

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

TRABALHO DE FORMATURA

**BALANCEAMENTO DE UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE MASSAS
PARA DOCES**

MARCELLO RICARDO DELGADO

MIGUEL CEZAR SANTORO

1995

HF-1995
D 378 b

Aos meus pais

AGRADECIMENTOS

Dentre as pessoas que colaboraram para a realização deste trabalho, direta ou indiretamente, em especial, agradeço:

Ao professor Miguel Cezar Santoro, pela orientação dedicada.

Ao Sr. Oscar Curi, pela oportunidade de trabalho.

À Estela, pelo apoio e carinho dedicado nas horas mais difíceis.

À Márcia e à Edna, pela consideração e confiança dispensadas.

Aos meus pais, incentivadores de meus estudos.

SUMÁRIO

Este trabalho foi realizado no setor de produção de uma empresa fabricante de produtos de panificação.

Após uma extensa fase de diagnóstico e observação da área, identificou-se alguns problemas e a necessidade de melhorar a qualidade dos produtos, assim como, o atendimento das lojas pela fábrica.

Para tanto, foi necessário definir um procedimento-padrão para a execução das atividades, levantar o tempo-padrão para cada uma delas e estabelecer um balanceamento adequado ao pico da demanda dos produtos em questão.

ÍNDICE

	pág.
CAPÍTULO 1 - "<i>Introdução</i>"	1
1.1 - Introdução.....	2
1.2 - A Empresa.....	3
1.2.1 - Apresentação dos Produtos.....	5
1.3 - Objetivos do Trabalho.....	7
 CAPÍTULO 2 - "<i>Diagnóstico da Empresa</i>"	8
2.1 - Introdução.....	9
2.2 - O Processo de Produção Atual.....	10
2.3 - Balanceamento da Linha Atual.....	15
 CAPÍTULO 3 - "<i>Identificação Genérica dos Problemas</i>".	16
3.1 - Apresentação dos Problemas.....	17

CAPÍTULO 4 - "Análise do Problema".....	19
4.1 - Fundamentação Teórica.....	20
4.1.1 - Conceitos e Considerações Gerais sobre	
Linhas de Produção.....	20
4.1.2 - Conceitos e Considerações Gerais sobre	
Produtividade.....	22
4.1.3 - Balanceamento de Linhas.....	24
4.1.4 - Estudo de Tempos por Cronometragem.....	26
4.1.4.1 - Finalidades e Benefícios advindos do	
Estudo de Tempos.....	26
4.1.4.2 - Execução de um Estudo de Tempos.....	27
4.1.4.2.1 - Cálculo do Tempo-Padrão.....	28
4.1.4.2.1.1 - Determinação do Ritmo.....	29
4.1.4.2.1.2 - Determinação das Tolerâncias.....	29
4.1.4.2.1.3 - Número de Ciclos a Cronometrar.	31
4.2 - Identificação das Restrições Principais.....	33

CAPÍTULO 5 - "<i>Etapas do Processo de Solução</i>".....	35
5.1 - Definição do Procedimento-Padrão.....	36
5.1.1 - Equipamentos e Dispositivos Utilizados.....	54
5.2 - Levantamento dos Tempos.....	57
5.3 - Estudo da Demanda.....	75
5.4 - Balanceamento da Linha de Produção.....	81
 CAPÍTULO 6 - "<i>Conclusão</i>".....	 93
 BIBLIOGRAFIA	 98
 ANEXOS.....	 99

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - Introdução

Este trabalho consiste em um estudo genérico em busca de melhorias de qualidade e atendimento da área industrial de uma empresa do ramo de panificação.

O estudo foi realizado no departamento industrial de uma empresa fabricante de doces e salgados, dando-se ênfase, mais especificamente, à área de doces, que atualmente, consome mais de 70% dos recursos produtivos (mão-de-obra, espaço físico, equipamentos, etc).

Inicialmente, foi feito um levantamento e uma análise em relação à metodologia de trabalho utilizada pelo pessoal ligado à área mencionada.

Foram detectados diversos problemas, porém procuramos identificar aqueles que, se solucionados, trariam uma maior quantidade de benefícios em termos de qualidade e atendimento.

O que tentaremos alcançar com este trabalho será minimizar, ou até mesmo eliminar parte ou, se possível, a totalidade desses problemas.

1.2 - A Empresa

A empresa iniciou suas atividades nos Estados Unidos no final dos anos 40.

Seu fundador, o Sr. William Rosemberg, servia lanches e bebidas através de seu caminhão, a operários das indústrias da região, no final da Segunda Guerra Mundial. A qualidade de seus produtos era tão elevada que o horário do lanche nas diferentes indústrias por ele atendidas era determinado pelo seu itinerário.

À medida em que ia obtendo sucesso, agregava outros caminhões à sua frota, com novas rotas, para atender a um número maior de clientes.

Percebendo o crescimento do seu negócio, pensou: por que não fazer lojas que vendessem o seu produto: refeição rápida, barata, em um ambiente limpo e com um elevado padrão de qualidade e serviço ?

O Sr. Rosenberg fundou a primeira loja. Criou o nome, a marca, deu identidade ao negócio, buscando a qualidade do produto e do serviço prestado. Desenvolveu um local limpo e agradável.

Descrevendo o sucesso de sua loja a um velho amigo, Sr. Ackman, este se interessou tanto pelo negócio que, depois de alguns dias encontrou um local e propôs que usaria a idéia original do Sr. Rosenberg, a marca,

o sistema, etc e para tanto pagaria mensalmente uma taxa de utilização para toda aquela tecnologia.

Surgia a primeira loja franqueada, não de propriedade do Sr. Rosenberg, mas sim do Sr. Ackman.

Cabe aqui explicar rapidamente o que é franchising. Este é o sistema pelo qual um negócio bem sucedido, bem formatado, com uma boa marca, vende o direito de uso destes fatores a proprietários (donos) individuais.

Este foi o início do sistema que hoje conjuga as mais de 2.000 lojas nos EUA. Todas nas mãos de donos/franqueados.

Internacionalmente a empresa começou a atuar a partir de 1970 no Japão. Hoje dispõe de 450 lojas espalhadas por 18 países no mundo inteiro. Na América do Sul atua na Venezuela, Colômbia, Argentina e Brasil.

No Brasil, a empresa começou em julho de 1983, com uma loja na Praça da República, em São Paulo. Esta loja foi aberta com uma associação de capital nacional e americana, e os produtos eram fabricados na própria loja.

Hoje, a empresa é constituída de uma fábrica e 40 lojas e quiosques, próprias e franqueadas, espalhadas pela Grande São Paulo, Campinas,

Bragança Paulista, Brasília, Curitiba, Porto Alegre e recentemente Florianópolis. Conta com aproximadamente 400 funcionários ao todo.

A fábrica funciona 24 horas por dia, 7 dias por semana para fornecer produtos às lojas. Nestas lojas o produto chega semi-acabado e lá recebe os confeitos e coberturas.

1.2.1 - Apresentação dos Produtos

A empresa produz e comercializa duas linhas de produtos: doces e salgados. Sendo que a primeira linha representa 80% das vendas.

Linha de Doces

São doces de massa bem leve, frito, recheado com cremes ou geléias, cobertos com açúcar especial ou fondant (uma massa a base de açúcar). Os doces tem como ingredientes básicos: farinha de trigo, sal, açúcar, leite, ovos e fermento biológico. Com esta mesma massa, denominada yeast, são fabricados 3 tipos de produtos:

. **Shell:** tem formato redondo, recheado com creme ou geléia, coberto com açúcar especial ou fondant (vide anexo A);

. **Ring:** é um doce em forma de anel, coberto com fondant ou açúcar e não tem recheio (vide anexo A);

. **Mini:** são pequenas bolinhas que podem ou não ser recheadas com cremes ou geléias e cobertos com açúcar especial (vide anexo A).

Linha de Salgados

. **Bite:** é um salgado que possui a mesma massa dos doces, tem formato redondo, recheado com frango, calabresa ou queijo e presunto, coberto com queijo ralado.

. **Croissant:** é um pão folhado, ligeiramente salgado. Ele pode ser simples, recheado ou sanduíche (vide anexo A):

Simple: é servido puro, quente ou frio.

Recheado: é servido com recheio de cremes ou geléias.

Sanduíche: é servido na forma de sanduíche, recheado de queijo e presunto (misto), frango com catupiri, pasta de atum, entre outros.

O croissant tem como ingredientes básicos farinha de trigo, ovos e gordura vegetal hidrogenada.

1.3 - Objetivos do Trabalho

Segundo um diagnóstico detalhado da empresa, com o qual teremos contato mais adiante, foi possível enumerar aqui os principais objetivos deste trabalho:

- . Minimizar atrasos e não atendimento de ordens de produção;
- . Eliminar estoques intermediários na linha de produção, visando obter melhor qualidade dos produtos;
- . Conseguir uma distribuição equilibrada da carga de trabalho entre os recursos produtivos;
- . Estudar os métodos das operações e definir um procedimento-padrão para realização das atividades.

CAPÍTULO 2

DIAGNÓSTICO DA EMPRESA

2.1 - Introdução

A partir deste capítulo, nos restringiremos a estudar apenas o processo de produção dos "doces" devido às limitações de tempo envolvidas e por serem estes os produtos com maior demanda. Portanto, daqui em diante, estaremos nos referindo ao *Shell*, ao *Ring* e ao *Mini*.

Para assegurar um diagnóstico preciso do processo produtivo, procedeu-se um extenso período de observação da área, sem deixar de lado as opiniões pessoais dos operários ligados ao processo, no que diz respeito a críticas e sugestões que estes apresentaram mediante conversas informais. É importante notar que a satisfação do operário com suas condições de trabalho influi notoriamente em sua produtividade e por esta razão estes não deixaram de ser ouvidos.

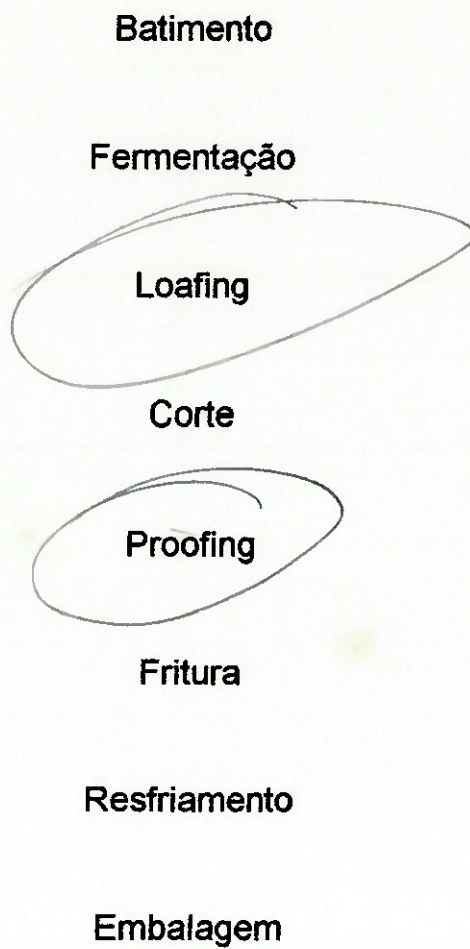
2.2 - O Processo de Produção Atual

Os produtos doces comercializados pela empresa possuem sistemas de produção muito semelhantes entre si, de modo que estes compartilham os mesmos recursos produtivos. Portanto, existe apenas uma linha de produção para o Shell, Ring e Mini.

O sistema de produção dos doces apresenta layout em linha, havendo divisão de tarefas entre os operários. Cada um tem uma função específica dentro da linha. Não é utilizado nenhum meio mecânico auxiliar para transporte de material entre os postos.

Ficará mais fácil para o leitor compreender o processo de produção observando-se o fluxo a seguir e a descrição das suas etapas:

FLUXOGRAMA DO PROCESSO



Obs: A relação de precedência entre as etapas do processo obedece o fluxo acima.

Descrição das Etapas

Batimento

É a etapa de mistura da água, mix e fermento biológico, onde a ação mecânica da batedeira faz com que ocorram ligações químicas nas proteínas da farinha, desenvolvendo o glúten, que torna a massa elástica e maleável.

