8.
- Área 7: utilizada para acondicionar as bisnagas antes do processo de envase.
- Área 8: nesta área fica localizada a máquina de envase, onde é feito o envase das bisnagas. As bisnagas envasadas passam pela esteira, onde as mesmas são embaladas, simultâneo ao processo de envase.
- Área 9: sala de apoio com lavatório para caso o operador necessite.
- Área 10: área utilizada para acondicionamento do produto final, as caixas de embarque são empilhadas em pallets e posteriormente encaminhadas para o 1º piso da fábrica.

A FIG.7 mostra o *layout* atual do setor, o mesmo está localizado no 2º piso da empresa. Os números representados na planta correspondem à identificação das áreas, evidenciados na TAB. 1, a área delimitada em vermelho corresponde à área do setor de semissólidos, as setas em verde representam o fluxo do produto que é classificado como sendo em linha, e as letras representam cada etapa do processo produtivo, o processo de produção das pomadas é feito em 4 equipamentos. Pode-se observar que o setor possui vários espaços, deixando o local confuso e gerando desconforto na movimentação, tanto de insumos, maquinários e pessoal.

FIGURA 7 - *Layout* atual do setor de semissólidos

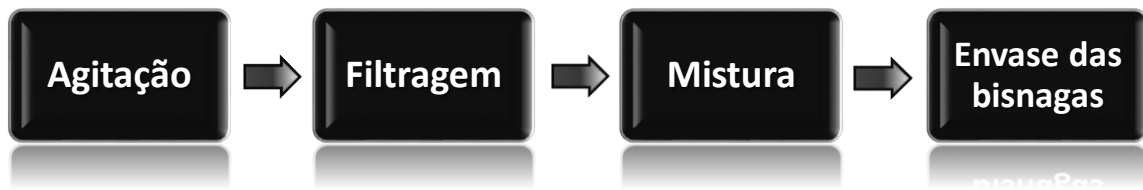


Fonte: Próprio autor, 2015.

### 5.1.2. Etapas do processo produtivo

Neste tópico, apresenta o processo produtivo, sendo as etapas em que o produto percorre. Na FIG.8, segue o fluxograma do processo:

FIGURA 8 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Próprio autor, (2015).

- a) Agitação: O manipulador adiciona na planetária Amádio os insumos fracionados, aquecendo sob agitação até atingir uma temperatura entre 50°C – 55°C.
- b) Filtragem: Finalizada a etapa de agitação, o colaborador passa o produto pelo moinho coloidal Meteor, a finalidade deste equipamento é retirar possíveis grumos que irão se formar na pasta.
- c) Mistura: Finalizado o processo de filtragem, esta pasta é transferida para a bateadeira, para realizar a mistura e posterior resfriamento do produto para que o mesmo fique homogêneo. Após o resfriamento, a base é acondicionada no carrinho contêiner, e encaminhada para a área de envase para início do processo de envase das bisnagas.
- d) Envase das bisnagas: Finalizado o processo de manipulação, inicia-se o processo de envase. A operadora da máquina de envase acopla a bomba peristáltica no carrinho container para que a base seja bombeada para a máquina de envase. A operadora deve também abastecer a máquina com as bisnagas. A máquina efetua o processo de envase das bisnagas, bem como o fechamento das mesmas. As bisnagas passam por uma esteira, onde 3 colaboradoras efetua o processo de embalagem. Na FIG.9 segue imagem do produto embalado.

FIGURA 9 - Produto acabado



Fonte: Próprio autor, 2015.

## 5.2. Balanceamento de linha de montagem

Para aplicar o método de balanceamento de linha, foi necessário encontrar o tempo de produção disponível. O expediente de trabalho no setor de semissólidos é dividido em 3 turnos de 8 horas/dia, 6 dias por semana, totalizando 576 horas por mês. Deste total foram amortizados os tempos improdutivos, ou seja, intervalos para almoço e lanche, intervalo em que os operadores praticam a ginástica laboral, saídas para banheiro, conforme TAB.2.

