

Ministério da Saúde

FIOCRUZ

Fundação Oswaldo Cruz



**FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ
INSTITUTO DE TECNOLOGIA EM FÁRMACOS -
FARMANGUINHOS/CTM
Especialização em Tecnologias Industriais Farmacêuticas**

ANDRÉ LUIZ DO CARMO GUANABENS

**BALANCEAMENTO DA LINHA DE EMBALAGEM SECUNDÁRIA DE UM
PRODUTO FARMACÊUTICO**

Rio de Janeiro
2016

ANDRÉ LUIZ DO CARMO GUANABENS

**BALANCEAMENTO DA LINHA DE EMBALAGEM SECUNDÁRIA DE UM
PRODUTO FARMACÊUTICO**

Monografia apresentada junto ao curso de Pós-Graduação *Latu sensu* do Instituto de Tecnologia em Fármacos – Farmanguinhos/FIOCRUZ, como requisito final à obtenção do título de Especialista em Tecnologias Industriais Farmacêuticas.

Orientador: Fernando Medina, D.Sc.

Rio de Janeiro
2016

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Medicamentos e Fitomedicamentos/ Farmanguinhos / FIOCRUZ - RJ

G913b

Guanabens, André Luiz do Carmo

Balanceamento da linha de embalagem secundária de um produto farmacêutico. / André Luiz do Carmo Guanabens. – Rio de Janeiro, 2016.

x,39 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Fernando Medina, D.Sc.

Monografia (especialização) – Instituto de Tecnologia em Fármacos-Farmanguinhos, Pós-graduação em Tecnologias Industriais Farmacêuticas, 2016.

Bibliografia: f. 39-39

1. Just in Time. 2. Produção enxuta. 3. Balanceamento de linha e etapa de embalagem secundária. 4. Título.

CDD 615.1

ANDRÉ LUIZ DO CARMO GUANABENS

**BALANCEAMENTO DA LINHA DE EMBALAGEM SECUNDÁRIA DE UM
PRODUTO FARMACÊUTICO**

Monografia apresentada junto ao curso de Pós-Graduação *Latu sensu* do Instituto de Tecnologia em Fármacos – Farmanguinhos/FIOCRUZ, como requisito final à obtenção do título de Especialista em Tecnologias Industriais Farmacêuticas.

Orientador: Fernando Medina, D.Sc.

Aprovada em 11/03/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Fernando Medina D.Sc. (Orientador)
Instituto de Tecnologia em Fármacos – Farmanguinhos/FIOCRUZ

Beatriz Maria Simões Ramos da Silva M.Sc.
Instituto de Tecnologia em Fármacos – Farmanguinhos/FIOCRUZ

André Luiz Maia Azevedo M.Sc.
Laboratório Químico Farmacêutico da Aeronáutica – COMAER

RESUMO

O presente trabalho tem como intuito estudar uma etapa da atividade de embalagem secundária do Mensilato de Imatinibe 100 mg comprimidos, propondo assim, o balanceamento da linha, com ênfase no aumento da sua eficiência. Ao analisar a linha, definiu-se o número mínimo de postos de trabalho, por meio de criteriosa cronoanálise, além da elaboração do diagrama de precedência das atividades. As tarefas, por meio do balanceamento de linha, foram alocadas para cada estação, buscando deixar a mesma quantidade de tempos ociosos em cada posto de trabalho, com a finalidade de reduzir os estoques intermediários e o desgaste dos colaboradores que executam atividades mais demoradas.

Palavras-chave: *Just in Time*, Produção enxuta, balanceamento de linha e etapa de embalagem secundária.

ABSTRACT

This paper has the intention to present a study about the stage of Mensilato Imatinib 100 mg tablets secondary packaging activity, offering, a line balancing, with emphasis on increasing their efficiency. During the line analysis, it was set up the minimum number of work station, through careful cronoanalyse, in addition to the elaboration of precedence activities diagram. The tasks, through the line balancing, were allocated to each job station, seeking to make the same amount of idle time to each one, in order to reduce the intermediate stocks and the employees attrition of who perform the most time consuming activities.

Keywords: *Just in Time*, Lean production, line balancing and secondary packaging fase.

LISTA DE FÓRMULAS

Fórmula 1: Número de ciclos a serem cronometrados	25
Fórmula 2: Cálculo de Tempo Normal	28
Fórmula 3: Cálculo de Fator de Tolerância	29
Fórmula 4: Cálculo de Tempo Padrão	30
Fórmula 5: Cálculo da Capacidade de Produção	32
Fórmula 6: Cálculo do Tempo de Ciclo Mínimo	33
Fórmula 7: Cálculo do Tempo de Ciclo Máximo	34
Fórmula 8: Cálculo do número mínimo de estações	34
Fórmula 9: Cálculo do Índice de Ociosidade	36
Fórmula 10: Cálculo do Grau de Utilização	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Divisão das tarefas de embalagem	23
Tabela 2: Tempo cronometrado das tarefas	24
Tabela 3: Coeficientes de distribuição normal	25
Tabela 4: Coeficiente d^2 para o número de cronometragens iniciais	25
Tabela 5: Número de ciclos a serem cronometrados	26
Tabela 6: Cronometragem complementar	27
Tabela 7: Determinação do Tempo Normal	28
Tabela 8: Determinação do Tempo Padrão	30
Tabela 9: Sequência de tarefas e suas predecessoras	31
Tabela 10: Atribuição das tarefas às estações de trabalho	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Estações de trabalho para o processamento manual	22
Figura 2: Diagrama de Precedência	32
Figura 3: Fluxograma da Etapa de Embalagem	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT: *Just in time*.

LAQFA: Laboratório Químico Farmacêutico da Aeronáutica.

mg: Miligrama.

MS: Ministério da Saúde.

PDP: Parceria para Desenvolvimento Produtivo.

SUS: Sistema Único de Saúde.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	11
2 - OBJETIVO	13
2.1 - OBJETIVO GERAL	13
2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 - METODOLOGIA	14
4 - REFERENCIAL TEÓRICO	15
4.1 - PRODUÇÃO ENXUTA	15
4.2 - ARRANJO FÍSICO	17
4.3 - ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS	18
4.4 - INDICADORES DE PRODUÇÃO	20
5 - ESTUDO DE CASO	21
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6.1 - DIVISÃO DA OPERAÇÃO EM ELEMENTOS	23
6.2 - CRONOANÁLISE	23
6.3 - SEQUÊNCIA DE TAREFAS E SUAS PREDECESSORAS	31
6.4 - APLICAÇÃO DA TÉCNICA E BALANCEAMENTO DE LINHA	32
6.5 - FLUXOGRAMA DA ETAPA DE EMBALAGEM	36
7 - CONCLUSÃO	38
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 - INTRODUÇÃO

Para garantir a sustentabilidade da política de saúde, a ampliação do acesso da população a medicamentos e reduzir o déficit comercial, o governo brasileiro tem tomado medidas a fim de promover a política industrial de medicamentos para a saúde no país. Alguns exemplos dessas medidas são a lei de compras públicas - Lei 12.349/2010, a lista de produtos prioritários do Ministério da Saúde (MS) - Portaria 2888/2014 e as Parcerias para Desenvolvimento Produtivo (PDP) - Portaria 2531/2014.^(1, 2, e 3)