Fermentação

A massa, depois de batida, deve descansar por aproximadamente 45 minutos, para que resista posteriormente aos outros passos de fabricação. Nesta etapa a massa passa por um processo inicial de fermentação, com liberação de gases, dobrando de tamanho.

Loafing

Depois de descansar, a massa é retirada do caldeirão da batedeira e dividida em bolos menores. Cada bolo é trabalhado de modo a eliminar o excesso de gás da massa e transformado em um bolo retangular.

Laminação

O próximo passo consiste na laminação ou abertura da massa. A laminação pode ser feita manualmente (rolo de macarrão) ou com a

utilização de laminadoras mecânicas, as quais laminam a massa de forma rápida e eficiente, na espessura desejada.

Corte

O passo seguinte é o de corte da massa na forma desejada, ou seja, shells, rings e minis. O corte é feito na forma controlada e padronizada.



Após cortados, os produtos são colocados em grelhas e em carrinhos que levam à estufa de fermentação chamada de "proof-box", o qual, com temperatura e umidade controladas, farão com que ocorra a fermentação adequada e o produto praticamente dobre de tamanho.

Fritura

Depois do proof-box, os produtos são fritos. A temperatura de fritura é rigorosamente controlada. Nesta etapa a fermentação é finalizada e o produto adquire o tamanho adequado. A temperatura ideal de fritura dos produtos é da ordem de 190°C.

Resfriamento

Após a etapa da fritura, os produtos passam pela área de resfriamento onde permanecerão por aproximadamente 20 minutos a fim de que atinjam a temperatura ambiente.

Embalagem

Esta é a ultima etapa do processo, onde os produtos são colocados em monoblocos de polietileno, ensacados e selados para serem encaminhados às lojas.

Balanceamento da Linha Atual

Atualmente, não é utilizada nenhuma técnica para realizar-se o agrupamento dos operários nas estações de trabalho, sendo que, para um dado volume de produção não se sabe a ociosidade nos postos que está sendo enfrentada. Não há tempo de ciclo determinado e raramente se altera o agrupamento dos operários nas estações. A divisão de tarefas e a seleção dos operários foram realizadas com base na sensibilidade do pessoal da chefia de produção. Como não há supervisores das linhas, eventuais gargalos não são imediatamente identificados, prejudicando assim a produtividade.

?

CAPÍTULO 3

IDENTIFICAÇÃO GENÉRICA DOS PROBLEMAS

7

3.1. - Apresentação dos Problemas

Esta fase consiste em identificar o problema, em definir claramente o objeto em estudo. Esta formulação consiste numa definição ampla do caso a resolver.

Como já mencionado anteriormente, não é utilizada nenhuma técnica para realizar-se o agrupamento dos operários nas estações de trabalho, sendo que, para um dado volume de produção não se sabe a ociosidade nos postos que está sendo enfrentada.

Não existe um planejamento de produção, há apenas uma programação diária baseada simplesmente nas encomendas realizadas pelas lojas no final de cada dia e como não há tempos de operação determinados, frequentemente a Empresa se depara com atrasos na produção.

O método para realizar cada atividade da produção não é padronizado, sendo que o operador realiza sua função da maneira que mais lhe convém, ou seja, segundo um método por ele mesmo desenvolvido, o que conseqüentemente afeta a qualidade do produto.

Por se tratar de uma Empresa que produz produtos alimentos e estes, por sua vez, precisam de um controle efetivo de tempo de operação, temperatura e umidade, a falta de balanceamento da linha faz com que existam estoques intermediários entre as estações de trabalho afetando, também, a qualidade dos produtos.

Cada um dos problemas apresentados apresenta uma solução ótima o que porém pode ter um alto custo e um prazo muito extenso para sua realização. Tentaremos obter a melhor solução dentro da conjuntura atual da Empresa.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DO PROBLEMA

4.1 - Fundamentação Teórica

Coletaremos, nesta etapa, os principais fundamentos teóricos envolvidos na solução do caso apresentado.

4.1.1 - Conceitos e Considerações Gerais sobre Linhas de Produção

Podemos definir linha como uma sequência de N estações de trabalho, pelas quais o produto segue em série, partindo da estação 1 e chegando até a estação N . Em cada estação de trabalho temos uma operação e, simultaneamente, temos em processo várias unidades do produto em diferentes etapas de conclusão.

Na maioria dos casos o produto é transferido entre estações por meio de dispositivos tais como correias, planos inclinados, esteiras, etc. Porém, a existência destes dispositivos não é um pré-requisito para um arranjo físico do tipo linear.

A linha de produção pode ser ritmada ou não ritmada. Na linha ritmada, o material ou produto move-se continuamente a uma velocidade uniforme através da série de operações ou estações de trabalho, havendo uma total dependência entre os ritmos de produção das várias operações. Na não ritmada podemos ter vários graus de independência entre as operações, até o grau máximo em que cada operação é feita a um ritmo totalmente independente das demais, o que é possível através da formação de estoques intermediários ou produção em lotes.

As linhas de produção tiveram origem nos Estados Unidos, onde Henry Ford, tendo compreendido as vantagens decisivas do método, implantou-o em sua empresa. Porém, no caso de linhas ritmadas, houve certa rejeição dos trabalhadores, pois eram obrigados a respeitar o ritmo imposto, e somente certos indivíduos conseguiam sustentar tal carga de trabalho.

Porém, a fabricação em linha se difundiu nos mais diversos setores e se converteu gradualmente num método de produção natural e bem tolerado. Nas indústrias eletro-eletrônicas, principalmente, o uso de linhas de produção é tão amplo quanto antigo.

Uma das principais vantagens da fabricação segundo um arranjo físico linear é que, sob determinadas condições, elimina-se grande parte do manuseio improdutivo de materiais, tal como carregamento, descarregamento e transporte entre operações sucessivas. O transporte entre estações, pode, como já mencionado, ser realizado de maneira automática, eliminando, portanto, parte ou até a totalidade do trabalho humano utilizado para tal. Outra grande vantagem é que, com a divisão da manufatura em diversas operações e, conseqüentemente em estações, torna-se mais fácil o processo de supervisão e a rastreabilidade quanto á identificação de eventuais dificuldades ou defeitos do processo.

A principal desvantagem da utilização de linha de produção é o custo de implantação, sendo, portanto, viável economicamente somente quando o produto em questão exibe alto volume de produção.

Para que se possa implantar um arranjo físico do tipo linear para a fabricação ou montagem de um determinado produto, o tempo total requerido para a manufatura deste, deve ser dividido primeiramente em elementos e estes posteriormente agrupados em operações. O arranjo dos diversos elementos em estações de trabalho de forma a minimizar o tempo total ocioso do processo, quando em operação, é chamado de *balanceamento*, cujos detalhes apresentaremos no momento oportuno. O agrupamento dos elementos, porém, deve observar diversas restrições, principalmente as de ordem tecnológica, que "ditam", de certa forma, a ordem das atividades de acordo com as relações de precedência.

4.1.2 - Conceitos e Considerações Gerais sobre Produtividade

Historicamente, antes da difusão das idéias de Taylor e da administração científica a produtividade era negociada segundo um sistema baseado em incentivos. A iniciativa dos trabalhadores variava proporcionalmente aos incentivos oferecidos. Adam Smith já considerava que a produtividade era função da divisão do trabalho e, com o advento dos conceitos da administração científica nas grandes indústrias, surgiu um modelo de racionalização de tarefas, ainda hoje utilizado. Esse modelo consiste em:

- . Observar a tarefa;
- . Dividi-la em elementos;
- . Cronometrá-la;
- . Analisá-la;
- . Eliminar elementos desnecessários;
- . Recombinar os demais;
- . Minimizar o tempo de execução;

A produtividade, a partir de então, passou a ser encarada como função do planejamento ótimo de tarefas, da seleção de trabalhadores adequados e do treinamento e da motivação destes. Inicialmente o conceito produtividade era associado a trabalhos exclusivamente manuais, mas logo foi estendido e aplicado em atividades de manufatura em geral.

O aumento da produtividade está ligado à melhoria no aproveitamento da utilização de recursos, na produção de bens e serviços. Esta melhoria pode refletir, basicamente, em:

1. Aumento da aceitação dos produtos ou serviços da empresa pelos clientes e consumidores, principalmente gerada pela redução de preços e incrementos de qualidade advindos do aumento de produtividade;

2. Diminuição da ociosidade, ou seja, um aumento do nível de utilização dos fatores de produção, recaindo diretamente sobre os custos totais de produção.

4.1.3 - Balanceamento de Linhas

O problema básico de balanceamento de linhas consiste em agrupar as tarefas de um roteiro de produção em operações, e designá-las a um conjunto ordenado de estações de trabalho desde que as relações de precedência e os limites de capacidade sejam respeitados, de forma que alguma medida de eficácia seja otimizada.

Diversos estudos já foram realizados sobre o assunto e a maioria deles propõe algoritmos e modelos para balanceamento de linhas. Hax destaca algumas maneiras para a elaboração desses modelos:

a) Programação inteira;

b) Programação dinâmica;

c) Algoritmos de enumeração das sequências;

d) Procedimentos otimizantes por árvores;

e) Algoritmos de caminho mais curto;

f) Técnicas heurísticas.

Na prática (principalmente quando não se pode contar com auxílio de processamento de dados por computador), as técnicas heurísticas são as mais usadas, por utilizarem regras de decisão simples e serem, portanto, de fácil manuseio. Em linhas simples, com menos de 20 tarefas, a obtenção de um bom balanceamento é rápida e fácil, mesmo quando não se utilizam recursos computacionais.

No nosso caso, o processo produtivo apresenta um roteiro linear, utilizando máquinas e atividades fixas, o que não representa um problema de balanceamento tradicional. Assim sendo, balancearemos a linha de produção utilizando-se a técnica " de frente para trás ", ou seja, dimensionaremos os recursos produtivos a partir da última etapa do processo produtivo.

É importante, na prática, termos à disposição dados confiáveis quanto a relações de precedência, métodos e tempos-padrão de execução das tarefas, para assegurar um resultado eficaz e real da aplicação de qualquer modelo teórico de balanceamento.

4.1.4 - Estudo de Tempos por Cronometragem

O principal objetivo de um estudo de tempos é o de determinar o tempo necessário para uma pessoa qualificada e treinada, trabalhando em ritmo normal, executar uma tarefa especificada, segundo determinado método. Este tempo é denominado tempo-padrão da tarefa em questão.

4.1.4.1 - Finalidades e Benefícios advindos do Estudo de Tempos

- 1) Estabelecer programações e planejar o trabalho;
- 2) Determinar o custo-padrão e como um auxílio no preparo de orçamentos;
- 3) Estimar o custo de um produto antes do início de sua execução;
- 4) Determinar a eficiência de máquinas, o número de máquinas que uma pessoa pode operar, o número de pessoas necessário ao funcionamento de um grupo ou processo produtivo e ainda, como um auxílio no processo de balanceamento de linhas;
- 5) Determinar os tempos-padrão a serem usados no pagamento de incentivos à mão-de-obra direta.

4.1.4.2 - Execução de um Estudo de Tempos

O procedimento pode variar, dependendo do tipo de operação em estudo e da aplicação a ser dada aos dados obtidos. Entretanto, os oito passos seguintes são geralmente necessários:

- 1) Obtenção e registro de informações sobre o operador e a operação em estudo;
- 2) Divisão da operação em elementos e registro do método utilizado;
- 3) Observação e registro do tempo gasto pelo operador;
- 4) Determinação do número de ciclos a ser cronometrado;
- 5) Avaliação do ritmo do operador;
- 6) Verificação se o número de ciclos cronometrado foi suficiente;
- 7) Determinação das tolerâncias;
- 8) Cálculo do tempo-padrão da operação.