TABELA 2 - Tempos não produtivos e reais trabalhados

<b>Turno</b>	<b>Tempo não produtivo (h)</b>	<b>Tempo real trabalhado(h)</b>
06:33 às 14:33	01:33	06:66
14:33 às 22:33	01:33	06:66
22:33 às 06:33	01:42	06:59
Total horas trabalhadas (dia)		19,91
Total horas trabalhadas (mês)		477,84

Fonte: Próprio autor, 2015.

Na TAB.2, observa-se os tempos não produtivos de cada turno, o resultado obtido foi de 19,91 horas/dia ou 477,84 horas/mês.

Definido o tempo disponível para a produção, mostra-se na TAB.3, as atividades que são executadas, a duração para execução de cada atividade, e as



atividades precedentes, ou seja, qual tarefa depende da anterior para ser executada. Para definir o tempo de execução de cada tarefa, utilizou-se um cronômetro, na qual foram registrados os tempos de 5 lotes, a produção é feita em lotes de 10.000 bisnagas cada, e a análise foi feita considerando a produção de 1 unidade, ou seja, 1 bisnaga.

TABELA 3 - Tempos de operações e relações de precedência

<b>Tarefa</b>	<b>Duração (s)</b>	<b>Precedências</b>
A	1,08	-
B	0,54	A
C	0,90	B
D	1,80	C
<b>Tempo total</b>	<b>4,32</b>	

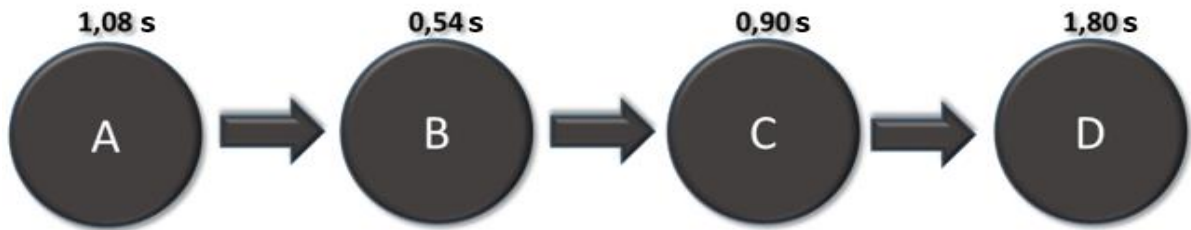
Fonte: Próprio autor, 2015.

Na TAB.3, cada letra na coluna “tarefa”, representa uma atividade, sendo:

- A – Agitamento
- B – Filtragem
- C – Mistura
- D – Envase das bisnagas

Na FIG. 10, os dados da TAB.3, são representados pelo Diagrama de Precedência, onde os círculos representam as atividades, as setas indicam a ordem de desempenho, e os números acima dos círculos, representam os tempos em segundos para execução de cada atividade.

FIGURA 10 - Diagrama de Precedência



Fonte: Próprio autor, 2015.

Com a determinação dos tempos dos postos de trabalho, foi definida a média de produção que deve ser cumprida, para atender a demanda mensal.

O setor deve produzir mensalmente 460.000 bisnagas.

Ao levantar os tempos reais trabalhados e a taxa de produção da empresa, calcula-se o tempo de ciclo, ou seja, o tempo disponível para se fazer uma unidade, logo:

$$\text{Tempo de ciclo (TC)} = \frac{477,84}{460.000} = 0,0010387826 \text{ h} * 3.600 = 3,73 \text{ s} \quad (9)$$

Onde, 477,84 é o tempo de produção disponível por mês, e 460.000 é a demanda produtiva mensal. O resultado obtido foi transformado em segundos. Obtém-se então um tempo de ciclo (TC) = 3,73 seg/bisnaga.

O próximo passo é determinar o número mínimo de estações de trabalho necessários para atender o ciclo, logo:

$$\text{Estações de trabalho (N)} = \frac{4,32}{3,73} = 1,15 \quad (10)$$

Onde, 4,32 é o somatório do tempo de cada atividade para a produção de uma unidade, e 3,73 é o tempo de ciclo. Encontrou-se o resultado de 1,15, que foi arredondado para 2. Sendo assim 2 estações é o número mínimo necessário para atender a linha.