As PDPs são parcerias que envolvem a cooperação mediante acordo entre instituições públicas e entidades privadas para desenvolvimento, transferência e absorção de tecnologia, produção, capacitação produtiva e tecnológica do País em produtos estratégicos para atendimento às demandas do Sistema Único de Saúde (SUS).⁽³⁾

As medidas tomadas pelo governo têm como desdobramentos a internalização da Tecnologia, o estabelecimento da capacidade de produção em parque fabril nacional, a capacitação tecnológica da mão-de-obra no Brasil e a substituição das importações de produtos de alto valor agregado por um equivalente nacional. Isto possibilita a ampliação da oferta dos medicamentos aos usuários do SUS e ao mercado privado, a preços menores, e conseqüentemente, o maior acesso da população ao medicamento.⁽³⁾

Através de uma PDP, firmada, entre a Entidade Privada (Cristália Produtos Químicos e Farmacêuticos) e as Instituições Públicas, Instituto Tecnológico em Fármacos (ITC) e Laboratório Químico Farmacêutico da Aeronáutica (LAQFA) viabilizou-se, a proposta de desenvolvimento de uma tecnologia 100% nacional, iniciando pela execução da etapa de embalagem secundária do Mensilato de Imatinibe 100mg no LAQFA.⁽³⁾

A economia de divisas que acontecerá com a nacionalização dos processos, pode ser potencializada, por meio da Produção Enxuta, que constitui um método que tem o objetivo de melhorar a produção, através da redução de atividades que não agregam valor.⁽⁵⁾

A implementação dessas ferramentas proporcionará o aumento da produtividade, a diminuição das áreas necessárias para a produção, a redução dos

estoques, a introdução das atividades realizadas em fluxo contínuo e de forma puxada, sempre em busca da perfeição.⁽⁵⁾

2 - OBJETIVO

2.1 - OBJETIVO GERAL

Aumento da eficiência da linha de embalagem secundária do Mensilato de Imatinibe 100 mg comprimidos, no Laboratório Químico Farmacêutico da Aeronáutica.

2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Definir um método de trabalho para a embalagem secundária.

Determinar o tempo gasto e os movimentos realizados, trabalhando-se num ritmo normal, para executar a atividade de embalagem secundária.⁽⁷⁾

Padronização do método de trabalho definido.⁽⁷⁾

Analisar a atividade de embalagem, para propor o balanceamento da linha, através da utilização de trabalho nos postos e a minimização dos tempos de ociosos.

3 - METODOLOGIA

A proposta de trabalho é obter o maior nível de eficiência possível da linha de embalagem secundária do medicamento Mensilato de Imatinibe 100mg, através da ferramenta balanceamento, utilizando as etapas descritas abaixo:

Definição das operações e divisão dos elementos de trabalho que possam ser executados de modo independente.⁽⁶⁾

Levantamento do tempo-padrão para cada um dos elementos de trabalho, através de cronoanálise.⁽⁶⁾

Definição da sequência de tarefas e suas predecessoras.⁽⁶⁾

Desenho do diagrama de precedências.⁽⁶⁾

Calculo do tempo de duração do ciclo e determinação do número mínimo de estações de trabalho.⁽⁶⁾

Apresentação da ferramenta de balanceamento de linha, onde o produto emblistado passará pela etapa de embalagem secundária.

Sugestão das melhorias a se efetuar, baseadas no balanceamento de linha, buscando deixar a mesma quantidade de tempos ociosos em cada estação de trabalho.

Implementação das melhorias sugeridas na linha.

Avaliação do desempenho da linha, calculando o percentual de tempo ocioso e o índice de eficiência para a linha de produção.

4 - REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 - PRODUÇÃO ENXUTA

O sistema de produção enxuta ou *Just in Time* é um método de gestão que tem como objetivo, melhorar a produção, eficiência e a qualidade dos produtos e serviços de uma organização, através da redução de atividades que não agregam valor aos processos. É considerado como uma filosofia que inclui aspectos de administração de materiais, gestão de qualidade, arranjo físico, projeto de produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos.⁽⁵⁾

Esta abordagem foi desenvolvida na segunda metade do século XX, no Japão, por meio da indústria automobilística, com a Toyota Motor Company Ltd. e posteriormente foi utilizada em outros tipos de indústrias.⁽⁵⁾

Após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), foi preciso reconstruir a indústria japonesa, sem recorrer a qualquer mercado ou economias de escala. A Toyota estava quase na falência, quando Taiichi Ohno decidiu reconfigurar os processos de produção. E, portanto, desenvolveu metodologias claramente focadas na obtenção de melhores resultados, considerando o investimento limitado. Assim Taiichi Ohno foi uma referência para criação do Sistema de Produção da Enxuta.⁽⁵⁾

O JIT pretende produzir apenas o que o cliente quer com menor custo e com nenhum desperdício, aumentando assim o valor e conseqüentemente, a rentabilidade das empresas. O valor acrescentado é definido na metodologia *Lean* como o conjunto de todas as atividades na sua produção desde a sua manufatura até ao produto final que agregam valor ao cliente. Apenas o valor justifica o tempo e o dinheiro do cliente, sendo este que consegue manter os clientes interessados no produto.⁽⁵⁾

A principal regra da Produção Enxuta é bastante simples. A organização deve produzir o máximo de valor para os clientes tentando evitar o máximo de desperdícios possível. Assim, as organizações para tentar aplicar esta metodologia terão que aplicar cinco princípios básicos:

Especificar qual o valor do cliente. Deverão produzir somente o que o cliente quer, sendo necessária uma compreensão exata das necessidades.⁽⁷⁾

Compreender o fluxo de valor. O fluxo de valor são as atividades que quando realizadas corretamente e na ordem exata, produzem o produto ou o serviço para um cliente.⁽⁵⁾

Melhorar o fluxo. Fazer com que o trabalho numa organização flua continuamente e sem interrupção. Em relação ao fluxo contínuo, procura produzir e movimentar um item por vez (ou um lote pequeno de itens) ao longo de uma série de etapas de processamento, continuamente, onde cada etapa fabrica apenas o que é exigido pela etapa seguinte.⁽⁵⁾

Sistema puxado. O sistema deverá reagir à encomenda do cliente. Um processo somente será acionado quando processo seguinte solicitar.⁽⁷⁾

Ter um processo perfeito. Que deva ser capaz, disponível, adequado, flexível e orientado para um fluxo contínuo.⁽⁵⁾

O desperdício pode ser definido como atividade que não agrega valor e, para eliminá-lo, a aplicação das ferramentas do JIT torna-se necessária para as organizações; e os desperdícios podem ser classificados conforme descrição a seguir:⁽⁹⁾