4.1.4.2.1 - Cálculo do Tempo-padrão

Suponhamos que uma operação tenha seu ciclo dividido em M elementos e que tenham sido cronometrados N ciclos dessa operação. Seja T_{ji} o tempo observado para o elemento i ($i = 1, \dots, M$) no j -ésimo ciclo ($j = 1, \dots, N$). Desta forma, para o cálculo do tempo-padrão seguimos os passos:

1) Para cada elemento da operação calculamos o tempo observado representativo TR_i , segundo a fórmula:

$$TR_i = \sum_{j=1}^N T_{ji} \quad i = 1, \dots, M$$

2) Calcula-se o tempo normal da operação TN_i , para cada elemento da operação, segundo a fórmula:

$$TN_i = TR_i \times FR_i$$

onde FR_i representa o fator de ritmo.

3) Obtém-se, então, o tempo normal da operação (TN), somando-se os tempos normais de seus elementos, segundo a fórmula:

$$TN = \sum_{i=1}^M TN_i$$

4) Finalmente, o tempo-padrão da operação é obtido aplicando-se a ele a soma das tolerâncias, conforme:

$$TP = TN \times \frac{100}{100 - \sum \text{tolerâncias}}$$

A seguir discurreremos sobre como proceder quanto à determinação do fator de ritmo e das tolerâncias individuais de cada elemento observado.

É importante notar que muitas vezes as tolerâncias e dos fatores de ritmo podem ser diferentes para os elementos de uma mesma operação e, nesse caso, basta calcularmos o tempo-padrão individual de cada elemento, para, posteriormente, somá-los e obter o tempo-padrão da operação.

4.1.4.2.1.1 - Determinação do Ritmo

Cabe ao observador estabelecer o ritmo de trabalho com o qual o operário observado realizou sua atividade. Normalmente, avalia-se um fator de ritmo para cada elemento da operação.

4.1.4.2.1.2 - Determinação das Tolerâncias

O tempo normal de uma operação ou elemento não contém tolerância alguma. Entretanto, não é de se esperar que uma pessoa trabalhe o dia inteiro sem algumas interrupções. O operador pode dispende parte de

seu tempo com necessidades pessoais, descansando ou por motivos fora de seu controle.

As tolerâncias podem ser classificadas em:

1) Tolerância Pessoal

É o tempo necessário para suprir o operário de suas necessidades pessoais dentro das condições nas quais realiza seu trabalho. Em geral, segundo Barnes, utiliza-se 5% para homens e 6% para mulheres.

2) Tolerância para Fadiga

A fadiga resulta de um grande número de causas, tanto mentais quanto físicas. A experiência mostra que uma pessoa necessita de descanso quando seu trabalho é árduo. A falta deste provoca uma queda na produtividade. Períodos de descanso organizados, durante os quais não se permite que o operário trabalhe, constituem uma das melhores formas de solução para o problema.

O valor percentual utilizado para este tipo de tolerância varia de acordo com o tipo de tarefa realizada, ou seja, com o grau de intensidade de cansaço que a tarefa provoca. Esses valores são encontrados em tabelas baseadas na prática e nelas é preciso identificar a similaridade entre a tarefa que está sendo analisada e as tarefas nelas apresentadas, para chegar-se a um valor representativo.

3) Tolerância para Espera

As esperas podem ser evitáveis ou inevitáveis. As esperas feitas intencionalmente pelo operador não são consideradas na determinação do tempo-padrão. Na realidade, ocorrem esperas inevitáveis causadas pela máquina, pelo operador ou por alguma força externa. Usualmente, segundo Barnes, utiliza-se de 2 a 5%, dependendo do caso analisado.

4.1.4.2.1.3 - Número de ciclos a cronometrar

O estudo de tempos é um processo de amostragem e, conseqüentemente, quanto maior o número de ciclos cronometrado, tanto mais representativos serão os resultados obtidos para a atividade em estudo. Quanto maior a variabilidade dos valores observados para um determinado elemento, maior terá que ser o número de observações realizado para que se obtenha a precisão desejada.

Deve-se decidir relativamente ao nível de confiança e ao erro relativo desejados na determinação do número de observações necessário. Em geral, segundo Barnes, em estudo de tempos utiliza-se nível de confiança de 95% e erro relativo de 5 a 10%. Isto significa que, com 95% de probabilidade, a média dos valores observados para o elemento não diferirá de 5 a 10 %, respectivamente, dos valores reais e verdadeiros para a duração do elemento.

Seja N o número de ciclos cronometrado, N' o número de ciclos a ser cronometrado e X o valor de determinada observação, temos, segundo Barnes, para erro relativo de 10% e nível de confiança de 95%, a seguinte fórmula para determinação de N' (para determinado elemento):

$$N' \geq \left(\frac{20N}{\sum x} \times \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/N}{N-1}} \right)^2$$

E ainda, para erro relativo de 5% e nível de confiança de 95%:

$$N' \geq \left(\frac{40N}{\sum x} \times \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/N}{N-1}} \right)^2$$

4.2 - Identificação das Restrições Principais

Após a coleta de teorias podemos identificar as restrições que limitam, de alguma forma, o espaço das soluções possíveis para o caso apresentado.

A aplicação das teorias apresentadas deverá respeitar ou de alguma forma contornar as restrições práticas.

1ª Restrição

Os produtos possuem um "*shelf-life*" (vida útil) de 16 horas, ou seja, o produto deve ser consumido no prazo máximo de 16 horas contadas a partir da última etapa do processo produtivo.

Existe um acordo entre a fábrica e as lojas onde ficou estabelecido que o primeiro produto produzido poderá permanecer na fábrica no prazo máximo de 6 horas e as horas restantes de vida útil estariam disponíveis para comercialização.

Portanto, em cada um dos turnos de produção, deve-se executar a produção horária em 6 horas.

2ª Restrição

Após cada etapa de preparação da massa, é imprescindível que esta seja removida imediatamente e trabalhada na operação seguinte.

O tempo de espera entre as etapas pode afetar diretamente a qualidade do produto.

Portanto, deve-se eliminar o estoque intermediário entre os postos de trabalho.

CAPÍTULO 5

ETAPAS DO PROCESSO DE SOLUÇÃO

5.1 - Definição do Procedimento-Padrão

A cada uma das etapas do processo produtivo descritas no capítulo 2 definimos um procedimento-padrão a fim de alcançarmos a qualidade desejada dos produtos e determinarmos o tempo-padrão de cada uma delas visando o balanceamento da linha de produção.

Enumeramos abaixo as etapas do processo:

1) Batimento;

2) Fermentação;

3) Loafing;

4) Laminação;

5) Corte;

6) Proofing;

7) Fritura;

8) Resfriamento;

9) Embalagem.

Apresentaremos, a seguir, o procedimento-padrão para realização de cada uma das etapas, bem como uma figura ilustrativa, além de algumas observações sobre as condições sob as quais elas são realizadas:

1) Batimento



Figura 5.1 - ilustração da operação Batimento

1º. Colocar no caldeirão 1 Kg de fermento em pedaços pequenos;

2º. Adicionar 10,3 l de água ;

3º. Deixar bater a água + fermento por 1 minuto em 1ª velocidade;

4º. Adicionar 25 Kg de mix yeast;

5º. Deixar bater por 1 a 2 minutos em 2ª velocidade. Este é o estágio de incorporação;

6º. Desligar a batedeira e raspar os resíduos que eventualmente estejam aderidos às laterais do caldeirão;

7º. Ajustar a batedeira em 3ª velocidade e deixar bater por 5 minutos. Neste estágio a massa deverá permanecer no fundo e na parede do caldeirão.

Se imediatamente a massa aderir totalmente ao gancho da batedeira, significa que a massa está seca. Somente neste estágio poderá adicionar mais água.

8º. Em seguida, deve-se conferir se a quantidade de água na massa está correta aplicando-se o "teste do tapa":

Teste do Tapa

Com a mão espalmada, deve-se bater fortemente na massa:

- caso 1: se a massa aderir por toda a mão, significa que há excesso de umidade, ou seja, foi colocada água em excesso;
- caso 2: se a massa aderir apenas entre os dedos e as extremidades das mãos, significa que a quantidade de água colocada foi ideal;
- caso 3: se a massa não aderir às partes da mão, significa que a quantidade de água adicionada foi insuficiente, ou seja, a massa está seca.

O que
fazer
em cada
caso?

9°. Deixar a massa bater por mais 5 minutos em 3ª velocidade. Neste estágio a massa deverá se desprender completamente do caldeirão;

10°. Verificar a temperatura da massa imediatamente após o batimento. A temperatura ideal é 80°F;

e se não estiver ideal?

11°. Verificar se o batimento foi suficiente através do "teste da membrana":

Teste da Membrana

Esticar uma porção de massa pausadamente e observar o seu comportamento:

- caso 1: se a massa for esticada até que se torne que transparente entre os dedos, significa que o batimento foi suficiente;
- caso 2: se a massa logo se romper, significa que o batimento foi insuficiente. Neste caso, deve-se bater a massa por mais 2 minutos.

2) Fermentação



Figura 5.2 - ilustração da etapa de Fermentação

1º. Cobrir o caldeirão com um plástico ou tecido;

2º. Deixar a massa fermentar por 45 minutos aproximadamente.

± ?

3) Loafing



Figura 5.3 - ilustração da operação subir e esvaziar caldeirão

1º. Colocar o caldeirão sobre a mesa;

2º. Virar a massa sobre a mesa e raspar os resíduos que permaneceram no caldeirão;

3º. Cortar a massa em 8 bolos aproximadamente iguais;

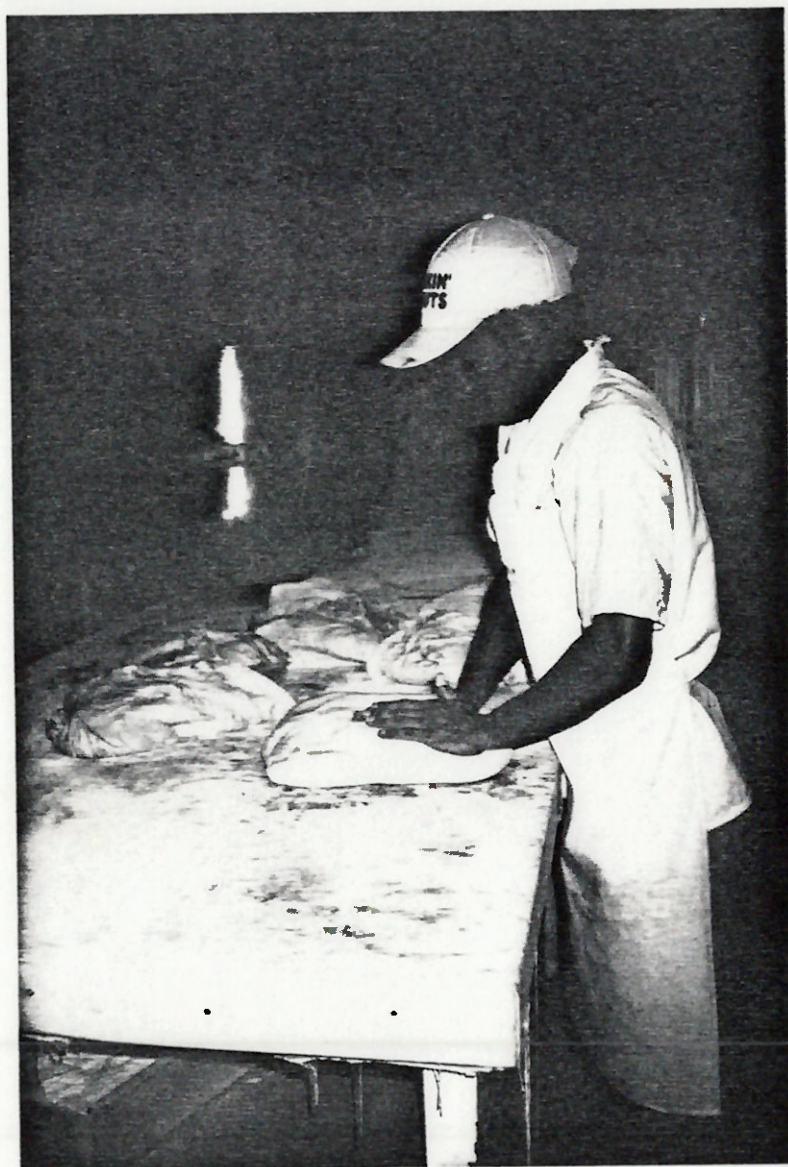


Figura 5.4 - ilustração da operação Loafing

4º. Em seguida, deve-se loufar os bolos obedecendo-se o seguinte critério:

a) loufar a massa e dobrá-la da direita para a esquerda;

b) loufar a massa e dobrá-la da esquerda para a direita;

c) girar a massa formando um ângulo de 90°;

d) repetir os passos a e b respectivamente.

