

FUNDAÇÃO DE ENSINO “EURÍPIDES SOARES DA ROCHA”
CENTRO UNIVERSITÁRIO EURÍPIDES DE MARÍLIA – UNIVEM
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FELIPE ROSALIN ALVES FERREIRA

**ESTUDO DE GARGALOS EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA DA
REGIÃO DE MARÍLIA**

MARÍLIA

2016

FELIPE ROSALIN ALVES FERREIRA

ESTUDO DE GARGALOS EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA DA REGIÃO DE
MARÍLIA

Trabalho de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador:
Prof. Me. Danilo Corrêa Silva

Marília

2016

Ferreira, Felipe Rosalin Alves
Estudo de Gargalos em uma Indústria Alimentícia da região
de Marília / Felipe Rosalin Alves Ferreira: orientador: Danilo Corrêa
Silva. Marília, SP: [s.n.], 2016.
48 f.

Trabalho de Curso (Graduação em Engenharia de Produção)
- Curso de Engenharia de Produção, Fundação de Ensino “Eurípides
Soares da Rocha”, mantenedora do Centro Universitário Eurípides de
Marília –UNIVEM, Marília, 2016.

1. Produtividade 2. Capacidade Produtiva 3. Gargalos de
Produção 4. Investimentos

CDD: 658.5

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus primeiramente, por sempre estar comigo. À minha família, os quais me criaram e me apoiaram em todas as minhas boas escolhas, aos meus amigos de classe, que durante estes cinco anos juntos pude contar e sempre contaram comigo, compartilhando conhecimento e amizade e às grandes oportunidades de aprendizagem em trabalhos de grupos e agradeço também a meu orientador Prof. Me. Danilo Corrêa Silva deste Trabalho de Conclusão de Curso, que cumpriu seu papel de orientador de forma clara e correta.

FERREIRA, Felipe Rosalin Alves. **Estudo de Gargalos em uma Indústria Alimentícia da Região de Marília**. 2016. 48 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

RESUMO

Um sistema produtivo é composto por diversas etapas. Os extremos de um sistema são a entrada de recursos que serão transformados, iniciando pela compra das matérias primas, o que representam as entradas, ou inputs; e a venda dos produtos acabados ao consumidor final, representando as saídas, ou outputs. Porém, durante esse processo pode ocorrer o que se conhece como gargalos, que são todas as etapas de um sistema industrial que limitam a capacidade final de produção. O objetivo deste trabalho é identificar os equipamentos que limitam a capacidade produtiva de uma linha produtiva em uma fábrica de biscoitos na região de Marília/SP. Assim, será realizado um estudo de caso em uma indústria alimentícia de grande porte da região. Os desdobramentos desse estudo englobam o aumento da capacidade da linha e análise de investimentos de compra de um equipamento.

Palavras-chave: Produtividade, Estudo de Gargalos, Capacidade produtiva, Análise de investimentos.

FERREIRA, Felipe Rosalin Alves. **Estudo de Gargalos em uma Indústria Alimentícia da Região de Marília**. 2016. 48 f. Trabalho de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Centro Universitário Eurípides de Marília, Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2016.

ABSTRACT

A productive system consists of several stages. The ends of a system are the input of resources that will be transformed, beginning with the purchase of raw materials, which represent inputs; And the sale of the finished products to the final consumer, representing the outputs. However, during this process can occur what are known as bottlenecks, which are all stages of an industrial system that limit the final capacity of production. The objective of this work is to identify equipment that limits the productive capacity of a production line in a biscuit factory in the Marília / SP region. Thus, a case study will be conducted in a large food industry in the region. The results of this study include the increase of the capacity of the line and analysis of investments of purchase of an equipment.

Key words: Productivity, Bottleneck study, Productive capacity, Investment analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Passos para implementar o Just in Time.....	17
Figura 2 - Diagrama representativo de motores	18
Figura 3 - Tipologia de operações.	20
Figura 5 – Fluxo de uma linha de biscoitos recheados.....	25
Figura 6 – Masseuria.	26
Figura 7 – Moldagem.	27
Figura 8 – Forno de assamento.....	28
Figura 9 – Interior do forno.	28
Figura 10 – Misturador de Creme.	29
Figura 11 – Início da Recheadora.....	30
Figura 12 – Recheadora.	30
Figura 13 – Túnel de resfriamento.	31
Figura 14 – Acondicionamento.	32
Tabela 4 – Capacidade de projeto Acondicionamento	35
Figura 15 – Estudo de Gargalos.	36
Figura 16 – Nova capacidade produtiva.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de Payback Efetivo.....	24
Tabela 2 – Utilização Linha Alfa.	32
Tabela 3 – Batelada dos produtos da Linha Alfa.....	33
Tabela 5 – Especificações do Equipamento.	37
Tabela 6 – Custo do Investimento.	38
Tabela 7 – Comparativo de capacidade.....	40
Tabela 8 – Estimativa de produção.....	41
Tabela 9 – Incremento na produção.	41
Tabela 10 – Custo de Produção médio (R\$/Kg).....	41
Tabela 11 – Valor líquido de venda.....	42
Tabela 12 – Receitas e despesas futuras.....	42
Tabela 13 – Projeção para 2017.	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FCO.: Fluxo de Caixa Operacional
IR.: Imposto de Renda
JIT: Just-In-Time
Min.: Minuto
OEE.: Eficiência Global Esperada
PCP.: Planejamento e Controle de Produção
RW.: Retrabalho
Ton.: Toneladas
UC.: Quantidade de unidades por caixa
UV.: Quantidade de bases por volta (rolo moldador)
VN: Velocidade nominal
VR.: Velocidade do rolo moldador
V/MIN.: voltas por minuto

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	6
1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Delimitação do Tema.....	11
1.2 Objetivo Geral	11
1.3 Objetivos Específicos	12
1.4 Justificativa.....	12
1.5 Metodologia.....	12
2 REVISÃO TEÓRICA	15
2.1 Administração da Produção.....	15
2.2 Produtividade.....	16
2.2.1 Produtividade Total e Parcial dos Fatores	16
2.2.2 Técnicas Produtivas da Produção Enxuta.....	16
2.3 Sistemas de Produção	18
2.4 Gerenciamento do Processo Devido às suas Características	19
2.5 Capacidade Produtiva	20
2.6 Perda de Capacidade.....	21
2.7 Eficiência Global dos Equipamentos.....	21
2.8 Descompasso entre capacidade e demanda	22
2.9 Investimentos.....	23
2.9.1 Métodos de análise de investimentos	24
3 ESTUDO DE CASO	25
3.1 A Empresa	25
3.2 Fabricação de Biscoitos	25
3.2.1 Masseur.....	26
3.2.2 Moldagem.....	26
3.2.3 Forno.....	28
3.2.4 Creme	29
3.2.5 Recheadora	29