- 1) Superprodução: o Sistema *Lean* conceitua esse desperdício como o hábito de fabricar antecipadamente à demanda, para atender à requisições futuras.⁽⁹⁾ Ou seja, produzir quantidade maior do que é realmente necessário para a próxima etapa produtiva.⁽⁵⁾
- 2) Espera: refere-se à espera do produto a ser fabricado, formando filas para garantir a utilização dos equipamentos em taxas elevadas.⁽⁹⁾
- 3) Processamento: pode haver, no processo de fabricação, etapas que não agregam valor, sendo possível de serem eliminadas.
- 4) Movimento: este tipo de desperdício deve ser combatido por meio de técnicas de estudo de métodos e do trabalho, com o intuito de obter a consistência e economia nos movimentos.⁽⁹⁾ A simplificação das tarefas através do aperfeiçoamento de moldes e dispositivos é uma valiosa fonte de redução dessa categoria de desperdício.⁽⁵⁾
- 5) Produção de itens defeituosos: desvios de qualidade significam desperdícios de material, mão de obra, equipamentos, movimentação, armazenagem e inspeção de materiais.⁽⁹⁾

- 6) Estoques: a redução dos estoques dentro do processo produtivo permite que os gestores enxerguem os problemas da produção e busquem reduzi-los, principalmente, através da sincronização do fluxo de trabalho e redução do *setup* de máquinas.
- 7) Movimentação de material: em planta fabril não agrega valor ao produto e aspira à redução das distâncias percorridas através da otimização do arranjo físico.⁽⁹⁾

O balanceamento da linha, uma ferramenta de JTI, é a distribuição das atividades sequencialmente, por postos de trabalho, com o objetivo de ter a maior utilização possível de trabalho e dos equipamentos, tentando minimizar os tempos ociosos.⁽⁶⁾

Para otimizar as operações na linha de produção, para um dado número de estações de trabalho, torna-se necessário reduzir o tempo de ciclo através da criação de um equilíbrio dos tempos por cada posto de trabalho.⁽⁶⁾

4.2 - ARRANJO FÍSICO

Arranjo físico de uma operação produtiva é a definição de onde colocar todas as instalações, máquinas, equipamentos e pessoal da produção.⁽⁷⁾

4.2.1 - Tipos Básicos de Arranjo Físico

Arranjo por produto: os produtos passam por todos os postos de trabalho, sequencialmente, onde sofrem as alterações devidas. O arranjo por produto tem como principais vantagens a possibilidade de produção em massa com grande produtividade; a carga de máquina e consumo de material constantes ao longo da linha de produção e controle de produtividade mais fácil. Apresenta, porém, as seguintes desvantagens: elevado investimento em equipamentos; costuma gerar tédio nos trabalhadores; pequena flexibilidade da própria linha; e fragilidade a interrupções e subordinação aos gargalos.⁽⁶⁾

Arranjo por processo: os produtos fluem por alguns postos de trabalho, de forma não sequencial, de acordo com a operação que terão que sofrer. O arranjo por processo, por sua vez, tem a grande flexibilidade para atender às exigências do

mercado; bom nível de motivação; o menor investimento para instalação na planta; e a maior margem do produto como suas principais vantagens. Tendo como desvantagens o fluxo longo do processo produtivo; a diluição menor de custo fixo em função de menor expectativa de produção; a dificuldade de balanceamento; necessita de mão-de-obra qualificada; além da maior necessidade de manutenção e setup de máquinas.⁽⁶⁾

Arranjo celular: é ideal para médias quantidades de produção e média variedade de produtos. Os produtos sofrem as modificações necessárias percorrendo os postos de trabalho, de forma sequencial ou não. As vantagens do arranjo físico celular são: o aumento da flexibilidade quanto ao tamanho de lotes por produto; a diminuição do transporte de produtos; a diminuição dos estoques; e a maior satisfação no trabalho. Dentre as desvantagens do arranjo físico celular estão: são específicos para uma família de produtos; e a complexidade em elaborar o arranjo.⁽⁶⁾

Arranjo por posição fixa: ideal para produções unitárias, onde todos os componentes vêm ter a um só local e onde é montado o produto. Vantagens do arranjo físico por posição fixa são: não há movimentação; possibilidade de utilizar técnicas de programação; possibilidade de terceirização de todo o projeto. As desvantagens do arranjo físico por posição fixa podem-se citar: complexidade na supervisão; a necessidade de áreas externas próximas à produção para sub-montagens; a guarda de materiais; a produção em pequena escala e com baixo grau de padronização.⁽⁶⁾

Arranjo misto: aproveita as vantagens dos tipos de arranjos físicos existentes.⁽⁶⁾

4.3 - ESTUDO DE MOVIMENTOS E DE TEMPOS

O estudo de tempos, movimentos e métodos mantém estreito vínculo com três importantes definições do vocabulário empresarial: A engenharia de métodos, projeto de trabalho e ergonomia.⁽⁷⁾

Engenharia de métodos: atividade dedicada à melhoria e desenvolvimento de equipamentos de conformação e processos de produção para suportar a fabricação. Preocupa-se em estabelecer o método mais eficiente, ou seja, procura

otimizar o local de trabalho com relação a ajuste de máquinas, manuseio e movimentação de materiais, leiaute, ferramentas e dispositivos específicos, medição de tempos e racionalização de movimentos⁽⁷⁾.

O estudo de movimentos, e de tempos é o estudo sistemático dos sistemas de trabalho com os seguintes objetivos: (1) desenvolver o sistema e determinar o método preferido, usualmente aquele de menor custo; (2) padronizar esse sistema e método; (3) determinar o tempo gasto por uma pessoa qualificada e devidamente treinada, trabalhando num ritmo normal, para executar uma tarefa ou operação específica; e (4) orientar o treinamento do trabalhador no método preferido.⁽⁷⁾

O estudo de tempos é usado na determinação do tempo necessário para uma pessoa qualificada e bem treinada, trabalhando em ritmo normal, executar uma tarefa especificada. O estudo de tempos é usado para se medir o trabalho.⁽⁷⁾

A cronometragem direta é o método mais utilizado para a medida do trabalho. Tempos pré-determinados, tempos sintéticos e amostragem do trabalho também são utilizados.⁽⁷⁾

Estudo de tempos é utilizado para planejar o trabalho, estimar o custo de um produto, determinar a eficiência de máquinas, funciona como um auxílio ao balanceamento de linhas de montagem, além de determinar tempos-padrão a serem usados como base do controle de custo da mão-de-obra.⁽⁷⁾

O número de ciclos a serem cronometrados está relacionado ao nível de confiança e ao erro relativo da determinação. O tempo requerido à execução dos elementos de uma operação varia ligeiramente de ciclo para ciclo. O estudo de tempos é um processo de amostragem, conseqüentemente, quanto maior o número de ciclos cronometrados, tanto mais representativos serão os resultados obtidos para a atividade em estudo. Quanto maior a variabilidade das leituras de um elemento tanto maior será o número de observações para que se obtenha a precisão.⁽⁷⁾

Avaliação de ritmo é o processo durante o qual o analista de estudos de tempos compara o ritmo do operador em observação com o seu próprio conceito de ritmo normal e depende do julgamento pessoal do analista de estudo de tempos. Existe grande diferença na velocidade natural de trabalho de diferentes pessoas.⁽⁷⁾