O próximo passo é delegar as tarefas, sendo uma de cada vez, considerando sempre que a soma dos tempos de cada estação seja igual ou o mais próximo possível

do tempo de ciclo encontrado. Observa-se na TAB.4, a distribuição das tarefas atualmente:

TABELA 4 –Montagem de estações de trabalho 1

<b>Estação</b>	<b>Tempo de ciclo (s)</b>	<b>Tarefas Alocadas</b>	<b>Tempo Ocioso (s)</b>
1	3,73	A, B, C	1,21
2	3,73	D	1,93

Fonte: Próprio autor, 2015.

Na TAB.4, apresenta-se a alocação das tarefas. Foi possível alocar as atividades A, B e C em uma mesma estação, pois o tempo de duração de cada atividade é de 1,08, 0,54 e 0,90 segundos respectivamente, as três atividades somam um tempo de duração de 2,52, gerando um tempo ocioso de 1,21 segundos. Já a atividade D, demandou um tempo de operação de 1,80 segundos, e foi alocada na estação 2, onde gerou um tempo ocioso de 1,93 segundos.

O próximo passo é amortizar o menor tempo ocioso nas 2 estações e no tempo de ciclo. O tempo ocioso na estação 1 passa a ser 0, e o tempo ocioso na estação 2 passa a ser 0,72. O tempo de ciclo encontrado de 3,73 é um número teórico, sendo assim, o tempo real de ciclo da linha é de 2,52.

O próximo passo é medir o percentual de ociosidade da linha de montagem, utilizando-se a EQUAÇÃO 11, onde:

$$\% \text{ ociosidade} = \frac{0 + 0,72}{2 \times 2,52} = 0,14 \quad (11)$$

Onde, 0 é o tempo ocioso na estação 1, e 0,72 é o tempo ocioso da estação 2. E 2, corresponde ao número de estações necessárias, 2,52 ao tempo de ciclo. Logo:

$$\% \text{ ociosidade} = 0,14 \times 100 = 14\% \quad (12)$$

$$\text{Eficiência} = 100 - 14 = 86\% \quad (13)$$

Foi feita uma segunda alocação das atividades, de forma distinta da primeira. Segue na TAB. 5:

TABELA5 - Montagem de estações de trabalho 2

<b>Estação</b>	<b>Tempo de ciclo (s)</b>	<b>Tarefas Alocadas</b>	<b>Tempo Ocioso (s)</b>
1	3,73	A, B	2,11
2	3,73	C, D	1,03

Fonte: Próprio autor, 2015.

As atividades A e B foram alocadas na estação 1, o que gerou um tempo ocioso de 2,11. Já na estação 2, foram alocadas as atividades C e D, onde o tempo ocioso gerado foi de 1,03. Amortizando o menor tempo ocioso em cada estação e diminuindo no tempo de ciclo, o tempo ocioso na estação 1 é de 1,08 e na estação 2, o tempo ocioso é 0. O tempo de ciclo é 2,70.

O próximo passo é medir a eficiência desta linha, logo:

$$\% \text{ ociosidade} = \frac{1,08 + 0}{2 \times 2,70} = 0,2 * 100 = 20\% \quad (14)$$

$$\text{Eficiência} = 100 - 20 = 80\% \quad (15)$$

Após a aplicação do método de balanceamento de linha, observou-se que o primeiro balanceamento é o mais viável para o setor, pois o mesmo oferece um percentual de eficiência da linha de 86% e menor tempo ocioso, que foi de 0,72 segundos, já no segundo balanceamento foi de 1,08 segundos e a eficiência foi de 80%.

### 5.3. Levantamento da área física do setor aplicando o método de Guerchet

Através do Método de Guerchet, fez-se o levantamento da área física necessária para cada equipamento.

Observa-se pela TAB.6 todos os itens que compõem o processo, sendo eles equipamentos e ferramentais, juntamente com a necessidade de espaço obtida através do método de Guerchet.