3.2.6 Túnel de resfriamento	31
3.2.7 Acondicionamento	31
3.3 Escolha da Linha	32
3.4 Análise de Capacidade Produtiva	33
3.4.1 Análise Masseuria	33
3.4.2 Análise Moldagem.....	34
3.4.3 Análise Forno	34
3.4.4 Análise Creme	35
3.4.5 Análise Recheadora	35
3.4.6 Análise Túnel de Resfriamento	35
3.4.7 Análise Acondicionamento.....	35
3.4.8 Eficiência.....	36
3.4.9 Resultados da Análise.....	36
3.5 Proposta de Melhoria.....	37
3.5.1 Equipamento.....	37
3.5.2 Investimento Inicial	38
4 RESULTADOS ESPERADOS	39
4.1 Prazo de Recuperação do Capital Investido (<i>Payback</i>).....	40
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Um sistema de produção é composto por várias fases como a compra da matéria prima, fabricação, estocagem, controle de qualidade e, finalmente, vendas. Nesse sistema existem dois extremos: a entrada dos recursos que serão transformados, o que é chamado de *input* e o outro extremo é o *output*, a venda dos produtos acabados ao consumidor final.

Na produção de biscoitos há muitas variáveis e várias etapas no processo que podem limitar a capacidade produtiva. Se a capacidade produtiva for limitada, pode causar ruptura na entrega ao cliente, faltando produto nos pontos de venda e, conseqüentemente, a empresa perderá espaço para outras marcas.

A capacidade produtiva da linha ou setor pode ser o principal limitante para a evolução da marca no mercado, pois se a fábrica não conseguir acompanhar uma possível demanda crescente do produto no mercado, o mesmo perderá espaço para outras marcas similares.

Existem várias formas de minimizar este impacto negativo de capacidade limitando a disponibilização do produto no mercado, isso pode ser feito realocando recursos, produzindo em horários anteriormente parados por falta de demanda, ou até mesmo investindo em equipamento, contratação de mão-de-obra especializada, tudo depende do que é preciso e para quando será preciso.

1.1 Delimitação do Tema

Um gargalo pode ser um equipamento limitando a capacidade produtiva da linha, quantidade de mão-de-obra disponível para montagem de uma peça, particularidades do processo como expansão da massa de biscoitos na fase do batimento rápido de uma masseira, por exemplo.

Com o intuito de identificar o gargalo e o que pode ser investido para aumentar a capacidade da linha, este trabalho trará uma análise e estudo de caso em uma indústria alimentícia do segmento de biscoitos de grande porte da região de Marília evidenciando a efetividade e importância deste estudo.

1.2 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é identificar os fatores que limitam a capacidade produtiva de uma linha produtiva em uma fábrica de biscoitos na região de Marília.

1.3 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos as seguintes premissas:

- Identificar o recurso gargalo de uma linha;
- Analisar um possível investimento para aumentar a capacidade da linha.

1.4 Justificativa

Na empresa analisada percebe-se uma limitação na capacidade produtiva, entretanto, observa-se um aumento na demanda, isso significa diminuição do estoque de produto terminado e um risco de ruptura de entrega ao consumidor.

O estudo de gargalo proporciona uma visão macro da linha com números e onde deve ser investido para conseguir balancear a linha e aumentar a capacidade produtiva da mesma.

Com a realização deste estudo de caso a empresa poderá analisar um investimento de uma compra de um equipamento com o objetivo de aumentar a capacidade produtiva de uma linha. Pretende-se aumentar a capacidade produtiva sem interferir na qualidade e segurança do alimento.

1.5 Metodologia

Segundo Gil (1991), existem três categorias de pesquisas: exploratórias, descritivas e explicativas.

Segundo Selltiz et al., (1967, p. 63, apud GIL, 1991, p.45), as pesquisas exploratórias têm como objetivo familiarizar-se com o problema estudado tornando o mais explícito. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas com experiências práticas ao tema abordado e análise de exemplos.

As pesquisas descritivas têm como objetivo principal a descrição de características de determinada população ou amostra estabelecendo, então, suas variáveis (GIL, 1991).

As pesquisas explicativas têm como preocupação principal identificar fatores ou causas que contribuem para o acontecimento dos fenômenos. Esta pesquisa é a que mais aprofunda com a realidade, já que a pesquisa busca explicar a razão e porquê das coisas (GIL, 1991).

Portanto, pesquisa a ser realizada se caracteriza como pesquisa exploratória com estudo de caso. Terá revisão bibliográfica sobre o tema abordado, estudo realizado com o

objetivo de identificar a causa do problema, coleta de parâmetros e indicadores nos equipamentos, análise dos dados e por fim será avaliado possível investimento nos equipamentos estudados.



FUNDAÇÃO DE ENSINO "EURÍPIDES SOARES DA ROCHA"
Mantenedora do Centro Universitário Eurípides de Marília - UNIVEM
Curso de Engenharia de Produção.

Felipe Rosalin Alves Ferreira - 51889-1

TÍTULO "Estudo de Gargalos em uma Indústria Alimentícia da Região de Marília."