O tempo normal para uma operação não contém tolerância alguma. É simplesmente o tempo necessário para que um operador qualificado execute a

operação trabalhando em um ritmo normal. Entretanto não é de se esperar que uma pessoa trabalhe o dia inteiro sem algumas interrupções; o operador pode dispende o seu tempo em necessidades pessoais, descansando ou por motivos fora de seu controle. ⁽⁷⁾

O tempo-padrão, por sua vez, deve conter a duração de todos os elementos da operação e, além disso, deve incluir o tempo para todas as tolerâncias necessárias. O tempo-padrão é igual ao tempo normal mais as tolerâncias. Tolerância não é uma parte do fator de ritmo, e resultados mais satisfatórios serão obtidos se ela for aplicada separadamente. ⁽⁷⁾

4.4 – INDICADORES DE PRODUÇÃO

Tempo de ciclo é o tempo que uma linha de produção demora a montar uma peça. O tempo de ciclo mínimo é aquele necessário para a conclusão da tarefa individual mais demorada e o tempo de ciclo máximo é o somatório dos tempos de todas as tarefas, dependente da forma de montagem e do balanceamento da linha de produção. ⁽⁶⁾

A capacidade de produção é o tempo total de funcionamento da empresa, dividido pelo tempo gasto para fabricar um produto na linha, podendo o número de estações de trabalho ser ajustada para atender a demanda. ⁽⁶⁾

O percentual de tempo ocioso na linha de produção é composto pela soma dos tempos ociosos de todas as estações que tiverem carga de trabalho inferior à maior carga destinada a uma estação, dividida pelo tempo total de trabalho sobre o produto. ⁽⁶⁾

O grau de utilização representa o quanto dos equipamentos existentes na linha de produção está sendo utilizados. É o complemento do índice de ociosidade para atingir 100%. ⁽⁶⁾

5 - ESTUDO DE CASO

O procedimento de balanceamento de linha será aplicado em uma terceirização de etapa, cuja origem do contrato, advém de uma PDP, onde o LAQFA executa a operação de embalagem secundária, atendendo a progressão do cronograma para a transferência total da tecnologia.

Como restrições à execução do estudo, têm-se a disponibilidade de dez colaboradores pertencentes à Seção de Embalagem, para operação da linha, supervisão, abastecimento de itens e transportes. Além disso, existem duas esteiras de aproximadamente cinco metros de comprimento para facilitar a transferência de material entre os postos.

Considerando que o conjunto de tarefas propostas para proceder à etapa de embalagem secundária do produto em estudo são basicamente atividades de cunho manual, com exceção da impressão do cartucho que constitui trabalho semi-manual; e que o medicamento a ser embalado, deve ser expedido no prazo máximo de uma semana, torna-se imprescindível que as tarefas sejam balanceadas entre os postos de trabalho, de forma a reduzir ao máximo o acúmulo de estoques intermediários entre as etapas e o desgaste desnecessários de colaboradores que realizam atividades mais demoradas, para acompanhar a velocidade da linha, objeto de estudo deste trabalho.

As atividades a serem realizadas para proceder à etapa de embalagem secundária estão descritas a seguir:

- (1) Acondicionar a bula dobrada no blister à quantidade especificada na apresentação do produto conforme descrito na ordem de embalagem.
- (2) Montar o cartucho.
- (3) Fechar o cartucho.
- (4) Inserir o conjunto dentro do cartucho.
- (5) Inspeccionar a presença da bula e dos blisters, no cartucho.
- (6) Aplicar lacres de segurança na parte inferior do cartucho.
- (7) Imprimir as informações referentes à data de fabricação e validade, lote do produto. Para essa tarefa será utilizada a impressora INK JET ZANASI Z5000, o único equipamento utilizado para executar a etapa de embalagem secundária do medicamento em estudo.

- (8) Aplicar lacres de segurança na parte superior do cartucho.
- (9) Organizar os cartuchos na caixa de transporte.
- (10) Supervisão (não foi analisado no estudo).

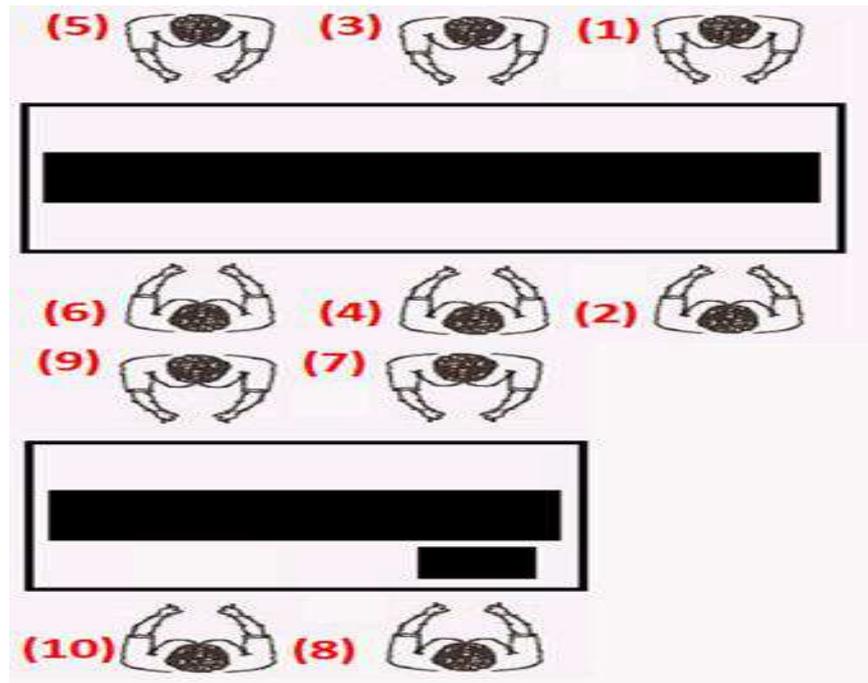


Figura 1 – Estações de trabalho para o processamento manual.

6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 - DIVISÃO DA OPERAÇÃO EM ELEMENTOS

Para essa fase, foram encontradas nove tarefas diferentes, desde o início da etapa, até a organização dos cartuchos nas caixas de embarque.

Tabela 1 – Divisão das tarefas de embalagem.

Operação	Descrição
1	Acomodar os seis blísteres à bula dobrada.
2	Montar o cartucho.
3	Selar o fundo do cartucho.
4	Inserir o conjunto bula + blísteres no cartucho.
5	Conferir o número de blísteres e bula no cartucho.
6	Fechar a tampa do cartucho.
7	Gravar o cartucho.
8	Selar a tampa do cartucho.
9	Organizar os cartuchos na caixa de transporte.

6.2 - CRONOANÁLISE

6.2.1 - Determinação do Tempo Cronometrado

Para esta etapa, foram cronometrados dez tempos, para cada tarefa, conforme explicitado na tabela abaixo:

Tabela 2 – Tempo cronometrado das tarefas.