TABELA 6 - Levantamento da área física, aplicando o método de Guerchet

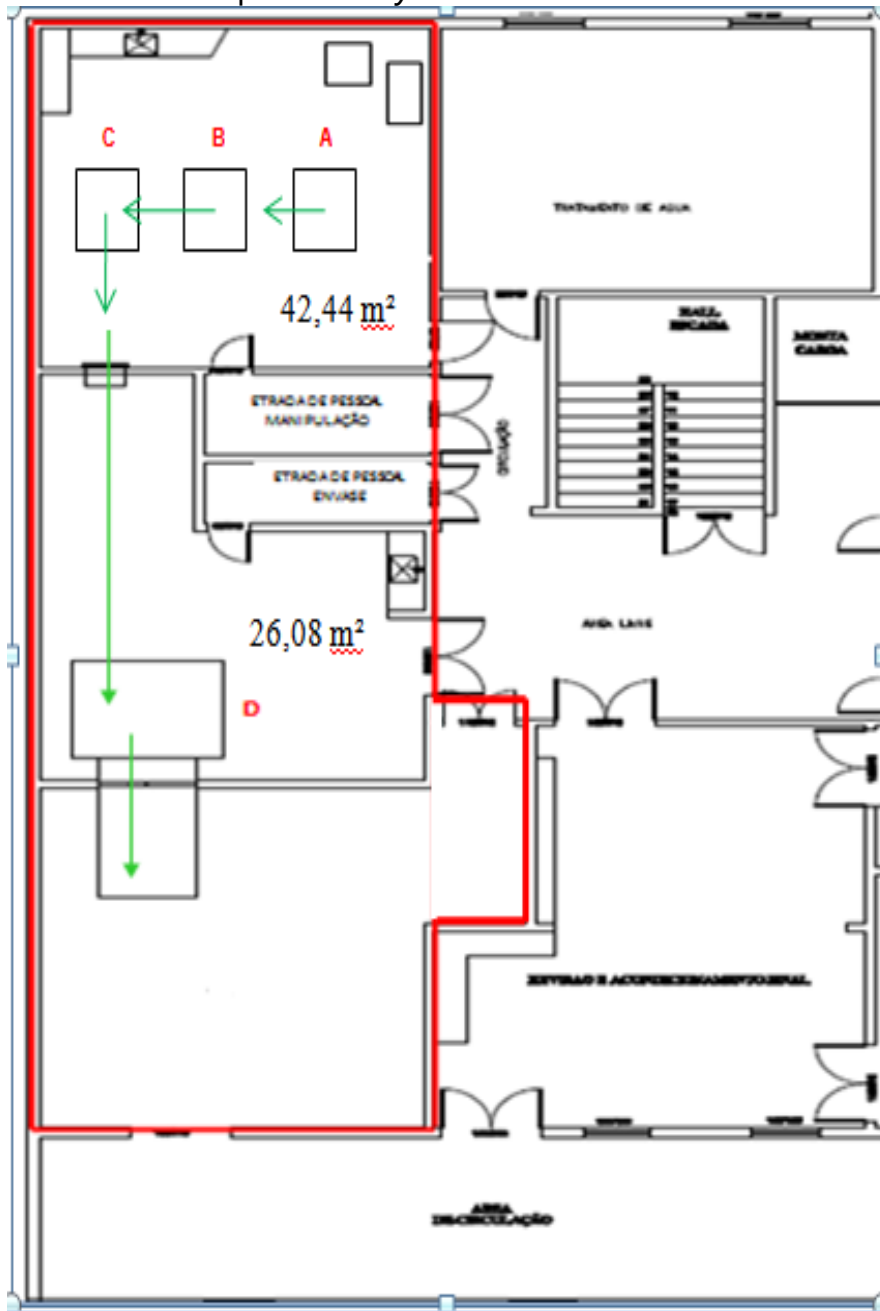
Identificação	Equipamentos	Sup. Estática (SE)	Sup. Gravitação (SG)	N	Sup. Circulação (SC)	Sup. Total (ST)
1	Planetária Amádio 150 L	0,91	1,82	2	6,00	8,73
2	Plataforma	1,02	2,04	2	6,73	9,79
3	Batedeira Erli 500 L	1,68	3,36	2	11,08	16,12
4	Moinho Coloidal Meteor	0,14	0,14	1	0,61	0,89
5	Carrinho Contêiner	0,72	1,44	2	4,75	6,91
6	Máquina de Envase Axomatic	2,07	4,14	2	13,66	19,87
					Área total	62,31

Fonte: Próprio autor, 2015.