Banca examinadora do Trabalho de Curso apresentada ao Programa de Graduação em Engenharia de Produção da UNIVEM, F.E.E.S.R. para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Nota: 10

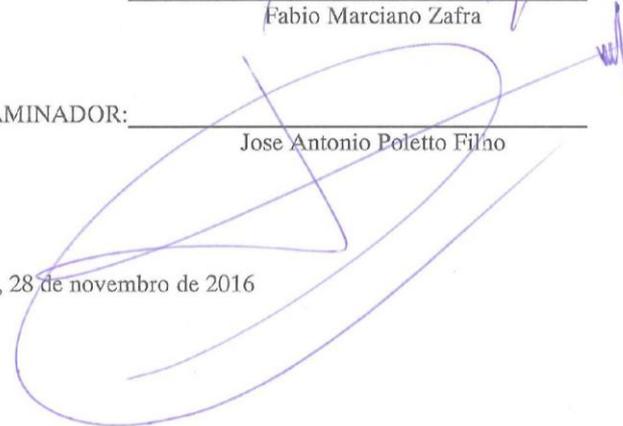
ORIENTADOR: _____


Danilo Correa Silva

1º EXAMINADOR: _____


Fabio Marciano Zafra

2º EXAMINADOR: _____


Jose Antonio Poletto Filho

Marília, 28 de novembro de 2016

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Administração da Produção

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), a administração da produção é a atividade de gerenciar os recursos de matéria prima e insumos destinados a fabricação e a disponibilização desses bens e serviços. A produção é o setor responsável por isso. Toda organização tem esta função de produção, pois as mesmas transformam produtos e/ou serviços, porém, nem todas nomeiam produção por este nome.

Segundo Krajewski (2009), a administração da produção refere-se ao projeto, direção e controle dos insumos destinados a produção, tanto no ambiente interno como externo. A administração destas operações está presente em todos os departamentos, pois, as mesmas executam atividades que agregam valor aos produtos/serviços ao executar seus processos internos. O autor enfatiza também que para conhecer mais o processo ou gerenciar um departamento tanto fabril como administrativo, será necessário entender e estudar a administração da produção.

Para gerenciar todos esses fatores, torna-se evidente a necessidade de gestores com uma coordenação interfuncional, conectando as áreas e possibilitando uma visão macro do negócio. O autor ressalta que as áreas de marketing e vendas, por exemplo, têm uma conexão mais forte com a fabricação, já que determinam a necessidade de novos clientes, demanda no mercado e novos produtos para atender os desejos/exigências. Há necessidade também de um conhecimento sobre as funções financeiras e de contabilidade para entender o desempenho atual do setor. As medidas financeiras auxiliam na avaliação de custos com mão de obra, falhas no processo, benefícios de novas tecnologias de longo prazo e melhorias na qualidade.

Segundo Martins (2005), a função produção tem evoluído desde sua origem, quando o homem transformava sua pedra em algum utensílio, o homem pré-histórico já estava executando um processo.

Com o passar do tempo, foram aparecendo novas formas de produzir determinados bens, com a produção organizada. Martins (2005) menciona que os artesãos começaram a produzir de forma organizada com prazos e classificação de prioridades. Conforme estes artesãos desenvolveram seus trabalhos de forma mais organizada, começou-se um processo de crescimento surgindo a necessidade de produzir mais com um menor tempo.

2.2 Produtividade

O conceito de produtividade surgiu com os trabalhos de Frederick W. Taylor, considerado pai da Administração Científica.

A análise da relação entre o output – ou, em outros termos, uma medida quantitativa do que foi produzido, como quantidade ou valor das receitas provenientes da venda dos produtos e/ou serviços finais – e o input – ou seja, uma medida quantitativa dos insumos, como quantidade ou valor das matérias primas, mão de obra, energia elétrica, capital, instalações prediais e outras – nos permitem quantificar a produtividade, que sempre foi o grande indicador do sucesso ou fracasso das empresas (Martins, 2005 p.2).

Segundo Corrêa (2010), essa medição da produtividade tem sido usada por profissionais de várias áreas devido a sua importância macroeconômica e microeconômica, podendo gerar riquezas em recursos escassos ou redução de custos com fabricação tornando seu produto mais competitivo no mercado.

Para Corrêa (2010, p. 172), produtividade é:

“[...] é uma medida da eficiência com que recursos de entrada (insumos) de um sistema de agregação de valor são transformados em saídas (produtos).

2.2.1 Produtividade Total e Parcial dos Fatores

Existem duas classes de medidas de produtividade: a produtividade total e parcial dos fatores. A produtividade total é a razão entre todo o produto bruto mensurável e a soma de todos os insumos utilizados em sua produção, refletindo o impacto de todos os fatores de entradas e saídas na produção. Já a parcial, é a relação entre o produto e uma classe (qualquer) de insumo variável (CORRÊA, 2010).

2.2.2 Técnicas Produtivas da Produção Enxuta

Segundo Martins e Laugeni (2010), até meados da década de 1960 as técnicas produtivas do conceito de produção em massa predominavam caracterizando a denominada produção enxuta. Entre outros conceitos, a produção enxuta introduziu o *Just-in-Time* (JIT), a Engenharia Simultânea, o Consórcio Modular, e o *Benchmarking*.

O **JIT** é uma filosofia gerencial que foi desenvolvida na Toyota Motor Company, no Japão, por Taiichi Ono, visando combater o desperdício. Todas as atividades que não agregam valor ao produto são consideradas desperdícios. Portanto, estoques, que ocupam espaço e

custam dinheiro, por exemplo, são desperdícios que as vezes são inevitáveis, porém devem ser minimizados ao máximo (MARTINS; LAUGENI, 2010).

Além da eliminação de desperdícios, a filosofia JIT procura utilizar a capacidade plena dos colaboradores através da atribuição de poder em função da qualidade, que é considerada essencial para a filosofia, caso dê um problema de qualidade na linha, os colaboradores tem total autonomia para parar a linha, analisar e resolver o problema, diferente da produção em massa que jamais a linha poderia ser parada interrompendo sua produção (MARTINS; LAUGENI, 2010). A Figura 1 exhibe os passos básicos para implementar o Just in Time.