Obs: . Em todos esses passos deve-se fechar bem as extremidades do bolo a fim de impedir a penetração de gases;

. Deve-se usar o mínimo de farinha durante o loafing, utilizar apenas o necessário para evitar que a massa se grude na mesa.

4) Laminação



Figura 5.5 - ilustração da operação Laminação

1º Corte

1º. Loufar o bolo a fim de facilitar a passagem pelos cilindros;

2º. Laminar o bolo até uma espessura de aproximadamente 1 cm;

3º. Dobrar o bolo juntando-se as extremidades ao centro e em seguida dobrá-lo ao meio;

Obs: Deve-se usar o mínimo de farinha durante a laminação, utilizar apenas o necessário para evitar que a massa se grude nos cilindros.

2º Corte

1º. Loufar o bolo proveniente das sobras do 1º corte a fim de facilitar a passagem pelos cilindros;

2º. Laminar o bolo até que apresente uma forma homogênea;

3º. Dobrar o bolo juntando-se as extremidades ao centro; em seguida, dobrá-lo ao meio;

4º. Laminar o bolo até uma espessura de aproximadamente 1 cm;

5°. Dobrar o bolo juntando-se as extremidades ao centro; em seguida, dobrá-lo ao meio.

5) Corte



Figura 5.6 - ilustração da operação Corte

1°. Desdobrar o bolo laminado e modelar de modo que as bordas do bolo tenham a mesma espessura do centro;

2°. Utilizar o rolo apenas para os casos em que a superfície da massa apresentar irregularidades;

3°. Retirar 1 corte do centro do bolo. O peso ideal para o shell e ring é de 42 a 44g e do mini de 10,5 a 11g. Caso o peso obtido não seja o ideal, modelar novamente a massa, diminuindo sua espessura se o peso for maior, bem como, aumentando a espessura se o peso for menor;

4°. Recortar a massa buscando o melhor aproveitamento;

5°. O produto formado deve ser colocado nas grelhas do seguinte modo:

. Shell e Ring: 25 unidades (5 fileiras com 5 unidades);

. Mini: 100 unidades (10 fileiras com 10 unidades);

6°. Colocar 19 grelhas no carrinho a partir da segunda gaveta superior.

6) Proofing

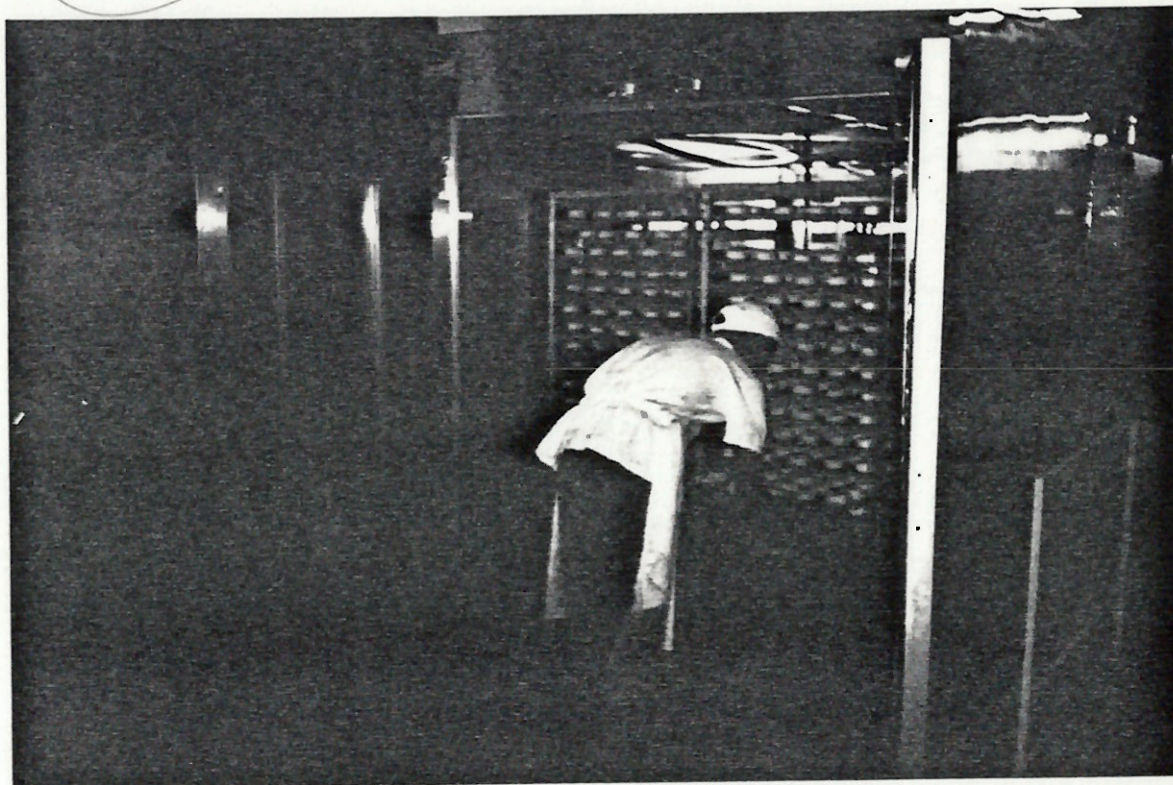


Figura 5.7 - ilustração da operação Proofing

Os carrinhos são colocados no proof-box onde permanecerão por aproximadamente 50 minutos a uma temperatura média de 37° C e umidade relativa de 40% a fim de acelerar o processo de fermentação.

A cada 15 minutos é feito um rodízio entre as grelhas mudando-se a sua posição de modo que todas elas atinjam todos os patamares do carrinho devido à instabilidade térmica no interior do proof-box.

7) Fritura

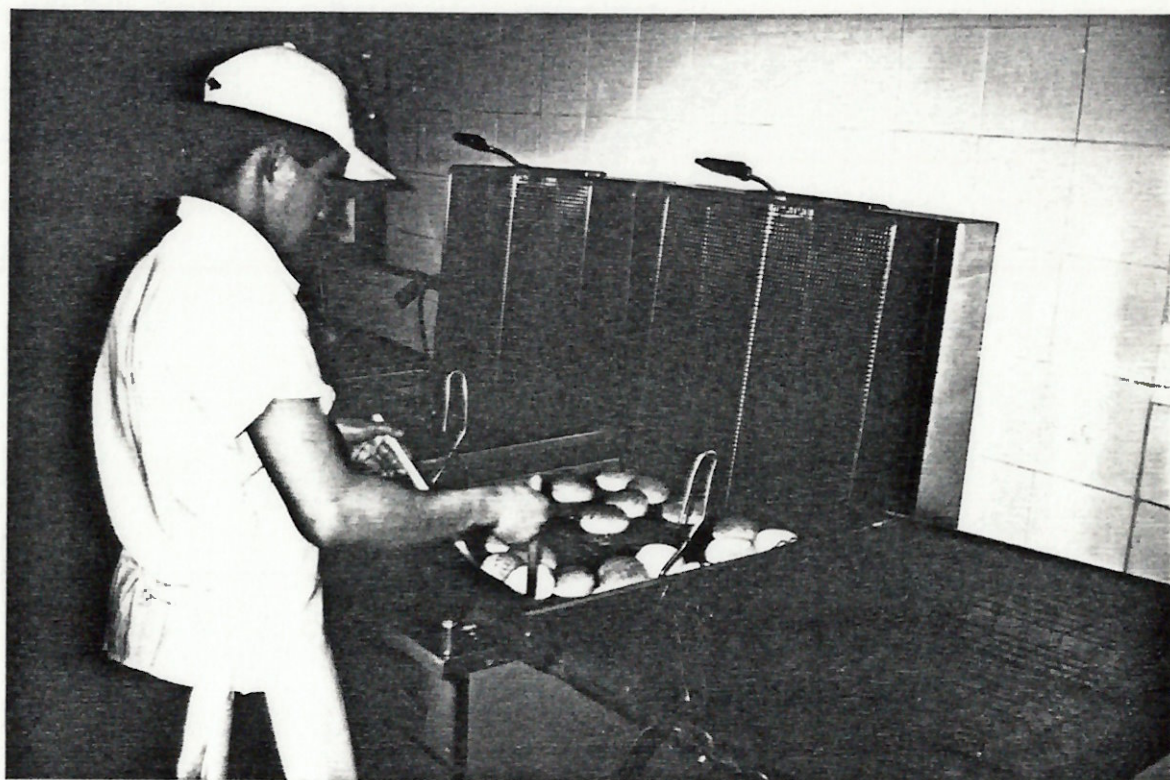


Figura 5.8 - ilustração da operação Fritura

1°. Retirar o carrinho do proof-box;

2°. Retirar as grelhas do carrinho e colocá-las nas fritadeiras com o auxílio de um gancho de metal;

3°. Fritar o lado que está em contato com a grelha;

4°. Virar os produtos com o auxílio de duas varetas de madeira, e assim, processa-se a fritura total a uma temperatura média de 190° C;

5°. Retirar as grelhas do óleo com o auxílio do gancho e depositá-las sobre a base lateral da fritadeira para escorrer o excesso de gordura;

6°. As grelhas são colocadas novamente no carrinho com o auxílio de 2 dispositivos de madeira.

8) Resfriamento

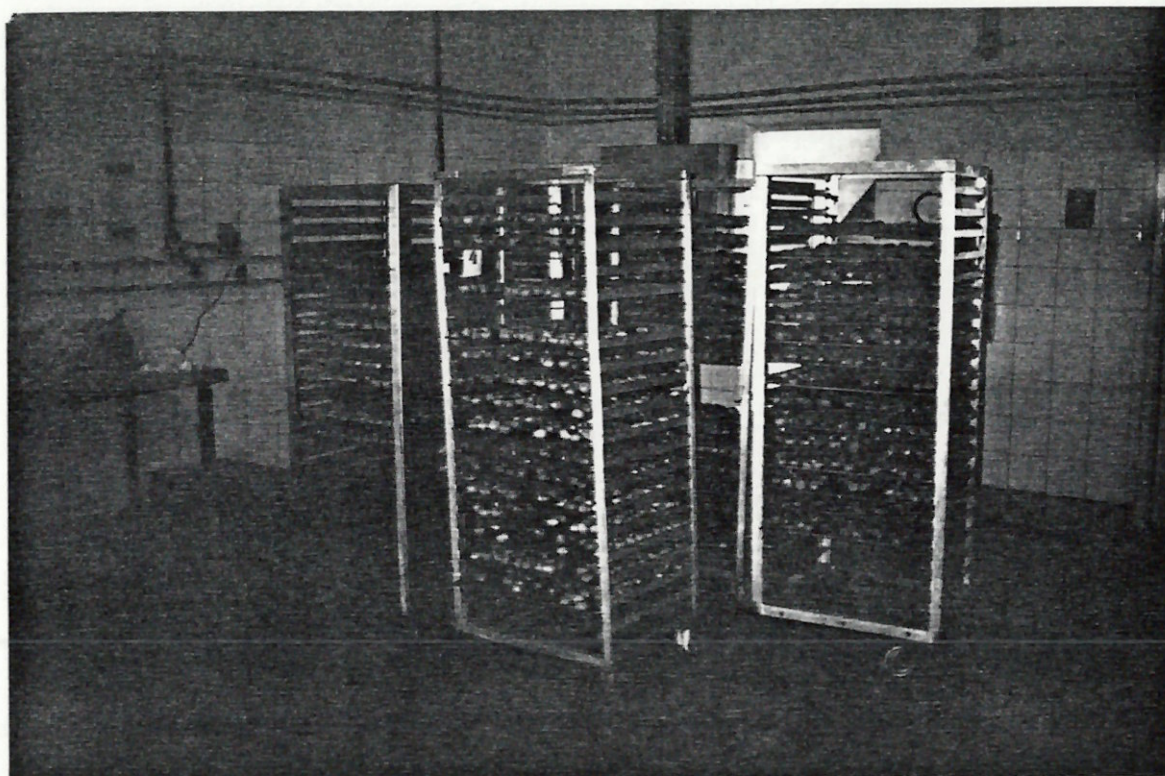


Figura 5.9 - ilustração da etapa Resfriamento

Após a fritura, os produtos passam pela área de resfriamento onde permanecem por 20 minutos para atingir a temperatura ambiente.