Atividade:	Tempo (s)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média
Acomodar os seis blísteres na bula dobrada	8,31	8,24	8,44	7,57	7,98	7,03	7,89	7,93	7,33	8,02	7,90
Montar o cartucho	3,86	3,43	3,57	3,82	3,70	3,06	2,76	2,70	2,94	2,64	3,24
Selar o fundo do cartucho	4,22	4,14	4,78	3,99	4,12	4,35	4,04	4,23	4,64	4,15	4,27
Inserir o conjunto bula + blísteres no cartucho	6,25	5,58	5,61	6,03	6,17	5,99	5,80	6,15	6,31	6,29	6,02
Conferir o número de blísteres e bula no cartucho	2,26	2,61	2,50	2,40	2,43	2,35	2,30	2,50	2,20	2,35	2,39
Fechar a tampa do cartucho	3,46	3,28	3,06	2,81	3,06	2,81	3,46	2,81	2,96	2,90	3,06
Gravar o cartucho	10,55	9,71	10,68	10,06	10,18	10,81	10,98	10,18	10,81	10,51	10,45
Selar a tampa do cartucho	4,33	4,22	4,65	4,71	4,23	4,34	4,38	3,87	4,32	4,65	4,37
Organizar os cartuchos na caixa de transporte	1,96	2,13	2,41	2,88	2,35	2,60	2,70	2,48	2,50	2,43	2,44

6.2.2 - Determinação do Número de Ciclos a serem Cronometrados

Foram utilizadas probabilidades para o grau de confiabilidade da medida de 95%, onde o coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada “Z” é 1,96, de acordo com a Tabela 4; e erro relativo aceitável variando de 5%. Em outras palavras, supondo que seja encontrada uma média de cronometragens no valor de 10 segundos para um grau de confiabilidade de 95% e um erro de 5%. Isto significa que, estatisticamente, existe 95% de certeza que o tempo da atividade está entre 9,5 segundos e 10,5 segundos. Além disso, foram utilizadas dez medições de tempo para cada atividade, onde o d^2 é 3,078.⁽⁶⁾

Fórmula 1 – Número de ciclos a serem cronometrados.⁽⁶⁾

$$N = \left[\frac{Z \times R}{Er \times d_2 \times \bar{X}} \right]^2$$

Onde:

N = número de ciclos a serem cronometrados

Z = coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada.

R = amplitude da amostra.

Er = erro relativo da medida.

d_2 = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente.

\bar{X} = média dos valores das observações.

Tabela 3 – Coeficientes de distribuição normal.⁽⁶⁾

Probabilidade	90%	91%	92%	93%	94%	95%	96%	97%	98%	99%
Z	1,65	1,70	1,75	1,81	1,88	1,96	2,05	2,17	2,33	2,58

Tabela 4 – Coeficiente d^2 para o número de cronometragens iniciais.⁽⁶⁾

N	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d^2	1,128	1,693	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078

Tabela 5 – Número de ciclos a serem cronometrados.⁽⁶⁾

Atividade	Descrição	$N = \left[\frac{Z \times R}{E_r \times d_2 \times \dot{X}} \right]^2$	Número de ciclos a serem cronometrados
1	Acomodar os seis blísteres à bula dobrada.	$\left[\frac{1,96 \times 1,41}{0,05 \times 3,078 \times 7,90} \right]^2$	6
2	Montar o cartucho.	$\left[\frac{1,96 \times 1,22}{0,05 \times 3,078 \times 3,24} \right]^2$	23
3	Selar o fundo do cartucho.	$\left[\frac{1,96 \times 0,79}{0,05 \times 3,078 \times 4,27} \right]^2$	6
4	Inserir o conjunto bula + blísteres no cartucho.	$\left[\frac{1,96 \times 0,73}{0,05 \times 3,078 \times 6,02} \right]^2$	3
5	Conferir o número de blísteres e bula no cartucho.	$\left[\frac{1,96 \times 0,41}{0,05 \times 3,078 \times 2,39} \right]^2$	5
6	Fechar a tampa do cartucho.	$\left[\frac{1,96 \times 0,65}{0,05 \times 3,078 \times 3,06} \right]^2$	8
7	Gravar o cartucho.	$\left[\frac{1,96 \times 1,10}{0,05 \times 3,078 \times 10,45} \right]^2$	2
8	Selar a tampa do cartucho.	$\left[\frac{1,96 \times 0,86}{0,05 \times 3,078 \times 4,37} \right]^2$	7
9	Organizar os cartuchos na caixa de transporte.	$\left[\frac{1,96 \times 0,92}{0,05 \times 3,078 \times 2,44} \right]^2$	23

Foram realizadas dez cronometragens iniciais e a fórmula, utilizando estes valores preliminares, determinou que apenas nas atividades 1, 3, 4, 5, 6, 7 e 8; as cronometragens seriam suficientes, onde o valor obtido com a fórmula é inferior ao número de cronometragens inicialmente executado, isto significa que a tomada de tempos foi válida. No entanto, para as atividades 2 e 9, há a necessidade de ampliar o número de medições, conforme Tabela 7:

Tabela 6 – Cronometragem complementar.

N	Cronometragem (s)	
	Montar o cartucho	Organizar os cartuchos na caixa de transporte
1	3,21	2,73
2	3,56	2,40
3	3,48	2,76
4	3,29	2,23
5	3,33	2,89
6	3,45	2,45
7	3,11	2,21
8	2,95	2,87
9	3,15	2,23
10	3,26	2,76
11	2,99	1,90
12	3,18	2,23
13	3,40	2,86
14	3,24	2,67
15	3,50	2,38
16	3,21	1,99
17	3,29	2,45
18	3,38	2,90
19	3,27	2,56
20	3,41	2,67
21	3,25	2,32
22	3,18	2,45
23	3,22	2,32
Média	3,27	2,49

6.2.3 - Determinação do Tempo Normal

Deverá ser levada em conta a velocidade com que o operador está realizando a operação. A medida da velocidade, que é expressa como uma taxa de desempenho que reflete o nível de esforço do operador observado, para tornar o tempo utilizável para todos os trabalhadores, deve ser incluída para “normalizar” o trabalho.⁽⁶⁾ A Fórmula 2 ilustra o cálculo do tempo normal.

Fórmula 2 – Tempo Normal.⁽⁶⁾

$$TN = TC \times v$$

Onde:

TN = Tempo normal.

TC = Tempo cronometrado.

v = Velocidade do operador.

A velocidade do operador, que consiste em determinação subjetiva, será considerada para os cálculos, uma taxa de velocidade ou ritmo de 100%.

Tabela 7 – Determinação do Tempo Normal.

Operação	Descrição da Atividade	Tempo Cronometrado (s)	Tempo Normal (s)
1	Acomodar os seis blísteres à bula dobrada.	7,90	7,90
2	Montar o cartucho.	3,27	3,27
3	Selar o fundo do cartucho.	4,27	4,27
4	Inserir o conjunto bula + blísteres no cartucho.	6,02	6,02
5	Conferir o número de blísteres e bula no cartucho.	2,39	2,39
6	Fechar a tampa do cartucho.	3,06	3,06
7	Gravar o cartucho.	10,45	10,45
8	Selar a tampa do cartucho.	4,37	4,37
9	Organizar os cartuchos na caixa de transporte.	2,49	2,49

O tempo normal é igual ao tempo cronometrado, pois se considera a velocidade da operação em 100%.