Figura 1 - Passos para implementar o Just in Time

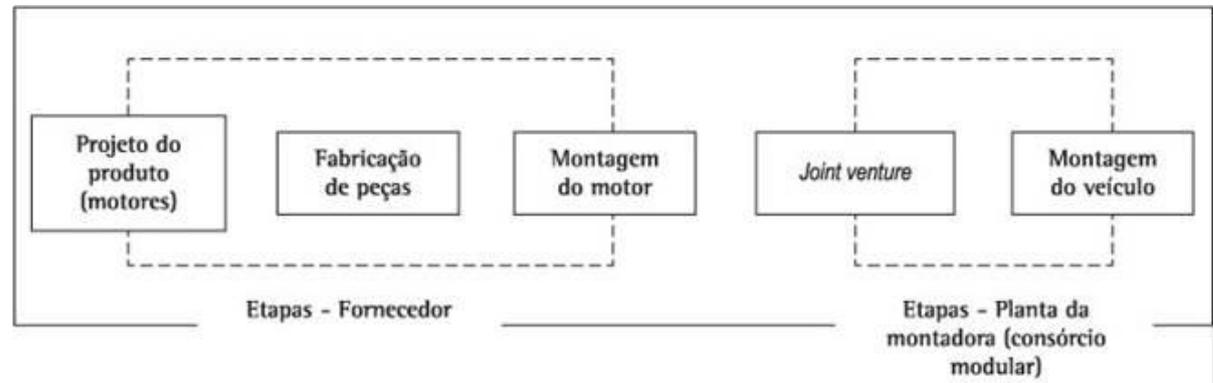


Fonte: MARTINS (2012, p.1).

A **Engenharia Simultânea** se refere à participação de todas as áreas funcionais no desenvolvimento de um produto a fim de reduzir custos, prazos e problemas quanto aos projetos (MARTINS; LAUGENI, 2010).

O **Consórcio Modular** é um modelo que surgiu na década de 1990 na indústria automotiva, neste modelo, o fornecedor se localiza dentro da planta sendo responsável por todas as etapas de montagem de seus itens no veículo. Este conceito é uma ampliação do chamado condomínio industrial, a Figura 2 mostra um diagrama diferenciando as etapas da montadora e do fornecedor (MARTINS; LAUGENI, 2010).

Figura 2 - Diagrama representativo de motores



Fonte: Rodrigo, Carnevalli e Miguel (2012, p. 374)

O **Benchmarking** é a comparação do setor ou produto de uma organização em relação aos concorrentes internos e externos podendo comparar também processos, metodologias, técnicas, com o objetivo de melhorar a criatividade da equipe ou se manter atualizado no mercado (MARTINS; LAUGENI, 2010).

2.3 Sistemas de Produção

Segundo Martins e Laugeni (2005), sistema é um conjunto de elementos inter-relacionados com um objetivo comum. Todo sistema compõe-se de três elementos básicos: os *inputs* (entradas), *outputs* (saídas) e as funções de transformação.

As entradas são recursos que serão transformados durante o processo. Normalmente são informações, materiais ou clientes (Slack et al., 2013). Segundo Slack *et al.* (2013) existem dois tipos de recursos de transformação que alicerça todos os processos: as instalações e as pessoas. A necessidade exata destes dois recursos depende muito do processo envolvido. Para uma fábrica montadora de eletrodomésticos, a mão-de-obra não precisará de tanta formação acadêmica ou experiência em alguns casos, já uma empresa de contabilidade, evidentemente mostram-se necessárias pessoas com habilidade técnica específica nesta área (SLACK *et al.*, 2013).

Todos os processos produzem produtos e serviços através da transformação dos inputs. Segundo Slack *et al.* (2013), talvez a diferença mais óbvia esteja na sua tangibilidade. Os produtos normalmente são tangíveis (não é possível tocar fisicamente) e os serviços são intangíveis (é possível tocar fisicamente, corte de cabelo, por exemplo).

2.4 Gerenciamento do Processo Devido às suas Características

Segundo Slack *et al.* (2013), todos os processos diferem de algum modo, pois são produzidos diferentes produtos/serviços com diferentes técnicas e tecnologias. O autor complementa também que os processos diferem pela natureza da demanda de seus produtos, através de quatro características que têm um efeito significativo de como o processo precisa ser gerenciado: o volume, a variedade, a variação na demanda e o grau de visibilidade dos produtos e serviços produzidos.

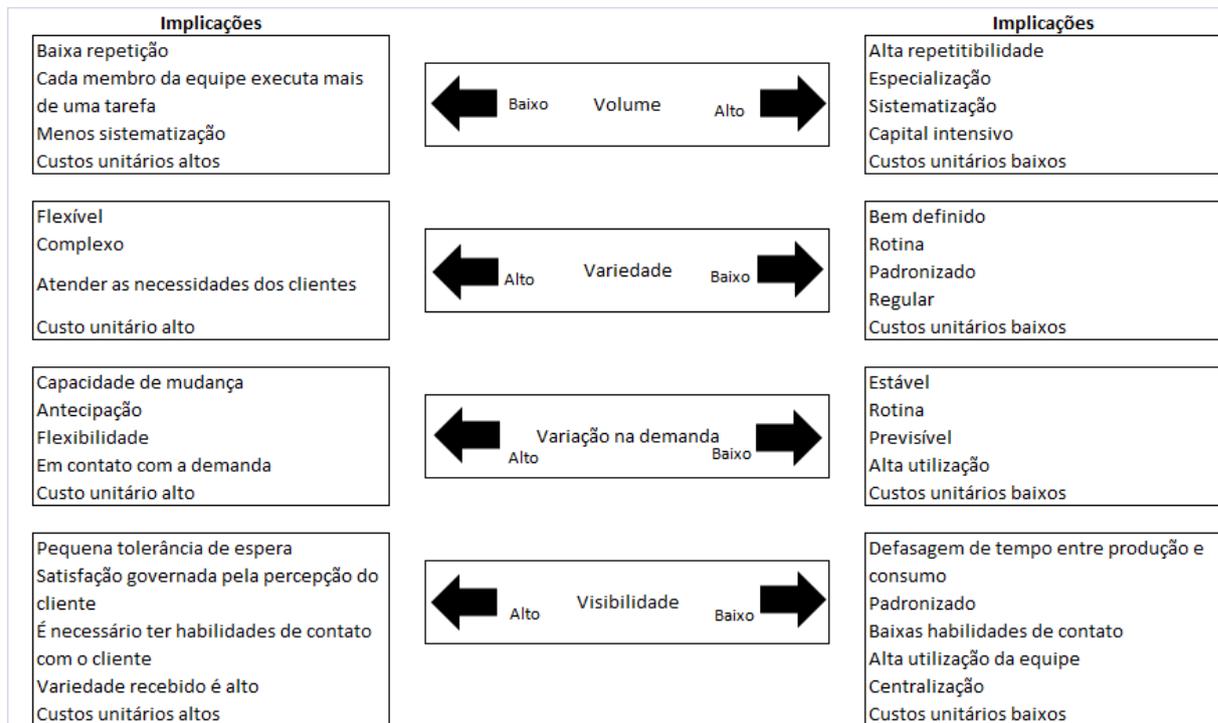
Processos com alto volume de produção terão um alto grau de repetição, isso mostra a importância da especialização das tarefas executadas que devem ser realizadas através da padronização para que as atividades sejam executadas da mesma maneira e com a mesma eficiência. Porém, o autor ressalta que processos com baixo volume de produção não devem focar na padronização no mesmo grau (SLACK *et al.*, 2013).