9) Embalagem

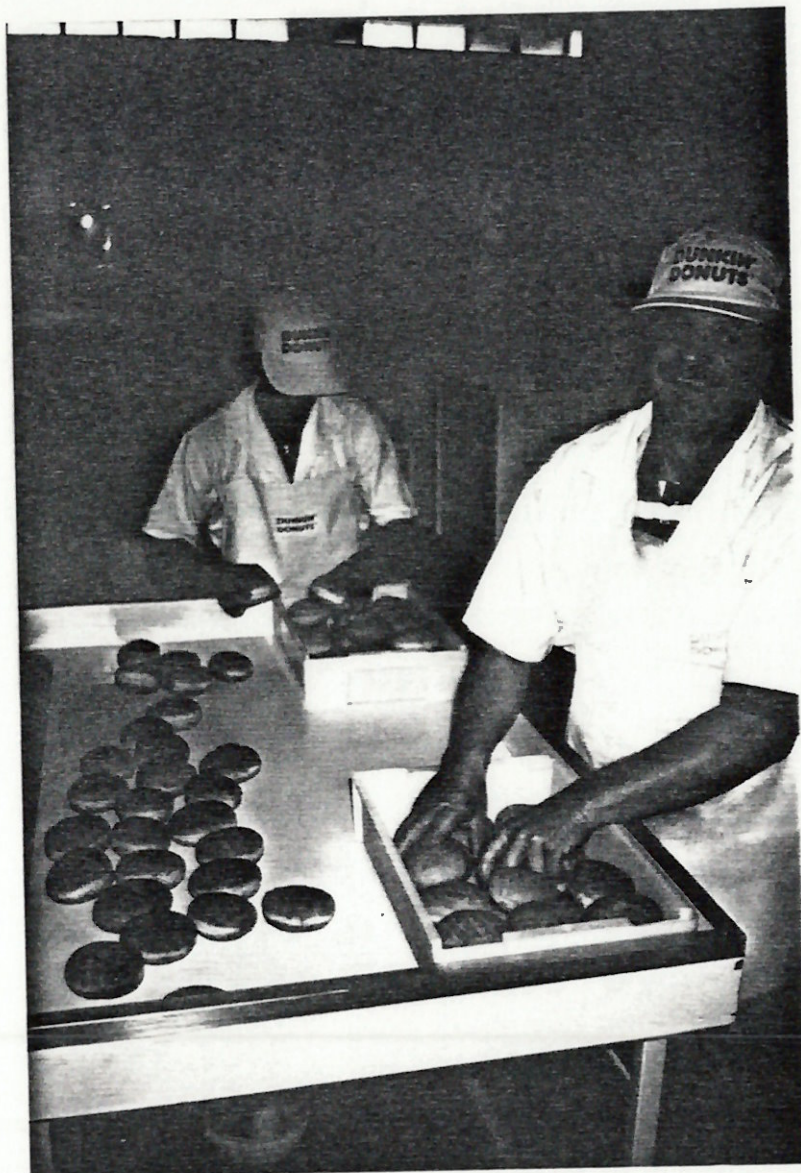


Figura 5.10 - ilustração da operação Embalagem

1º. Armazenar os produtos nas caixas;

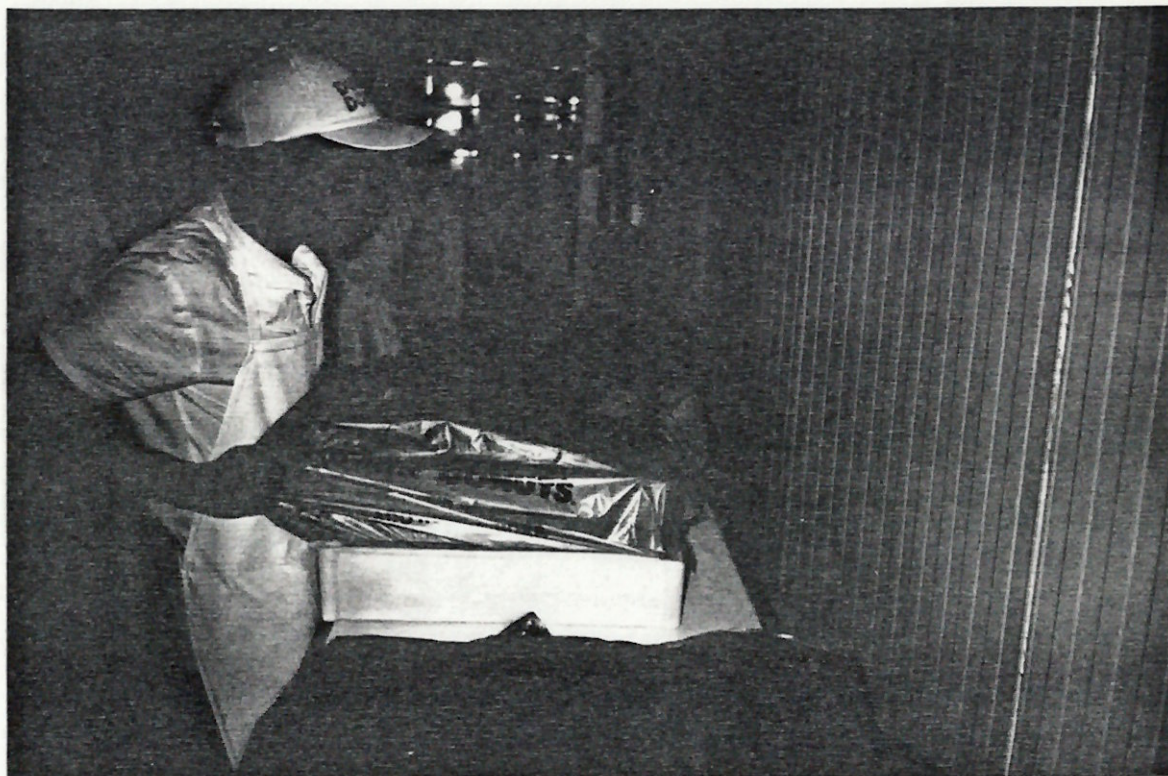


Figura 5.11 - ilustração da operação Ensacar

2°. Ensacar a cada 2 caixas;

3°. Selar o saco na seladora.



Figura 5.12 - ilustração da operação Selar

Cada tipo de produto é embalado em quantidades e sacos plásticos com cores diferentes:

<i>Produto</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Cor do saco plásticos</i>
Shell	30	verde
Ring	30	laranja
Mini	100	azul

4°. Empilhar as caixas sobre o palet formando colunas de 20 unidades.

5.1.1 - Equipamentos e Dispositivos Utilizados

A cada uma das etapas do processo de fabricação estão destinados equipamentos e dispositivos especiais para a área de panificação. O transporte entre as estações é totalmente manual. Assim sendo, apontaremos os principais equipamentos e dispositivos de cada uma das etapas do processo:

Batimento

- . Batedeiras industriais para massa pesada, incluindo os caldeirões;
- . Câmara de resfriamento de água;
- . Termômetro digital para conferir a temperatura da massa;
- . Recipiente com escalas de volume para medir a quantidade de água a ser adicionada na massa.

Fermentação

Durante esta etapa a massa continua descansando nos caldeirões das batedeiras.

Loafing

- . Duas mesas forradas por um tecido especial para trabalhar a massa;
- . Espátula para dividir a massa em bolos.

Laminação

- . Laminadoras mecânicas;

Corte

- . Mesas forradas por um tecido especial para trabalhar a massa;
- . Cortadores de metal para shell e ring;
- . Rolo cortador para mini;
- . Rolo para ajustar a espessura da massa;
- . Balança para conferir o peso do produto;
- . Grelhas para colocar o produto e carrinhos com capacidade para 19
grelhas.



Proofing

- . Câmara de fermentação denominada “proof-box”.

Fritura

- . Fritadeiras a gás fabricadas especialmente para a empresa;
- . Exaustores;
- . Gancho de metal para colocar a grelha na fritadeira;
- . Dispositivos de madeira para colocar a grelha no carrinho após a fritura.

Resfriamento

Nesta etapa não é utilizado qualquer equipamento ou dispositivo.

Embalagem

- . Mesa para apoiar os produtos e as caixas;
- . Máquinas seladoras;
- . Palets de polietileno.

5.2 - Levantamento dos Tempos

No item anterior, cada etapa da linha de produção teve seu procedimento-padrão definido através de explicações e ilustrações, podendo dar ao leitor uma boa visão dos problemas enfrentados, identificados genericamente no capítulo 3.

Cada procedimento, segundo o registro realizado, teve seu tempo-padrão calculado com base nas técnicas de estudo de tempos por cronometragem, apresentadas no capítulo 4. Este estudo foi elaborado pelo autor, procurando desta forma identificar tempos confiáveis para efetuar um balanceamento da linha preciso, já que, após a padronização do processo de produção, não foram levantados tempos-padrão das operações. Os tempos apresentados incluem também o transporte de produtos entre os postos de trabalho.

A metodologia de trabalho para o shell e ring é a mesma, portanto, consideraremos o mesmo tempo de operação para ambos os produtos, entretanto, algumas atividades são diferentes para o mini.

É importante que tenha ficado claro para o leitor a metodologia de produção atual, bem como seus problemas, para que este possa facilmente compreender as vantagens da solução que será proposta.

RESUMO DOS TEMPOS-PADRÃO DAS OPERAÇÕES
MÉTODO PADRONIZADO

<i>Etapa</i>	<i>Operação</i>	<i>Quantidade de operadores</i>	<i>Unidade</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
Batimento	Batimento	01	4 massas	1776,35
Fermentação	Fermentação		1 massa	2700,00
Loafing	Subir caldeirão	01	3 massas	27,78
	Virar e esvaziar caldeirão	01	1 massa	34,00
	Loafing	01	1 massa	355,67
Laminação	Laminação do shell 1o. corte	01	1 bolo	53,41
	Laminação do shell 2o. corte (Parte 1)	01	1 bolo	41,66
	Laminação do shell 2o. corte (Parte 2)	01	1 bolo	60,37
	Laminação do mini 1o. corte	01	1 bolo	60,70
	Laminação do mini 2o. corte	01	1 bolo	74,12
Corte	Corte do Shell	01	1 grelha	63,01
	Corte do mini	02	1 grelha	78,29
Proofing	Proofing	01	1 carrinho	3000,00
Fritura	Fritura	01	13 grelhas	703,04
Resfriamento	Resfriamento		1 carrinho	1200,00
Embalagem	Embalagem do shell	01	1 caixa	20,84
	Embalagem do mini	01	1 caixa	8,04
	Ensacar	01	2 caixas	19,65
	Selar	01	2 caixas	15,85

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Batimento	OPERADOR: Reinaldo
OPERAÇÃO: Batimento	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 23.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

N' = 6

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 4 MASSAS

Tempos Observados (s)

1490,61	1529,10	1740,00	1993,79	1414,47	1521,22
---------	---------	---------	---------	---------	---------

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
1614,87	100	80,74	80,74	1776,35

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Loafing	OPERADOR: Reinaldo
OPERAÇÃO: Subir caldeirão	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 23.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$N' = 16$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 3 MASSAS

Tempos Observados (s)

23,94	16,77	30,11	21,95	27,67	31,14
20,27	32,80	31,78	30,15	30,56	27,80
25,69	29,20	23,83			

Tolerância pessoal para homens: 5%

Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
25,26	100	1,26	1,26	27,78

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Loafing	OPERADOR: Reinaldo
OPERAÇÃO: Virar e esvaziar caldeirão	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 23.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$$N' = 15$$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 MASSA

Tempos Observados (s)