6.2.4 - Determinação da Tolerância

Tolerância será calculada em função dos tempos de permissão que a empresa está disposta a conceder. Neste caso determina-se a porcentagem de tempo “p” concedida em relação ao tempo de trabalho diário.⁽⁶⁾ Calcula-se o fator de tolerâncias por meio da Fórmula 3:

Fórmula 3 – Fator de Tolerância.⁽⁸⁾

$$FT = \frac{1}{1 - p}$$

Onde:

FT = fator de tolerância.

p = tempo de intervalo dado dividido pelo tempo de trabalho (% do tempo ocioso).

O Laboratório Químico Farmacêutico da Aeronáutica apresenta horário de funcionamento de 08h00mim às 16h00mim, com uma hora de almoço, perfazendo sete horas de trabalho diário ou 420 minutos. É concedido aos colaboradores dois tempos de intervalo de vinte minutos, totalizando quarenta minutos diários.

Aplicando-se a fórmula:

$$P = \frac{40}{420} = 0,095$$

$$FT = \frac{1}{1 - p} = 1,1050$$

6.2.5 - Determinação do Tempo Padrão

Uma vez determinado o tempo normal que é o tempo cronometrado ajustado a uma velocidade ou ritmo normal, é necessário levar em consideração que não é possível um operário trabalhar o dia inteiro, sem nenhuma interrupção, tanto por necessidades pessoais, como por motivos alheios à sua vontade.⁽⁶⁾

O tempo padrão é calculado multiplicando-se o tempo normal por um fator de tolerância para compensar o período que o trabalhador, efetivamente, não trabalha. O cálculo é feito utilizando-se a Fórmula 4:

Fórmula 4 – Tempo Padrão.⁽⁸⁾

$$TP = TN \times FT$$

Onde:

TP = Tempo Padrão

TN = Tempo Normal

FT = Fator de Tolerância

Tabela 8 – Determinação do Tempo Padrão.

Operação	Descrição	Tempo Normal (s)	Tempo Padrão (s)
1	Acomodar os seis blísteres à bula dobrada.	7,90	8,73
2	Montar o cartucho.	3,27	3,61
3	Selar o fundo do cartucho.	4,27	4,72
4	Inserir o conjunto bula + blísteres no cartucho.	6,02	6,65
5	Conferir o número de blísteres e bula no cartucho.	2,39	2,64
6	Fechar a tampa do cartucho.	3,06	3,38
7	Gravar o cartucho.	10,45	11,55
8	Selar a tampa do cartucho.	4,37	4,83
9	Organizar os cartuchos na caixa de transporte.	2,49	2,75

6.3 - SEQUÊNCIA DE TAREFAS E SUAS PREDECESSORAS

A Tabela 9 demonstra que a tarefa 3 só pode ser realizada depois que a tarefa 2 tiver sido realizada, as tarefas 3, 4, e 5 dependem da conclusão de 2 e assim por diante.

Tabela 9 – Sequência de tarefas e suas predecessoras.

Operação	Descrição	Tempo Padrão (s)	Operações Predecessoras
1	Acomodar os seis blísteres à bula dobrada.	8,73	-
2	Montar o cartucho.	3,61	-
3	Selar o fundo do cartucho.	4,72	2
4	Inserir o conjunto bula + blísteres no cartucho.	6,65	1 e 2
5	Conferir o número de blísteres e bula no cartucho.	2,64	1, 2 e 4
6	Fechar a tampa do cartucho.	3,38	1, 2, 4 e 5
7	Gravar o cartucho.	11,55	-
8	Selar a tampa do cartucho.	4,83	1, 2, 4, 5 e 6
9	Organizar os cartuchos na caixa de transporte.	2,75	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8
Tempo total da etapa		48,86 s	

6.3.1 - Diagrama de Precedências

O diagrama de precedência é um dispositivo de visualização, que evidencia a subordinação e interdependência de um conjunto de atividades. Constitui a representação da Tabela 9.

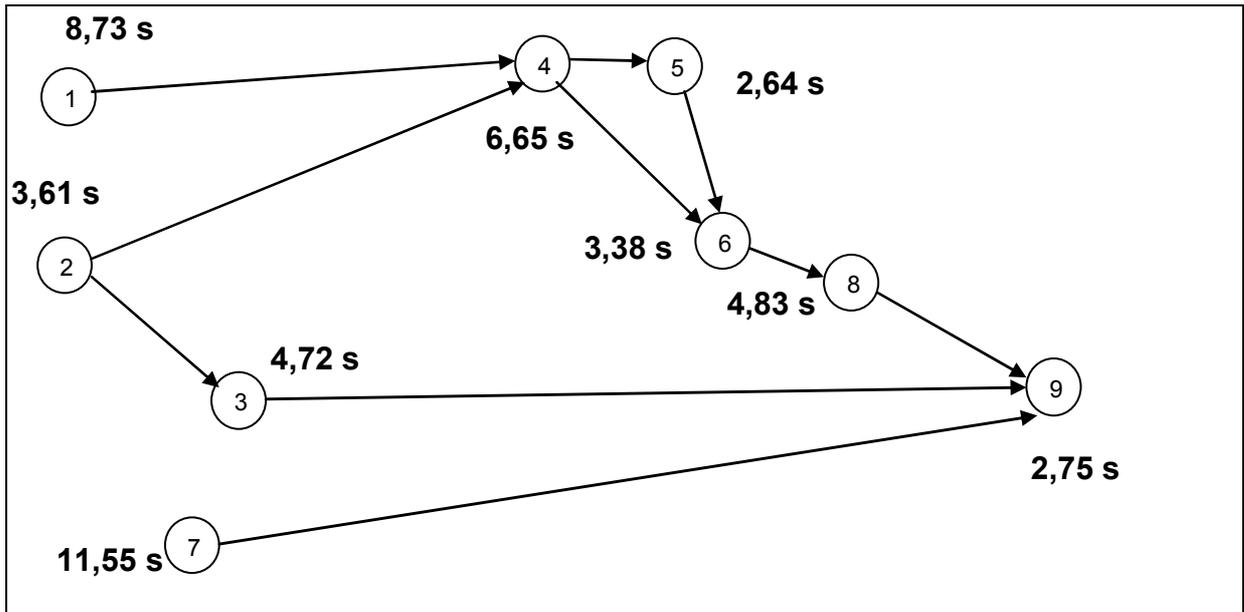


Figura 2 – Diagrama de Precedência.

6.4 - APLICAÇÃO DA TÉCNICA E BALANCEAMENTO DE LINHA

6.4.1 - Determinação da Capacidade de Produção

Capacidade de Produção é o tempo de trabalho dividido pelo tempo necessário para produzir uma peça na linha de produção.⁽⁵⁾

Fórmula 5 – Capacidade de Produção.⁽⁸⁾

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{\text{Capacidade disponível (min)}}{\text{Tarefa individual mais demorada (min)}}$$

$$\text{Capacidade de produção} = \frac{420}{0,19} = 2.210 \text{ cartuchos por dia.}$$

6.4.2 - Determinação da Demanda de Produção

A Demanda de Produção do medicamento em estudo é de dois milhões de comprimidos revestidos por ano.