Processos com alta variedade de produtos e serviços devem se dedicar ao gerenciamento das diferentes atividades, mudando com certa frequência. As habilidades devem ser mais abrangentes que o processo com alto volume e as tecnologias também devem abranger a variedade dos produtos. O custo do processo com alta variedade torna-se maior que o processo com alto volume, já que existem mais opções de matérias-primas, técnicas, operações, por exemplo (SLACK *et al.*, 2013).

A variação na demanda influencia muito na forma de gerenciar o processo, se a demanda for variável ou imprevisível, os recursos terão de ser ajustados com o passar do tempo. O autor ressalta também que se a demanda for imprevisível, será necessário prover um “pulmão de capacidade” para atender demandas inesperadas e planejar recursos extras que seriam necessários nessa variação (SLACK *et al.*, 2013).

Processos que envolvam diretamente a percepção dos clientes merecem atenção extra na forma de fazer o negócio para o cliente moldar uma percepção positiva sobre o desempenho e qualidade do produto e/ou serviço oferecido. Segundo o autor, as equipes envolvidas nesse processo visível deve ter habilidades específicas de contato com o cliente. A figura 3 exibe a tipologia de operações (SLACK *et al.*, 2013).

Figura 3 - Tipologia de operações.



Fonte: Slack *et al.* (2013, p. 49)

2.5 Capacidade Produtiva

Corrêa e Corrêa (2010, p. 426) consideram capacidade produtiva como:

“O volume máximo potencial de atividades de agregação de valor que pode ser atingido por uma unidade produtiva sob condições normais de operação.”

A capacidade não pode ser confundida como o nível de saída em um determinado tempo através de utilização de recursos extras, este potencial adquirido neste determinado período de tempo pode estar mais perto ou mais longe do potencial produtivo (capacidade) (CORRÊA; CORRÊA, 2010).

Para Fusco e Sacomano (2007), a harmonização do plano de produção com a capacidade instalada é muito importante para transformar esse plano em realidade.

Se a quantidade planejada de produção ou a quantidade de recursos não forem bem planejadas, essa harmonia se perderia podendo ter recursos em excesso ou escasso e capacidade ociosa dos equipamentos (FUSCO; SACOMANO, 2007).

Segundo o mesmo autor, existem quatro etapas a serem seguidas para análise de capacidade produtiva:

- Identificar os grupos e recursos a serem incluídos na análise;

- Obter o padrão de consumo;
- Multiplicar este padrão de consumo;
- Consolidar a necessidade para cada família de recursos.

Deste modo, o objetivo principal da medida da capacidade é expandi-la através de meios como subcontratação, turnos extras, alteração do ritmo de produção de modo que a empresa busque melhorar sua eficiência e se prepare para o futuro (FUSCO; SACOMANO, 2007).

2.6 Perda de Capacidade

Segundo Slack et al. (2013), a perda de capacidade pode ser prevista ou imprevista, as perdas previstas podem ser classificadas como paradas planejadas, por exemplo, onde o equipamento tem que parar de produzir para ser realizadas manutenções, limpezas, trocas de formatos para atender diferentes mercados, entre outros.

A perda de capacidade imprevista, ou parada não planejada, acontece por eventos imprevistos na linha de produção onde o equipamento afetado tem de parar de produzir para restabelecer sua condição básica de funcionamento ou por fatores externos, alguns exemplos podem ser relatados como faltas ao trabalho, problemas de qualidade e quebra de equipamentos. Esta redução, ao final de seu período produtivo, pode ser chamada de perda de capacidade (SLACK et al., 2013).

2.7 Eficiência Global dos Equipamentos

Segundo Slack *et al.* (2013), existe uma medida que incorpora o conceito de perda de capacidade. Esta medida é chamada de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) que vem da sigla em inglês *Overall Equipment Efficiency*. Esta medida é baseada em três aspectos de desempenho no qual é calculada através da equação 2.

$$OEE = a \times p \times q \tag{1}$$

Estes três aspectos de desempenho são:

- Taxa de disponibilidade (a);
- Taxa de desempenho (p);
- Taxa de qualidade (q).

A taxa de disponibilidade é obtida através da divisão entre o tempo total de operação efetivo do determinado período sobre o tempo de operação disponível. A taxa de desempenho é obtida através da divisão do tempo líquido de operação sobre o tempo total de operação e a taxa de qualidade é determinada através da divisão entre o tempo útil de operação sobre o tempo de operação da rede. Multiplicando estas três taxas é obtida a eficiência global do equipamento, incorporando a perda de capacidade da linha (SLACK et al., 2013).

2.8 Descompasso entre capacidade e demanda

Segundo Slack *et al.* (2013), todos os processos têm que saber sua real demanda dos produtos no mercado, pois se houver uma baixa demanda comparada à capacidade, sobrarão produtos ou a empresa pagará pela depreciação e colaboradores, por exemplo, sem produzir. Porém se houver uma grande demanda comparada à capacidade, faltarão produtos no mercado.

Tendo em vista estas características de processo, o gerenciamento da capacidade torna-se então, uma tarefa normalmente difícil de ser medida. A medição de capacidade produtiva torna-se simples apenas em casos onde a operação é relativamente padronizada e repetitiva.

Slack et al. (2013) evidencia três suposições que podem ser relacionadas à capacidade produtiva.

A primeira é a relação com o mix de produto ou serviço. Quanto maior for o mix de produto, maior será a complexidade de produção. Um exemplo abordado pelo autor é a de um hospital, em que se todos os pacientes necessitassem de um tratamento menor, o hospital poderia atender mais pessoas por semana.