23,19	22,31	30,92	33,29	27,52	33,03
29,14	30,24	38,22	21,79	27,05	33,52
32,82	36,55	43,96			

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
30,9	100	1,55	1,55	34

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Loafing	OPERADOR: Reinaldo
OPERAÇÃO: Loafing	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 23.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$N' = 5$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 MASSA

Tempos Observados (s)

339,06	328,16	329,62	311,27	286,42	
--------	--------	--------	--------	--------	--

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
323,33	100	16,17	16,17	355,67

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Laminação	OPERADOR: Railton
OPERAÇÃO: Laminação do shell 1º corte	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 24.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$$N' = 21$$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 BOLO

Tempos Observados (s)

39,08	36,59	37,28	44,35	51,59	40,9
46,99	37,41	46,38	39,88	36,59	30,15
25,41	45,55	44,33	37,00	56,46	43,87
38,09	84,85	27,62			

Tolerância pessoal para homens: 5%

Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal</i> (s)	<i>Ritmo</i> (%)	<i>Tol. Pessoal</i> (s)	<i>Tol. Fadiga</i> (s)	<i>Tempo Padrão</i> (s)
48,55	100	2,43	2,43	53,41

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Laminação	OPERADOR: Railton
OPERAÇÃO: Laminação do shell 2º corte (Parte 1)	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 25.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$$N' = 19$$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 BOLO

Tempos Observados (s)

36,16	46,84	43,04	29,94	34,43	37,28
56,13	38,37	43,5	35,26	44,00	38,09
38,12	42,66	39,41	33,34	35,54	28,70
58,11					

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
37,88	100	1,89	1,89	41,66

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Laminação	OPERADOR: Railton
OPERAÇÃO: Laminação do shell 2º corte (Parte 2)	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 26.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$$N' = 14$$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 BOLO

Tempos Observados (s)

63,72	60,89	45,74	34,22	46,44	65,25
39,34	60,13	64,61	57,62	53,88	68,60
65,54	47,37				

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal</i> (s)	<i>Ritmo</i> (%)	<i>Tol. Pessoal</i> (s)	<i>Tol. Fadiga</i> (s)	<i>Tempo Padrão</i> (s)
54,89	100	2,74	2,74	60,37

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Laminação	OPERADOR: Railton
OPERAÇÃO: Laminação do mini 1º corte	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 29.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

N' = 26

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 BOLO

Tempos Observados (s)

38,78	43,40	41,9	64,39	54,04	41,65
63,07	69,15	80,24	33,45	44,60	58,90
63,95	38,24	57,78	65,63	78,77	54,76
56,66	59,68	34,55	45,66	64,57	54,97
66,25	59,64				

Tolerância pessoal para homens: 5%

Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
55,18	100	2,76	2,76	60,70

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Laminação	OPERADOR: Railton
OPERAÇÃO: Laminação do mini 2º corte	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 30.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

N' = 18

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 BOLO

Tempos Observados (s)

53,79	54,24	39,19	55,87	85,14	86,72
54,79	69,70	73,22	68,63	77,49	76,78
80,34	85,09	75,78	53,57	85,60	36,90

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
67,38	100	3,37	3,37	74,12

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Corte	OPERADOR: Mardônio
OPERAÇÃO: Corte do Shell	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 31.05.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

N' = 53

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 GRELHA

Tempos Observados (s)

71,73	34,62	32,75	66,07	33,50	58,59
34,63	71,19	28,50	65,88	42,09	72,05
39,41	79,59	48,09	70,95	37,44	87,91
37,97	77,72	41,91	65,99	36,13	59,47
33,81	66,62	40,43	80,04	34,71	104,48
47,06	87,75	40,47	91,13	35,18	38,51
80,09	71,12	34,34	87,07	38,75	71,00
78,08	39,75	76,56	34,38	75,78	39,32
76,56	34,86	71,23	89,38	43,57	

Tolerância pessoal para homens: 5%

Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
57,29	100	2,86	2,86	63,01

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Corte	OPERADOR: Claudeci e Aires
OPERAÇÃO: Corte do mini	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 01.06.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$N' = 20$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 GRELHA

Tempos Observados (s)

91,37	68,72	76,28	85,12	94,33	74,33
54,43	68,03	78,94	71,72	93,16	60,21
59,75	61,75	53,69	54,47	71,06	58,16
63,81	59,08				

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
71,17	100	3,56	3,56	78,29

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Fritura	OPERADOR: Reginaldo
OPERAÇÃO: Fritura	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 02.06.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$$N' = 4$$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 13 GRELHAS

Tempos Observados (s)

661,46	693,24	601,01	569,53		
--------	--------	--------	--------	--	--

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
639,12	100	31,96	31,96	703,04

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Embalagem	OPERADOR: Célio
OPERAÇÃO: Embalagem do shell	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 05.06.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$N' = 6$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 CAIXA

Tempos Observados (s)

19,54	17,27	15,75	22,69	22,00	23,44
-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
18,94	100	0,95	0,95	20,84

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Embalagem	OPERADOR: Célio
OPERAÇÃO: Embalagem do mini	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 06.06.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$N' = 17$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 1 CAIXA

Tempos Observados (s)

7,38	8,10	6,69	7,72	8,40	7,60
6,56	7,50	10,74	7,48	4,84	11,00
7,56	6,48	6,00	5,59	7,16	

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
7,30	100	0,37	0,37	8,04

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Embalagem	OPERADOR: Valdecir
OPERAÇÃO: Ensacar	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 07.06.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$N' = 22$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 2 CAIXAS

Tempos Observados (s)

16,33	15,10	15,06	19,31	14,69	23,38
12,69	15,29	14,57	16,18	13,85	14,65
15,47	15,75	19,42	25,90	16,47	31,97
19,75	15,75	23,17	24,09		

Tolerância pessoal para homens: 5%
Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
17,87	100	0,89	0,89	19,65

FOLHA DE OBSERVAÇÕES

ETAPA: Embalagem	OPERADOR: José Ailton
OPERAÇÃO: Selar	HORA INÍCIO: 8:00
DATA: 08.06.95	HORA TÉRM: 12:00

DIMENSIONAMENTO DA AMOSTRA

Para nível de confiança de 95% e erro relativo de 10% temos:

$N' = 22$

DETERMINAÇÃO DO TEMPO PADRÃO POR 2 CAIXAS

Tempos Observados (s)

13,97	13,52	12,41	13,96	13,07	13,34
11,13	14,31	10,91	13,72	8,22	10,5
11,52	11,19	11,94	11,85	15,34	17,52
20,50	14,37	14,50	24,88		

Tolerância pessoal para homens: 5%

Tolerância para fadiga: 5%

<i>Tempo Normal (s)</i>	<i>Ritmo (%)</i>	<i>Tol. Pessoal (s)</i>	<i>Tol. Fadiga (s)</i>	<i>Tempo Padrão (s)</i>
14,41	100	0,72	0,72	15,85

5.3 - Estudo da Demanda

Atualmente, não existe planejamento e programação da produção, nem mesmo uma previsão de vendas. Os produtos são produzidos sob encomendas que são efetuadas pelas lojas até a véspera do dia de fabricação.

Para dimensionar e balancear a linha de produção, analisamos a demanda dos produtos (shell, ring e mini) . Dentre os dados históricos da empresa, pesquisados pelo autor, aqueles que datam de seis meses ou mais, apresentam os números equivalentes em shell, ou seja, a massa do mini representa a quarta parte da massa do shell, enquanto que o ring e o shell possuem o mesmo peso. Assim sendo, o primeiro passo foi estudarmos a demanda equivalente no período de um ano (agosto/94 a julho/95).

O segundo passo foi fazermos uma análise mais detalhada da demanda do mês de junho/95, já que este representa o maior valor registrado durante um ano (68036 dúzias equivalentes de shell). Analisamos, então, a quantidade de produtos expedidos diariamente neste mês por viagem, ou seja, o que produziu cada turno:

1º turno »» das 22:00 às 6:00 H (1ª viagem);

2º turno »» das 6:00 às 14:00 H (2ª viagem).

Obs: nos domingos e feriados ocorre apenas o 1º turno.

O maior valor observado, então, foi de 2117 dúzias equivalentes de shell, registrado no 1º turno de 03.06.95, o que corresponde a:

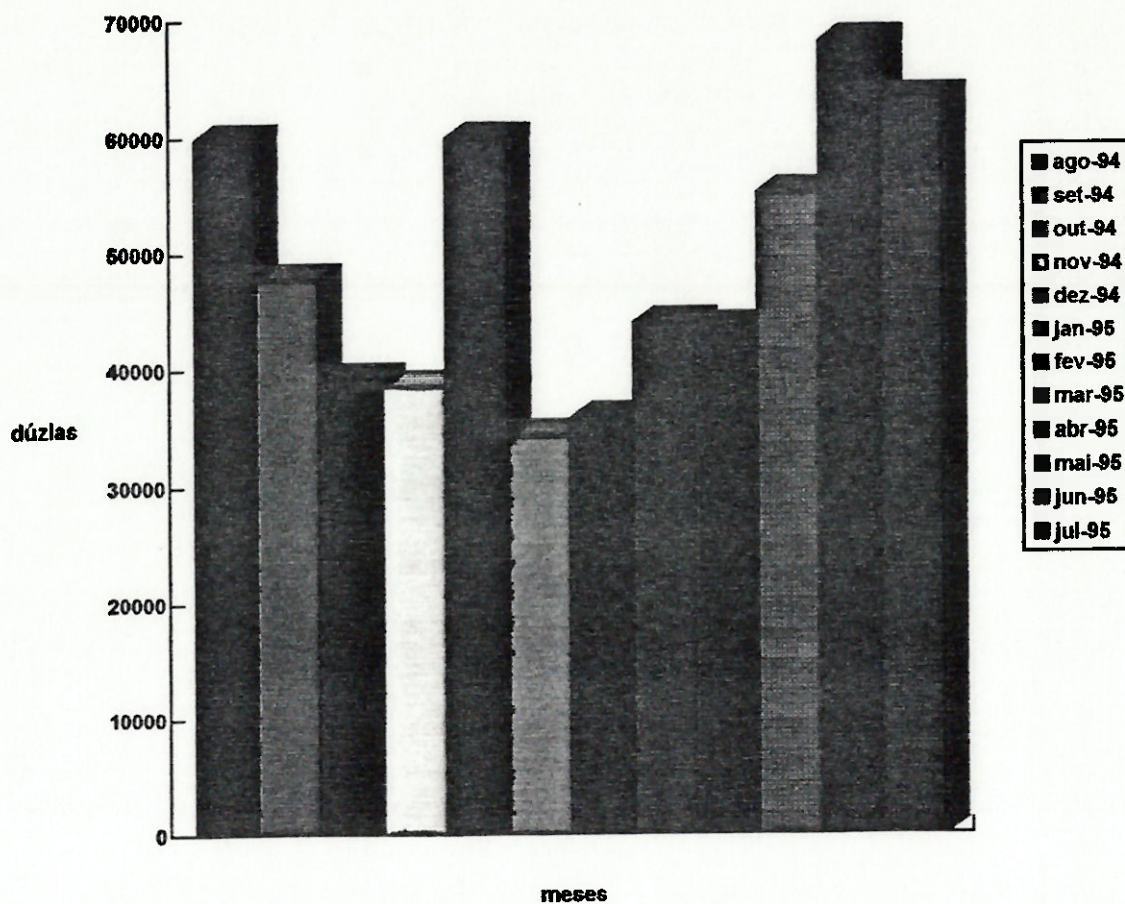
. 1554 dúzias de shell;

. 138 dúzias de ring;

. 1700 dúzias de mini.

Portanto, estes valores, servirão como base para dimensionar e balancear a linha de produção.