#### 5.4. Proposta de mudança no *layout* do setor de semissólidos.

Após realizar o levantamento das informações em relação ao *layout* utilizado pelo setor da empresa, considerando as necessidades de área física para cada equipamento através do método de Guerchet, foi elaborado um novo modelo de *layout* que proporcione um melhor fluxo no processo tornando-o mais eficiente, como mostra a FIG. 11.

FIGURA11 - Proposta de layout



Fonte: Próprio autor, 2015.

A nova proposta de layout tem as seguintes considerações:

1. A área de recebimento de matéria prima, sala de ferramental e a área de manipulação tornaram-se uma só área. A pia existente foi realocada na parede, reaproveitando o espaço existente atrás da mesma. Este local necessita de uma área de superfície total de 42,44 m<sup>2</sup>, ou seja, pouco mais que o dobro da área hoje efetivada que é de 21,28 m<sup>2</sup>, pois a mesma é ocupada por grande parte dos

equipamentos utilizados no processo, como a Planetária Amádio 150 L, Plataforma, Batedeira Erli 500L, o Moinho Coloidal Meteor e o Carrinho Contêiner. Foram removidas as paredes que dividiam a área, deixando o local livre para o fluxo de pessoal e ferramentais.

2. A área de semielaborado foi eliminada, pois a estação 2 fica aguardando a finalização do processo na estação 1 para iniciar a etapa de envase. Sendo assim, esta área torna-se inutilizável, pois o produto não necessita ficar neste local.
3. As áreas de semielaborado, recebimento de bisnagas, envase e sala de apoio também se tornaram uma só área. A remoção destas paredes tornará a área totalmente livre para o deslocamento da operadora do local, pois a área de envase que é ocupada pela Máquina de Envase Axomatic e também pelo carrinho contêiner, após a aplicação do método de Guerchet, demandou uma área de 26,78 m<sup>2</sup>, e hoje a empresa opera com 17,06 m<sup>2</sup>. Durante a coleta dos dados *in loco*, percebeu-se as limitações que o local proporciona, observou-se a dificuldade de movimentação da colaboradora que opera na área, a mesma desloca-se com frequência até a área de recebimento de bisnagas para buscar as bisnagas e abastecer a máquina, e por se tratar de área separada, o processo se torna tedioso para o colaborador, pois ao voltar com a caixa de bisnagas na mão, a mesma deve ainda abrir a porta para entrar para a área onde a máquina está, além da pequena distância que existe entre a porta e a máquina de envase, o que pode se tornar um risco, pois o mesmo deve ter atenção para não colidir com o equipamento.

A proposta de *layout* resolverá o problema de falta de espaço no local, isto beneficiará o processo produtivo com um todo, diminuindo movimentações desnecessárias e melhorando a qualidade de trabalho dos funcionários do setor.

## **5.5. Considerações Finais**

Avaliando o *layout* atual do setor de semissólidos da empresa percebe-se que há uma falta de espaço na área de manipulação e envase.

Utilizando o método de Guerchet realizou-se o levantamento da área física necessária para os equipamentos e para a circulação dos funcionários.

O novo *layout* consistirá em realizar uma nova distribuição das áreas do setor, otimizando todo o fluxo, e beneficiando também os colaboradores que operam no setor, pois os mesmos encontram dificuldades de se deslocar na área durante o processo produtivo, pois, um arranjo físico adequado é essencial para o bom aproveitamento do espaço, proporcionando não só ganhos em termos materiais, mas conforto, segurança e praticidade.