A segunda suposição está relacionada com o período de tempo em que a produção é requerida. O autor explica que em questões de demanda por sazonalidade, por exemplo, a empresa pode fornecer um número de produtos/serviços maiores. Porém isso não é sustentável por longos períodos na maioria das vezes, já que para atingir esta capacidade extra as empresas contam com horas extras de colaboradores, por exemplo.

A terceira e última suposição é relacionada com a especificação da produção. Slack et al. (2013) contribui alertando que este tipo de variação é mais aplicável a um serviço. A suposição de relação da capacidade com a especificação da produção condiz com a complexidade dos serviços prestados no tempo que está sendo prestado. Por exemplo, um

serviço postal pode reduzir sua confiabilidade na entrega de cartas em tempos de pico como Natal, onde a grande maioria dos usuários não se importariam em um tempo maior de entrega de cartas não relacionadas com a data festiva. Esta capacidade extra poderia ser utilizada para entrega de produtos relacionada à data comemorativa.

2.9 Investimentos

Segundo Neto e Lima (2014), as decisões de investimentos envolvem a elaboração de propostas para a aplicação de capital com o objetivo de ter um retorno aos proprietários dos ativos em normalmente médios e longos prazos.

O autor comenta que os investimentos fixos nas operações definem o futuro de uma empresa, as empresas que não investem regularmente em melhorias na operação e processos, normalmente não mantêm o nível de competitividade exigida no mercado.

Bruni e Famá (2007) caracterizam investimentos como um sacrifício hoje em prol de uma série de benefícios futuros. Estes conceitos, em finanças, estão relacionados aos fluxos de caixa necessários e gerados pelo investimento. Portanto, a análise de investimentos basicamente consiste em uma análise de projeção de fluxos de caixa (BRUNI; FAMÁ, 2007).

Segundo os autores, o processo de avaliação de investimentos normalmente envolve dois subsídios fundamentais.

O primeiro subsídio, segundo Bruni e Famá (2007), é a estimativa de fluxos de caixas futuros. Esta estimativa é realizada com base nos ativos necessários para realização do investimento são estimados os fluxos de caixa necessários. Os fluxos são estimados com base nos incrementos (considerando apenas a variação decorrente do investimento) das operações.

O segundo subsídio é a estimativa do custo de capital. O cálculo de custo de capital é originado dos passivos ou financiamentos assumidos pela empresa para a realização do investimento. Ao contrário dos ativos que geram um fluxo de caixa estimado, os passivos são responsáveis pelo custo de capital, que representa uma média ponderada das fontes de recursos da empresa (BRUNI; FAMÁ, 2007).

2.9.1 Métodos de análise de investimentos

Segundo Neto e Lima (2014), os métodos quantitativos de análise de investimentos podem ser classificados em dois grandes grupos: os que não levam em conta o dinheiro no tempo e os que consideram essa variação por meio do método de fluxo de caixa descontado.

O método de análise *payback* tem grande aplicação na prática, pois consiste na determinação do tempo necessário para retorno do investimento inicial (NETO; LIMA, 2014).

Este método é composto de alguns cálculos considerando fatores diferentes. O primeiro método, e mais simples, é o *payback* efetivo. Este é o mais simples de se calcular. Considera o fluxo de caixa operacional do projeto de investimento em análise (NETO; LIMA, 2014).

Tabela 1 – Exemplo de Payback Efetivo.

	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
FCO	(145,00)	71,00	74,00	80,00	50,00

(\$ 000)

Fonte: Neto e Lima (2014, p.394).

A tabela 1 mostra um exemplo fluxo de caixa operacional (FCO). Pode-se observar que o tempo necessário para recuperar o investimento feito será estimado através das entradas previstas para cada ano. Ou seja, neste caso terá um *payback* efetivo de dois anos (NETO; LIMA, 2014).

O segundo método é o *payback* médio. Este método avalia o tempo de retorno médio baseado na relação entre o valor do investimento e o valor médio dos fluxos esperados de caixa (NETO; LIMA, 2014).

Por fim, tem-se o terceiro método, o *payback* descontado. Este método traz todos os fluxos de caixas a valor presente, incorporando o valor do dinheiro no tempo. Para cálculo, devem-se trazer as entradas de caixa a valor presente, desconsiderando uma taxa de juros que representa a rentabilidade mínima (NETO; LIMA, 2014).

3 ESTUDO DE CASO

3.1 A Empresa

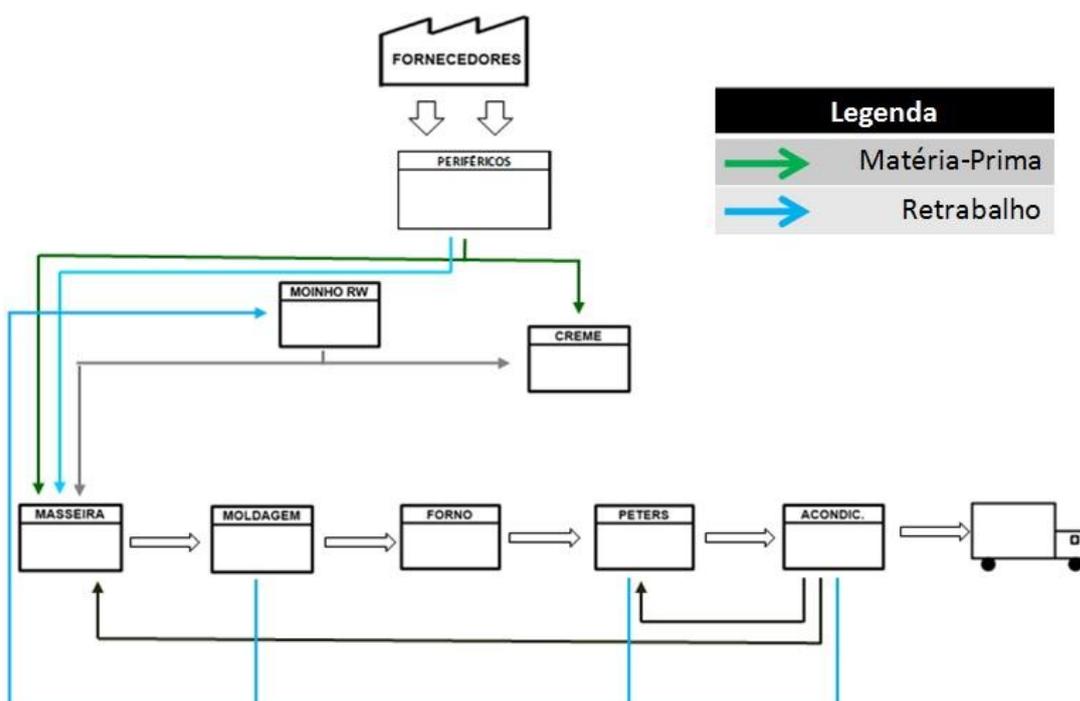
A empresa estudada é uma indústria alimentícia de grande porte da região de Marília. O foco produtivo desta fábrica está na produção de biscoitos secos e doces. A fábrica conta com uma área total de aproximadamente 60.000 m², com linhas produtivas trabalhando 24 horas por dia e sete dias por semana e produziu mais de 100 mil toneladas de biscoitos no ano de 2015.