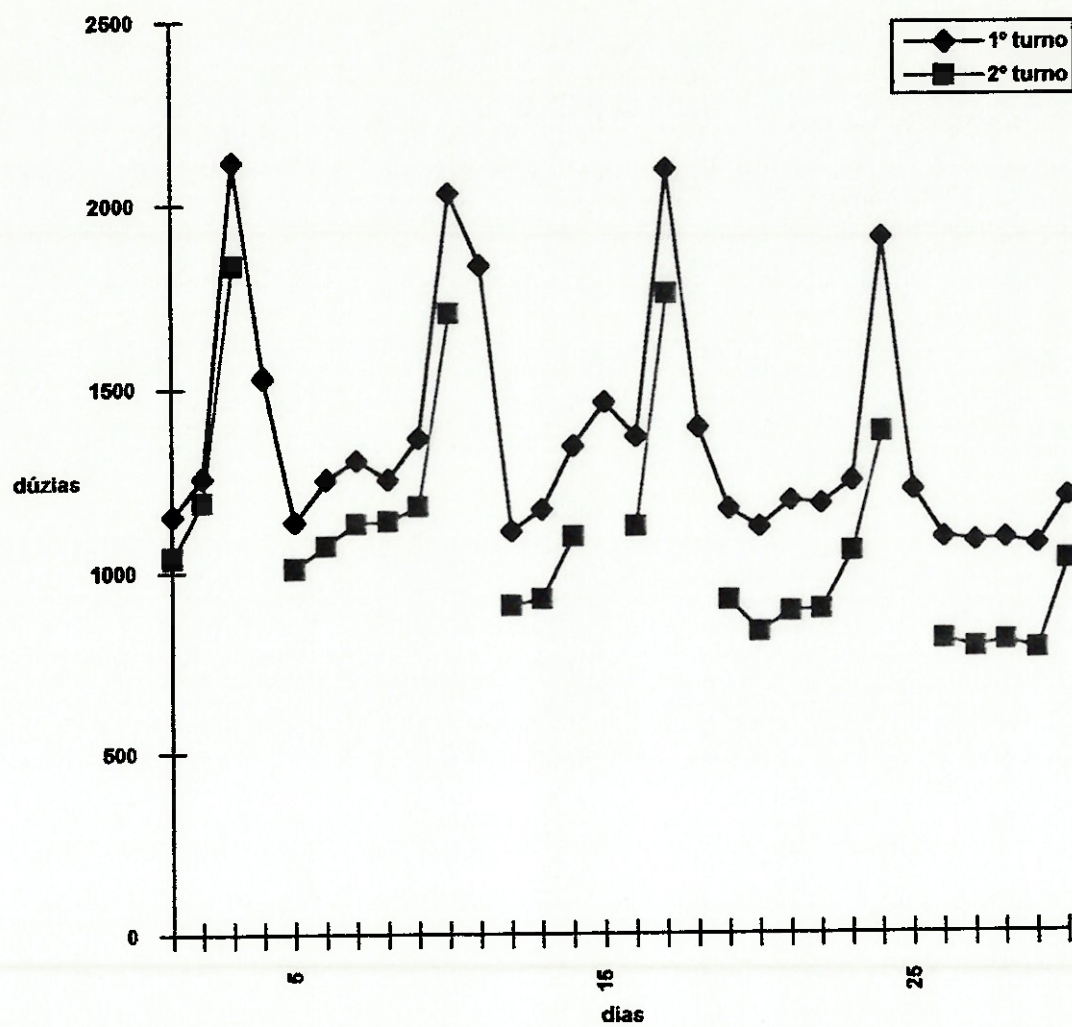
Demanda Mensal Equivalente em Shell



Ago/94	Set/94	Out/94	Nov/94	Dez/94	Jan/95	Fev/95	Mar/95	Abr/95	Mai/95	Jun/95	Jul/95
59.725	47.816	39.198	38.547	59.670	34.351	35.786	43.989	43.596	55.088	68.036	63.156

Valores expressos em dúzias de shell.

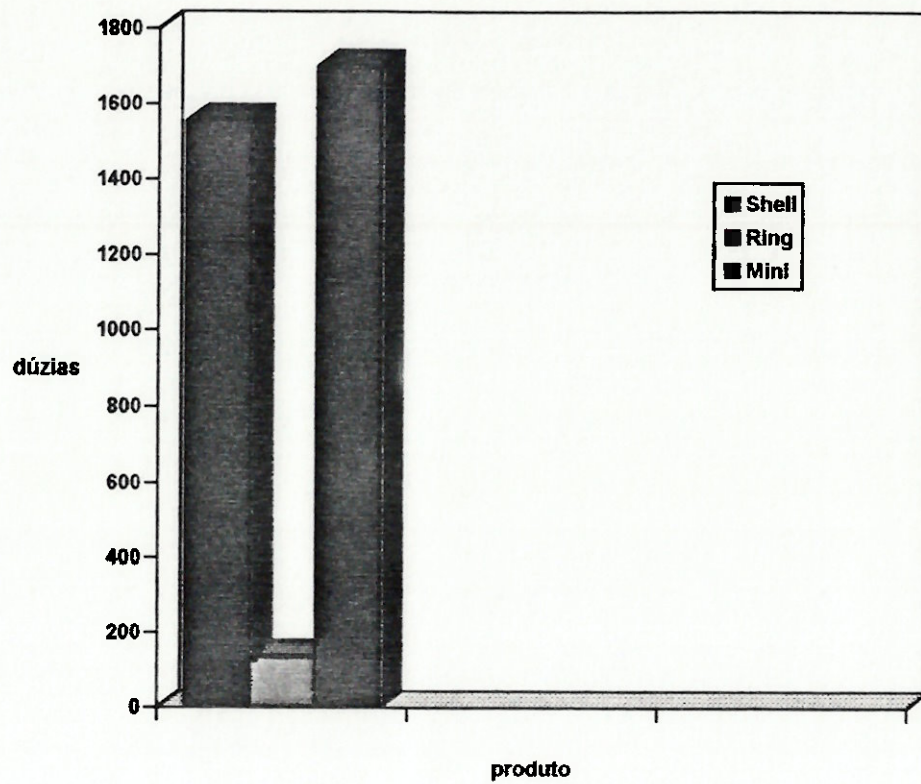
Demanda Diária por Turno em Junho/95



Valores da demanda equivalente em Junho/95

Dia	1º turno	2º turno
01	1156	1040
02	1259	1194
03	2117	1834
04	1528	
05	1137	1010
06	1255	1073
07	1305	1134
08	1255	1139
09	1365	1179
10	2031	1701
11	1834	
12	1111	908
13	1171	926
14	1344	1096
15	1459	
16	1367	1124
17	2094	1752
18	1391	
19	1170	920
20	1120	833
21	1193	889
22	1184	895
23	1247	1051
24	1904	1376
25	1222	
26	1090	810
27	1080	786
28	1084	805
29	1070	781
30	1199	1025

Demanda em 03.06.95 - 1º turno



5.4 - Balanceamento da Linha de Produção

No nosso caso, o processo produtivo apresenta um roteiro linear, utilizando máquinas e atividades fixas, o que não representa um problema de balanceamento tradicional. Assim sendo, utilizaremos a técnica " de frente para trás ", apresentado por Santoro, para efetuar o balanceamento da linha de produção, ou seja, dimensionaremos os recursos produtivos a partir da última etapa do processo produtivo.

A relação de precedência do processo produtivo é relativamente simples, ou seja, a cada operação existe uma única precedente e uma única subsequente. A tabela abaixo mostra a sequência de operações em ordem crescente de execução, o que dá ao leitor uma visão melhor da relação de precedência:

<i>Etapa</i>	<i>Ordem de Execução</i>	<i>Operação</i>
Batimento	1ª	Batimento
Fermentação	2ª	Fermentação
Loafing	3ª	Subir caldeirão
	4ª	Virar e esvaziar caldeirão
	5ª	Loafing

<i>Etapa</i>	<i>Ordem de Execução</i>	<i>Operação</i>
Laminação	6ª	Laminação do shell 1o. corte
		Laminação do mini 1o. corte
		Laminação do shell 2o. corte (Parte 1)
		Laminação do mini 2o. corte
		Laminação do shell 2o. corte (Parte 2)
Corte	7ª	Corte do Shell
		Corte do mini
Proofing	8ª	Proofing
Fritura	9ª	Fritura
Resfriamento	10ª	Resfriamento
Embalagem	11ª	Embalagem do shell
		Embalagem do mini
	12ª	Ensacar
	13ª	Selar

Nossas restrições, segundo o balancemanto proposto, são as seguintes:

- 1) Execução da produção horária em 6 horas;
- 2) Eliminação de estoques intermediários.

Conforme definimos no item "Estudo da Demanda", dimensionaremos a produção horária baseando-se no pico da demanda do mês de junho/95,

↑ *valor qualificado 100%*
aumentando-se este valor em 20% devido às perdas no processo. Como consideramos os mesmos tempos-padrão para o shell e ring, transformaremos a demanda deste último em shell. Portanto, temos:

. 341 dúzias de shell por hora;

. 339 dúzias de mini por hora;

Assim sendo, dimensionamos a quantidade de mão-de-obra e máquinas (quando utilizadas) necessária, bem como, o tempo de folga em cada uma das etapas, obedecendo-se as restrições estabelecidas para o balanceamento. O critério adotado foi iniciar o balanceamento a partir da última etapa, prosseguindo-se para as etapas anteriores:

Embalagem (embalar, ensacar e selar)

Tempo-padrão para embalar shell = 38,59s / caixa / operador

Tempo-padrão para embalar mini = 25,79s / caixa / operador

Considerações: . 1 caixa = 30 shells;
. 1 caixa = 100 minis.

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Tempo Necessário: 105,21 min / hora

Número Operadores: 2

Tempo de Folga: 7,40 min / hora / operador

Resfriamento

Tempo-padrão para resfriar = 20 min / carrinho

Considerações: . 1 carrinho = 475 shells;
. 1 carrinho = 1900 minis.

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Total de carrinhos: 10,7 / hora

Número Operadores: não existe operador para resfriar.

Vazão: 1 carrinho / 5,6 min

Fritura

Tempo-padrão para fritar = 703,04s / 13 grelhas / operador / 2 fritadeiras

Considerações: . 1 grelha = 25 shells;
. 1 grelha = 100 minis.

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Tempo Necessário: 183,10 min / hora

Número Operadores: 3

Tempo de Folga: ~ 0 min / hora / operador

Número de fritadeiras existentes: 4

Número de fritadeiras necessárias: 6

Portanto, são necessárias mais duas fritadeiras.

Proofing

Tempo-padrão para fermentar = 50 min / carrinho

Considerações: . 1 carrinho = 475 shells;
. 1 carrinho = 1900 minis.

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Total de carrinhos: 10,7 / hora

Número Operadores: apenas 1 operador para controlar temperatura e
umidade e colocar e retirar carrinho do proof-box.

Vazão: 1 carrinho / 5,6 min

Número de proofs-box existentes: 1 proof comportando 8 carrinhos.

Número de proofs-box necessários: 1 proof comportando 9 carrinhos.

Portanto, é necessário 1 proof-box com capacidade para 9 carrinhos ou
mais 1 proof-box com capacidade para 1 carrinho.

Corte

Tempo-padrão para cortar shell = 63,01s / grelha / operador

Tempo-padrão para cortar mini = 78,29s / grelha / 2 operadores

Considerações: . 1 grelha = 25 shells;
. 1 grelha = 100 minis.

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Tempo Necessário: 278,68 min / hora

Número Operadores: 5

Tempo de Folga: 4,26 min / hora / operador

Laminação

Tempo-padrão para laminar shell:

1º corte = 53,41s / bolo / operador

2º corte (Parte 1) = 41,66s / bolo / operador

2º corte (Parte 2) = 60,37s / bolo / operador

Tempo-padrão para laminar mini:

1º corte = 60,70s / bolo / operador

2º corte = 74,12s / bolo / operador

Considerações:

- . 1 bolo = 50 shells;
- . 1 bolo = 407 minis.
- . do total de bolos para shell: 53,41% - 1º corte
46,59% - 2º corte
- . do total de bolos para mini: 86,78% - 1º corte
13,22% - 2º corte

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Total de bolos para shell: 81,36

Total de bolos para mini: 10,02

Tempo Necessário: 113,57 min / hora

Número Operadores: 2

Tempo de Folga: 3,2 min / hora / operador

Loafing (subir caldeirão, virar e esvaziar caldeirão e loafing)

Tempo-padrão para loufar = 398,93s / massa / operador

Considerações: . 1 massa = 8 bolos;
. são loufadas apenas os bolos de 1º corte.