Após a aplicação do método de balanceamento de linha foi possível observar que a forma em que os equipamentos estão alocados atualmente proporciona uma boa eficiência a linha produtiva, e não necessita de mudanças, porém os resultados obtidos após aplicação do método de Guerchet, deverão ser levados em consideração a fim de obter-se otimização da área física.



## 6. CONCLUSÃO

A proposta de *layout* consistirá em realizar uma nova distribuição das áreas do setor, otimizando todo o fluxo, e beneficiando também os colaboradores que operam no setor. Após a aplicação do método de Balanceamento de Linha foi possível observar que a forma que atualmente os equipamentos estão alocados proporcionam uma boa eficiência e menor tempo ocioso, porém os resultados obtidos após a aplicação do método de Guerchet devem ser levados em consideração afim de obter-se a otimização do espaço físico do setor. O resultado após a aplicação do método do arranjo físico proporcionou melhorias no processo produtivo, otimizando seus recursos e melhorando seus resultados.

Conclui-se que através dos resultados encontrados, a empresa possa avaliar os resultados e considerar a hipótese de implantação do novo layout, trazendo benefícios para a eficiência operacional do setor de semissólidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, G; PEINADO, J; GRAEML, A. **Simulações de arranjos físicos por produto e balanceamento de linha de produção**: o estudo de um caso real no ensino para estudantes de engenharia, Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://www.dainf.ct.utfpr.edu.br/~graeml/publica/artigos/download/Cobenge2007SimulacoesArranjosFisicos.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2015

ARAÚJO, L. C. **Organização e métodos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

BULGACOV, S. **Manual de gestão empresarial**. São Paulo: Atlas, 1999.

CABANILLAS, M. **Dieño de distribucion em planta de una empresa têtil**. 2004. 137p. Tesis (Graduação em Engenharia Industrial) – Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM, Lima – Perú, 2004. Disponível em: <[http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/ingenie/munoz\\_cm/contenido.htm](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/ingenie/munoz_cm/contenido.htm)>. Acesso em: 28 jun. 2015.

CÔRREA, H.; CÔRREA, C. **Administração de produção e operações**: Manufatura e serviços: Uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

CURY, Antony. **Organização & métodos**. São Paulo: Atlas, 2000.

DAVIS, M.; AQUILINO, N.; CHASE, R. **Fundamentos da administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Thomson, 2007.

MIRANDA, G. I. **Organizações e métodos**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1981.

MIYAKE, D. I. **Reprodução permitida para estudantes de graduação da Escola Politécnica da USP**. São Paulo, 2005. Disponível em: <[http://www.profosmarveras.xpg.com.br/arquivos/arranjo\\_fisico.pdf](http://www.profosmarveras.xpg.com.br/arquivos/arranjo_fisico.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2015.

MONKS, J. G. **Administração da produção**. São Paulo: McGraw-Hill, 1987.

MOREIRA, D. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira, 1993.

OLISZESKI, C.; et al. **Proposta de arranjo físico para melhoria do fluxo de operações em uma unidade de secagem industrial de erva-mate**.

OLIVEIRA, D. P. **Sistemas, organização e métodos**: uma abordagem gerencial. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

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

- PEINADO, J.; GRAEML, **A Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.
- SLACK, ET AL. **Administração da produção. Edição Compacta**. São Paulo: Atlas, 1999.
- SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; et. al. **Administração da produção**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- SUZAKI, Kiyoshi. **Novos desafios da manufatura: técnicas para melhoria contínua**. São Paulo: IMAM, 1987.
- TORTORELLA, G.; FOGLIATTO, F. **Planejamento sistemático de layout com apoio de análise de decisão multicritério**. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132008000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132008000300015)>. Acesso em: 07 outubro 2015.
- VIEIRA, Augusto Cesar Gadelha. **Manuais CNI: Layout**. Rio de Janeiro: Apex, 1976.
- VILLAR, A. M. & NÓBREGA JR, C. L. **Planejamento das Instalações Industriais**. João Pessoa: Manufatura, 2004.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. (2Ed.). Porto Alegre: Bookman. 2001.