As informações analisadas são sigilosas, por isso, nada que possa identificar a empresa será exposto neste trabalho.

3.2 Fabricação de Biscoitos

A fabricação de biscoitos ocorre através de linhas com fluxo contínuo. A Figura 5 mostra um fluxograma básico da sequência dos recursos utilizados para a produção de biscoitos recheados.

Figura 5 – Fluxo de uma linha de biscoitos recheados.



Fonte: Adaptado da empresa.

A figura 5 mostra os setores periféricos que transformam as matérias primas necessárias para a produção dos biscoitos para várias linhas, o Moinho RW (Retrabalho), onde existe o processo de aproveitamento do retrabalho gerado na linha para o reprocessamento na massa e os setores responsáveis pela produção do biscoito recheado.

3.2.1 Masseur

A masser é o equipamento responsável pelo batimento e mistura das matérias primas para a formação da massa;

Figura 6 – Masseur.

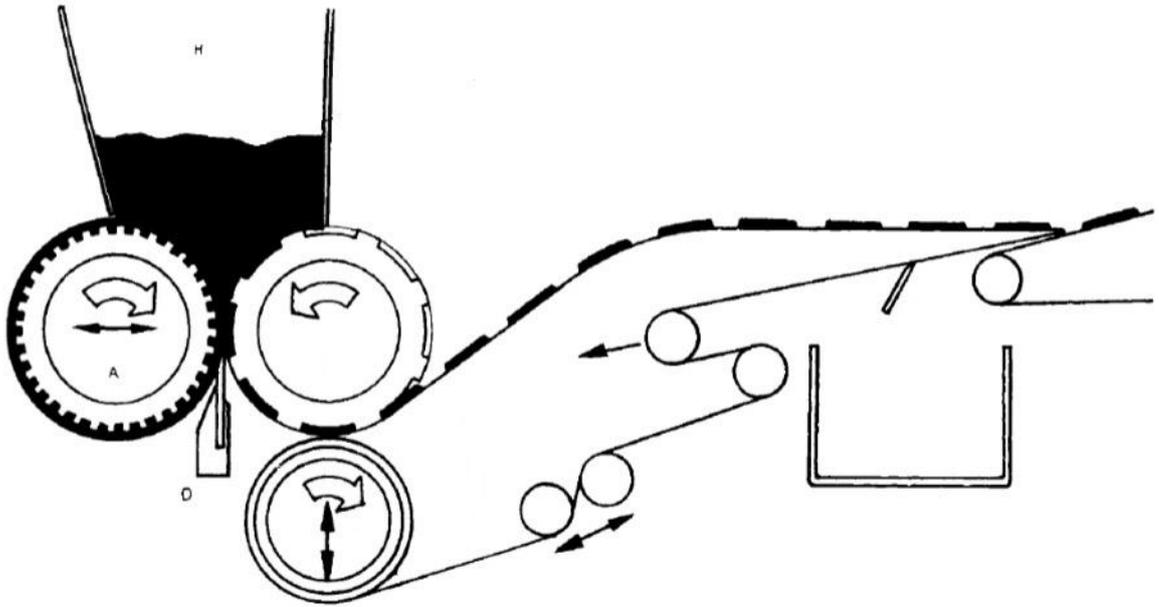


Fonte: a empresa.

3.2.2 Moldagem

A técnica de moldagem é comum para formar peças de biscoito. A massa é forçada em cunhas com o formato negativo do biscoito. O excesso de massa é raspado com uma faca rente ao molde e então o biscoito é extraído em uma lona de algodão ou outro tecido. A figura 7 mostra como funciona o processo de moldagem.

Figura 7 – Moldagem.



Fonte: A empresa.

Conforme ilustrado na Figura 7, a massa cai na caixa de massa (H) e a máquina é iniciada. A massa é pressionada contra o rolo de pressão (A) e para dentro dos moldes/cunhas. A faca *scrapper* (D) corta o nível de massa com a altura do molde e pressiona o excesso contra o rolo de pressão para formar uma manta na qual volta com o rolo de pressão.

A massa moldada passa para o ponto onde a desmoldagem é possível, formando assim o biscoito moldado.

3.2.3 Forno

O forno é o equipamento cujo objetivo é assar os biscoitos de forma padronizada, normalmente os fornos possuem 5 zonas. A figura 8 exhibe o equipamento.

Figura 8 – Forno de assamento.

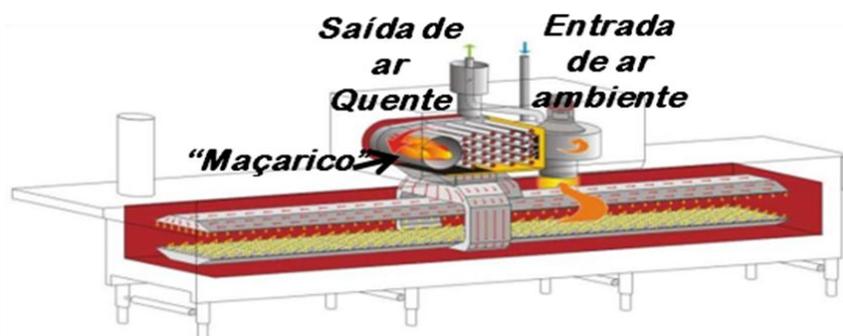


Fonte: A empresa.