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Tempo Necessário: 43,39 min / hora

Número Operadores: 1

Tempo de Folga: 16,61 min / hora / operador

Obs: este operador terá tempo disponível para fazer a contagem de produtos para a Expedição.

Fermentação

Tempo-padrão para fermentação = 45 min / massa

Considerações: . 1 massa = 734 shells;
. 1 massa = 3752 minis.

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Total de massas: 6,64 / hora

Número Operadores: não existe operador para fermentar.

Vazão: 1 massa / 8,6 min

Batimento

Tempo-padrão para bater = 1776,35s / 4 massas / operador

Considerações: . 1 massa = 734 shells;
. 1 massa = 3752 minis.

Produção horária: . 341 dúzias de shell;
. 339 dúzias de mini.

Tempo Necessário: 51,81 min / hora

Número Operadores: 1

Tempo de Folga: 8 min / hora / operador

Número de operadores necessários a cada etapa do processo

<i>Etapa</i>	<i>Número de Operadores</i>
Batimento	01
Fermentação	-
Loafing	01
Laminação	02
Corte	05
Proofing	01
Fritura	03
Resfriamento	-
Embalagem	02
<i>Total</i>	<i>15</i>

O gráfico de Gantt, ilustrado na página seguinte, dará ao leitor uma melhor visão da distribuição horária das etapas do processo, ou seja, o horário de início e fim de cada uma delas, obedecendo-se o horário de expedição dos produtos para 1ª e 2ª viagens.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÃO

Conclusão

Podemos dizer que conseguimos apresentar uma solução que atinge a maior parte dos objetivos propostos no trabalho.

Sem querermos ser repetitivos, vale a pena enumerarmos aqui os objetivos:

- 1º. Minimizar atrasos e não atendimento de ordens de produção;
- 2º. Eliminar estoques intermediários na linha de produção, visando obter melhor qualidade dos produtos;
- 3º. Conseguir uma distribuição equilibrada da carga de trabalho entre os recursos produtivos;
- 4º. Estudar os métodos das operações e definirmos um procedimento-padrão para realização das atividades.

A justificativa da realização de cada um dos objetivos se dá observando-se o desenvolvimento e o balanceamento apresentados:

*aditi a qualificação
dos novos atai*

1º objetivo:

Os atrasos de produção serão minimizados uma vez que a solução apresentada considera o horário de entrega dos produtos nos 1º e 2º turnos, além do mais, a linha de produção está dimensionada para atender picos de demanda.

2º objetivo:

Conforme já foi dito anteriormente, o fator tempo é uma variável fundamental da qualidade do produto. Todas as operações consideradas no processo produtivo possuem um tempo de folga para cada um de seus respectivos operadores, havendo, portanto, tempo suficiente para que um determinado posto de trabalho tenha suas atividades realizadas sem acumular estoques intermediários.

3º objetivo:

Em virtude do curto prazo para realização do trabalho e da necessidade que a empresa tem em dimensionar os recursos produtivos e obter a sua capacidade de produção a fim de que se possa estudar a expansão do seu mercado de atuação, foi apresentado apenas uma solução de balanceamento baseado no pico da demanda.

A próxima etapa consiste em determinar um modelo flexível para balancear a linha de produção e que possa atender a variação da demanda. Por enquanto, os recursos produtivos permanecerão imóveis, ou seja, nos dias de baixa demanda os operadores da linha estarão disponíveis para outras atividades ao final da produção.

Entretanto, para o modelo apresentado, existe uma distribuição equilibrada da carga de trabalho entre os recursos produtivos.

4º objetivo

A definição do procedimento-padrão é a base para o desenvolvimento do trabalho. Este padrão substituiu o antigo procedimento para o qual não existiam critérios e especificações técnicas. Além do mais, a tomada dos tempos só poderia ser feita após a efetivação da padronização.

Além dos resultados apresentados acima, detectamos outros benefícios durante o desenvolvimento do trabalho:

1º. Identificamos dois gargalos na produção. O primeiro deles são as "fritadeiras". Atualmente, a empresa possui 4 fritadeiras que produzem apenas 65% da demanda nos dias de pico. Para uma produção justa são necessárias mais 2 fritadeiras, totalizando 6 equipamentos para fritura.

O segundo gargalo é o "proof-box" (câmara de fermentação). Este equipamento atende 90% da produção e tem capacidade para 8 carrinhos. Portanto, é necessário uma câmara que comporte 9 carrinhos ou mais 1 câmara com capacidade para 1 carrinho.

2º. Determinamos, de uma maneira global, a capacidade de produção atual da fábrica, a qual é limitada pelo gargalo "fritadeiras".

Capacidade de Produção Atual
277 dúzias de produto equivalente em shell / hora

De um modo geral, o trabalho também viabiliza a implementação de novas técnicas, como por exemplo CEP (Controle Estatístico da Produção), bem como, permite elaborar um planejamento e programação eficientes para a produção.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - SANTORO, MIGUEL C. - *Balanceamento de Linhas*, 1993 (Apostila).
- 2 - HAX, ARNOLD C.; CANDEA, DAN - *Production and Inventory Management*, New Jersey, Prentice Hall, 1984.
- 3 - BARNES, RALPH M. - *Estudo de Tempos e Movimentos*, São Paulo, Edgard Blucher, 1977.
- 4 - STARR, MARTIN KENNETH - *Administração da Produção, Sistemas e Sínteses*, São Paulo, Edgard Blucher, 1971.
- 5 - RIGGS, JAMES L. - *Administração da Produção*, Volume 1, São Paulo, 1976.
- 6 - ABREU, LUÍS FERNANDO P. - *Notas de aula de PPCPE*, 1993.

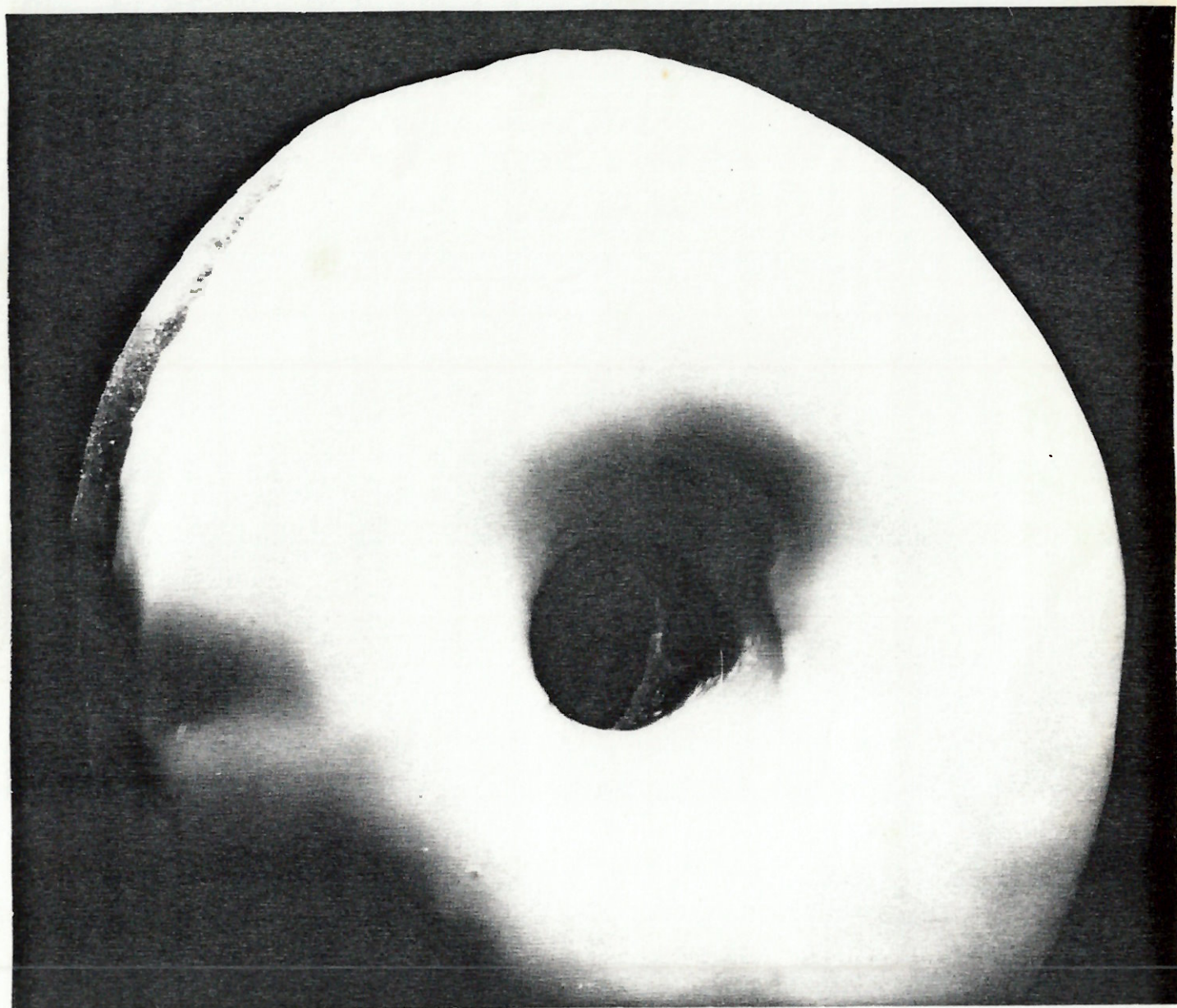
ANEXO A

ILUSTRAÇÕES DOS PRODUTOS

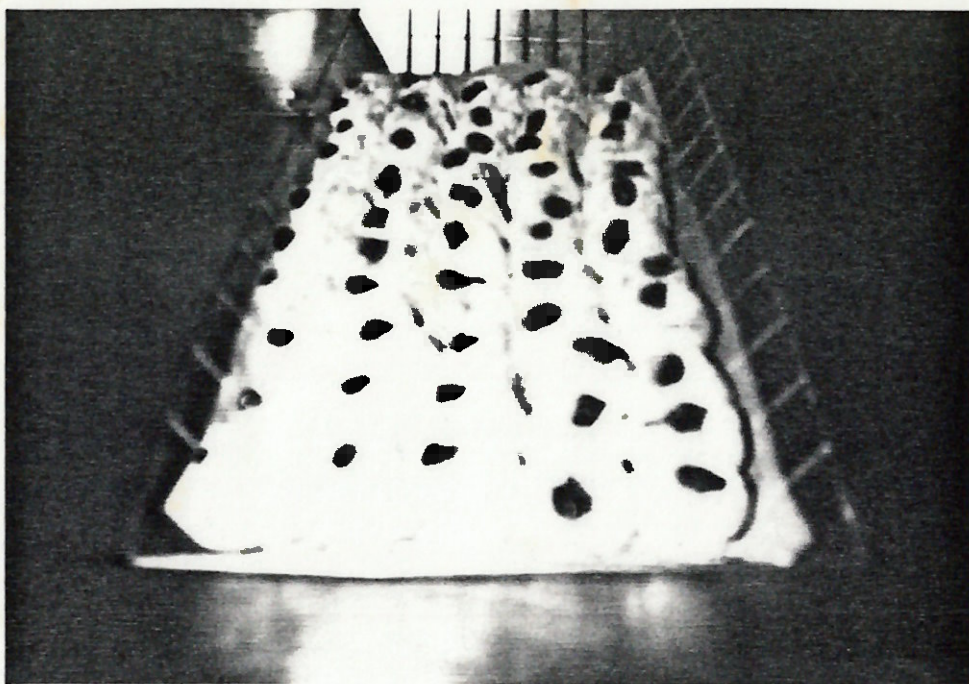
PRODUTOS



SHELL CONFEITADO



RING CONFEITADO



MINIS CONFEITADOS



SHELLS E RINGS CONFEITADOS



CROISSANT SANDWICH

77405

Horário limite
p/ Expedição

4/5055057 Δ

4/50/09 26 Δ

203 grelhas / h
ou
10,7 carminhas / h

2003 grellhas / h
2003 grellhas / h