Para calcular a demanda diária, considera-se que o cartucho do medicamento, acondiciona seis blisters do produto, com dez comprimidos por blister, além disso, a caixa de transporte do produto abriga 60 cartuchos, portanto cada caixa de transporte acomodará 3.600 comprimidos.

Considerando a remessa trimestral de 500.000 comprimidos, serão necessários 8.333 cartuchos para proceder à embalagem secundária e 139 caixas de transporte. Como prazo de processamento da etapa é de cinco dias, divide-se as 139 caixas de transporte pelos cinco dias disponíveis e obtém-se 27,80 caixas, onde os 0,80 representam a ocupação de 80% da caixa de transporte que será enviada incompleta. Conclui-se que serão necessários 1.668 cartuchos por dia para atendimento da demanda.

6.4.3 - Determinação do Tempo de Duração do Ciclo

Para a determinação do tempo de ciclo mínimo, utilizam-se as informações apresentadas na Tabela 9 “Sequência de Tarefas e suas Predecessoras” e da Figura 2 “Diagrama de Precedência”, onde se observa a existência de nove postos de trabalhos, com tempos de execução diversos.

O tempo de Ciclo Mínimo é o tempo necessário para a execução da tarefa individual mais demorada, calculada da seguinte forma:⁽⁶⁾

Fórmula 6 – Tempo de Ciclo Mínimo para Atender à Demanda.⁽⁷⁾

$$\text{Tempo de ciclo mínimo para atender à demanda} = \frac{\text{Capacidade Disponível (s)}}{\text{Demanda (dia)}}$$

$$\text{Tempo de Ciclo Mínimo} = \frac{22.800 \text{ segundos}}{1.668 \text{ cartuchos}} = 13,67 \text{ s.}$$

O Tempo de Ciclo Máximo será a soma dos tempos de todas as tarefas através da fórmula 7:

Fórmula 7 – Tempo de Ciclo Máximo.⁽⁷⁾

$$\Sigma T_i.$$

$$\Sigma T_i = 48,86 \text{ s}$$

6.4.4 - Determinação do Número Mínimo de Estações de Trabalho

Trata-se do número mínimo teórico que indica o número menor de estações de trabalho determinado, para atendimento da demanda. O número de estações de trabalho vai depender da formatação da linha e das possibilidades de balanceamento.⁽⁶⁾

Com o tempo de ciclo calculado e o tempo total de produção é possível calcular o número mínimo de postos de trabalho necessários numa linha de produção, onde o número obtido deverá ser arredondado ao número inteiro superior:

Fórmula 8 – Número Mínimo de Estações.⁽⁶⁾

$$\text{Número mínimo de estações} = \frac{\Sigma T_i}{\text{Tempo de ciclo mínimo}}$$

$$\text{Número mínimo de estações} = \frac{48,86 \text{ s}}{11,55 \text{ s}} = 4,2. \text{ Arredondando: } 5 \text{ estações.}$$

6.4.5 - Atribuição das Tarefas às Estações de Trabalho

O número de postos de trabalhos obtido foi cinco, portanto é preciso alocar as nove tarefas elencadas para a etapa nesses postos. Essa atribuição deve observar se todas as tarefas precedentes já foram alocadas; se o tempo da tarefa a ser alocada não é superior ao tempo que resta para a estação de trabalho; se as tarefas que tenha maior duração, ou às que estejam mais no início da montagem foram priorizadas.⁽⁶⁾

Tabela 10 – Atribuição das tarefas às estações de trabalho.

Estação de trabalho	Tempo restante por estação (s)	Tarefas Alocadas	Tempo Ocioso (s)
1 ^a	13,67	7	2,12
	2,12		
2 ^a	13,67	1	4,94
	4,94		
3 ^a	13,67	2	5,34
	10,06	3	
	5,34		
4 ^a	13,67	4	5,38
	8,02	5	
	5,38		
5 ^a	13,67	6	2,71
	10,29	8	
	5,46	9	
	2,71		

6.4.6 - Cálculo do Tempo Ocioso e o Índice de Eficiência para a linha de produção

Com o balanceamento proposto, o gargalo de ociosidade presente na quarta estação de trabalho é 2,12 s (Tabela 11), indicando que é possível obter um tempo de ciclo de $13,67 - 2,12 = 11,55$ s, ou seja, um cartucho completo será obtido a cada 11,55 s.

Fórmula 9 – Índice de Ociosidade.⁽⁶⁾

$$\% \text{ de Ociosidade} = \frac{\sum \text{Tempos Ociosos}}{\text{Número de Estações} \times \text{Tempos de Ciclos}}$$

$$\% \text{ de ociosidade} = \frac{(2,12 - 2,12) + (4,94 - 2,12) + (5,34 - 2,12) + (5,38 - 2,12) + (2,71 - 2,12)}{5 \times 11,55}$$

$$\% \text{ de Ociosidade} = 10,01\%$$

Para comprovar a eficiência da linha de produção a adotar, poderá utilizar-se a seguinte fórmula:⁽⁶⁾

Fórmula 10 – Grau de Utilização.⁽⁶⁾

$$\text{Grau de Utilização} = 1 - \text{Índice de Ociosidade}$$

$$\text{Grau de Utilização} = 89,99\%.$$

6.5 - FLUXOGRAMA DA ETAPA DE EMBALAGEM

Com o balanceamento da linha, dos 10 colaboradores disponíveis para a execução das tarefas, teriam 05 colaboradores nos postos de trabalho, 01 supervisor da linha, 01 responsável pelo abastecimento dos itens, 02 responsáveis pelo transporte do produto acabado para a expedição e 01 funcionário responsável pela manutenção da impressora de gravação de número de lotes e prazo de validade nos cartuchos, resultando no seguinte fluxograma de etapa de embalagem:

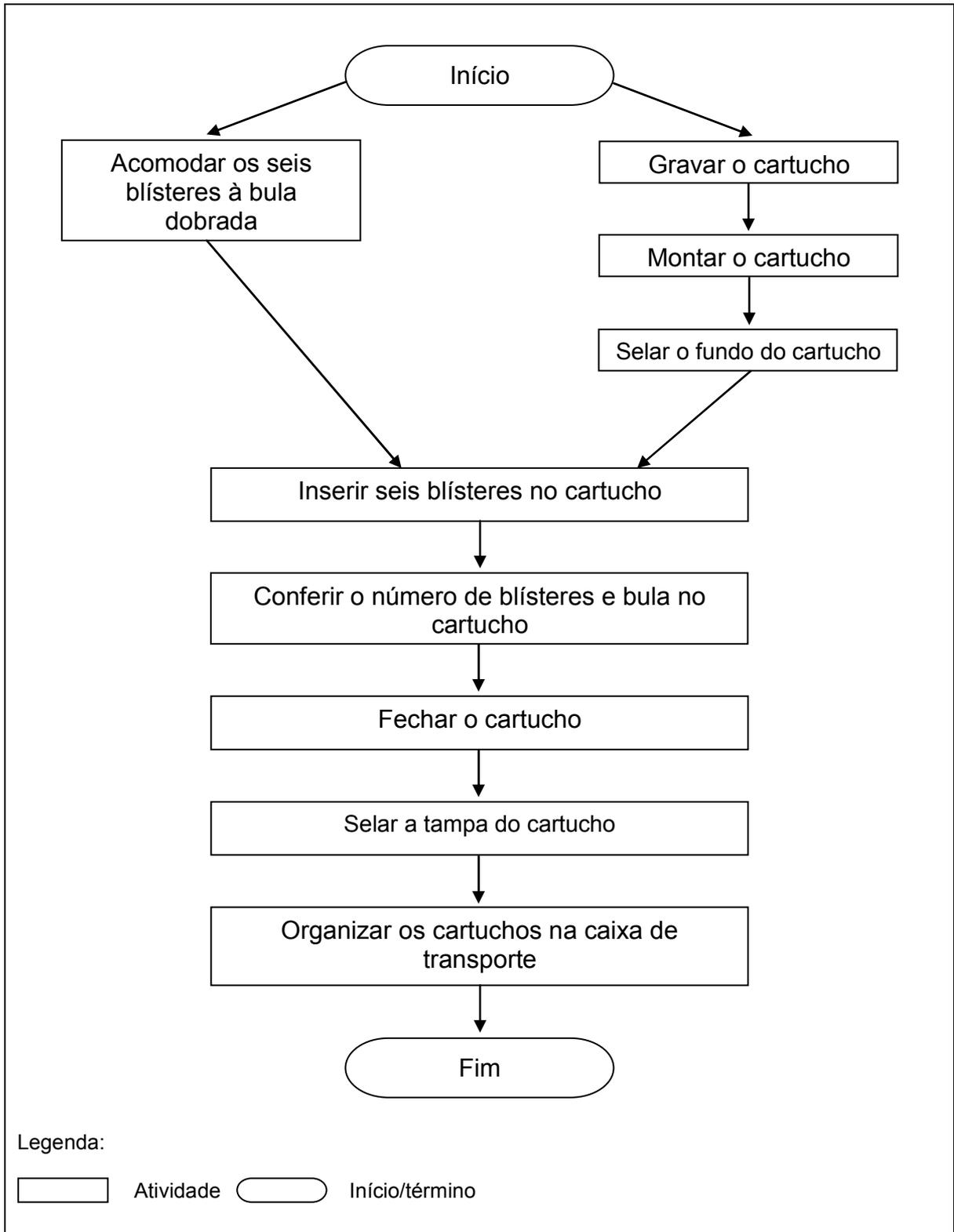


Figura 3 – Fluxograma da Etapa de Embalagem.

7 - CONCLUSÃO

O objetivo geral deste estudo foi propor o balanceamento da linha de embalagem secundária do Mensilato de Imatinibe 100mg comprimidos, no Laboratório Químico Farmacêutico da Aeronáutica, com ênfase na redução do acúmulo de estoques intermediários entre as etapas e diminuição do desgaste desnecessário de colaboradores que realizam atividades mais demoradas para acompanhar a velocidade da linha.

Quando a linha está desbalanceada, o acúmulo de estoques intermediários e o tempo ocioso dos operadores, que realizam atividades que demandam tempo menor, aumentam os custos do processo.

Analisando a linha de embalagem e considerando o número de colaboradores disponíveis para a realização do conjunto de tarefas, definiu-se o número mínimo de posto de trabalho, onde seriam executadas as tarefas alocadas para cada estação.

Quando uma etapa produtiva é composta por um conjunto de tarefas que necessitam de tempos diferentes para a sua conclusão, por vezes indivisíveis, resulta em uma linha produtiva com grau de utilização ou eficiência relativamente baixa, após o seu balanceamento.

Conforme evidenciado na aplicação da cronoanálise, a impressão do cartucho constitui o recurso restritivo crítico do processo, ou seja, aquela que determina toda a velocidade das entregas para a expedição do produto embalado. Sugere-se a implementação de estações de trabalho paralelas para otimizar a gravação, duplicando a velocidade de entrega para a expedição.

Conclui-se que a aplicação de ferramentas, de produção enxuta, inicialmente, em atividades e tarefas relativamente simples, fortalece o esforço para agregar valor ao produto, através da implementação de ferramentas de JIT, no caso deste trabalho, o balanceamento da linha.

Espera-se que esta semente do pensamento enxuto seja aplicada em outras atividades e tarefas; passando pelos processos e macro processos, não só no que tange à produção, mas também à logística e ao desenvolvimento de produtos.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei nº 12.349, de 15 de dezembro de 2010. Altera as Leis nº 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.958, de 20 de dezembro de 1994, e 10.973, de 2 de dezembro de 2004; e revoga o § 1º do art. 2º da Lei nº 11.273, de 6 de fevereiro de 2006. Disponíveis em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12349.htm> Acesso em 04 dez. 2015.
2. BRASIL. Portaria GM n. 2.888, de 30 de dezembro de 2014. Define a lista de produtos estratégicos para o Sistema Único de Saúde (SUS), nos termos do anexo a esta Portaria. Disponíveis em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2014/prt2888_30_12_2014.html> Acesso em 04 dez. 2015.
3. BRASIL. Portaria nº 2.531, de 12 de novembro de 2014. Redefine as diretrizes e os critérios para a definição da lista de produtos estratégicos para o Sistema Único de Saúde (SUS) e o estabelecimento das Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDP) e disciplina os respectivos processos de submissão, instrução, decisão, transferência e absorção de tecnologia, aquisição de produtos estratégicos para o SUS no âmbito das PDP e o respectivo monitoramento e avaliação. Disponíveis em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2014/prt2531_12_11_2014.html> Acesso em 04 dez. 2015.
4. MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. Secretaria Jurídica e de Documentação. Manual de Gestão por Processos. Escritório de Processos Organizacionais do MPF. Brasília, 2013. Disponíveis em: <<http://www.modernizacao.mpf.br/bpm/publicacoes/manual-de-gestao-por-processos.pdf>> Acesso em 11 nov. 2015.
5. SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. Edição Compacta. São Paulo: Editora Atlas S. A., 1999.
6. PEINADO, J.; GRAEML, A. R. Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.
7. BARNES, R. Estudo de Tempos e de Movimentos. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1977.
8. SINDICATO DE METALÚRGICOS DO ABC. Diferença entre tarefa e atividade. São Bernardo do Campo, 2010. Disponíveis em: <http://www.smabc.org.br/smabc/materia.asp?id_CON=18173> Acesso em 12 dez. 2015.
9. FERNANDES, É. D. Estudo de caso do processo de embalagem de Lamivudina + Zidovudina (150 + 300) mg comprimidos com foco em desperdício de tempo. Rio de Janeiro: Fio Cruz, 2012.