As chamas dos queimadores aquecem diretamente o ar dentro das zonas 1 e 2. O ar quente transfere calor para a esteira e para o produto. Estas zonas são responsáveis pelo desenvolvimento do produto.

Após esta etapa, os biscoitos partem para a etapa ciclotérmica do forno, pois funciona com o ar quente circulando no seu interior. O ar é sugado pela turbina, entra pelo tubo e é distribuído por vários outros tubos, que são aquecidos por um maçarico, fazendo com que o ar aumente sua temperatura. Este ar quente que circula nas zonas será transferido para a esteira e para o produto. A figura 9 mostra o funcionamento do forno.

Figura 9 – Interior do forno.



Fonte: A empresa.

3.2.4 Creme

O setor do Creme tem como objetivo produzir creme utilizado como recheio dos biscoitos. O principal equipamento neste setor é o Misturador de Creme conforme a figura 10. A produção de creme é realizada por bateladas mantendo um estoque pulmão em um tanque de creme.

Figura 10 – Misturador de Creme.



Fonte: o autor.

3.2.5 Recheadora

Resfriado o biscoito, o mesmo vai para a recheadora, equipamento responsável pelo processo de formação do sanduíche (base/recheio/base). A figura 11 exibe a parte inicial desta etapa do processo.

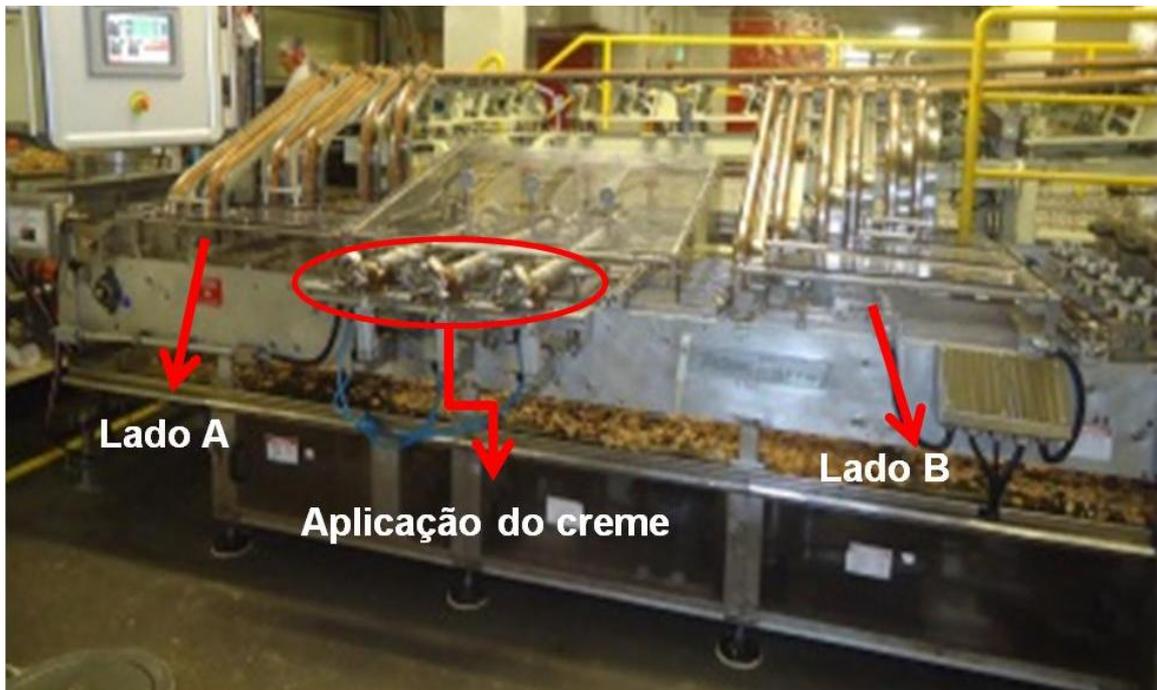
Figura 11 – Início da Recheadora.



Fonte: A empresa.

Após as bases chegarem, estas partem para dois lados do equipamento, o lado A e lado B (figura 12), as bases de biscoitos do lado A, serão as bases inferiores do sanduíche, que receberão as gotas de creme e a partir disso, as bases do lado B serão prensadas por cima para a formação do sanduíche.

Figura 12 – Recheadora.



Fonte: o autor.

3.2.6 Túnel de resfriamento

Após a formação do sanduíche, o biscoito passa por um túnel de resfriamento forçado. Este ar frio em contato com o creme o cristaliza, adquirindo as características de dureza adequadas para o recheio do biscoito. A figura 13 exibe uma parte do túnel.

Figura 13 – Túnel de resfriamento.



Fonte: o autor.

3.2.7 Acondicionamento

Este setor é responsável pelo acondicionamento de biscoitos nas embalagens. A Figura 14 exibe uma máquina de embalagem.

Figura 14 – Acondicionamento.



Fonte: o autor.

3.3 Escolha da Linha

A linha a ser estudada neste trabalho será chamada de Alfa. Essa linha teve como principal justificativa pela sua escolha, sua utilização de capacidade em 2016. Tendo em vista que é previsto um aumento da demanda dos produtos da linha Alfa nos próximos anos através de estudos de capacidade e ocupação realizados pelo PCP da empresa conforme a tabela 2. Esta linha não atenderia caso houvesse este tipo de situação ocasionando em uma possível ruptura de entrega ao cliente por falta do produto no mercado.

Tabela 2 – Utilização Linha Alfa.

Linha	Produtos	Capacidade (ton/ano)	2016	2017	2018	2019
			% Utilização	% Utilização	% Utilização	% Utilização
Linha Alfa	Biscoitos sanduíches	11.664	86	95,4%	91,2%	97,2%

Fonte: A empresa.

3.4 Análise de Capacidade Produtiva

Para a análise a seguir, a capacidade produtiva de cada equipamento será transformada na base de produto terminado. Por exemplo, se o setor de Creme tem capacidade de 450 kg/h de produção de recheio. Logo, dividindo 450 por 0,3 (recheio corresponde a 30% do sanduíche) teremos uma capacidade de 1500 kg/h de produto terminado para a linha Alfa.

3.4.1 Análise Masseur

Na masseira, têm-se as seguintes informações:

- Tempo de ciclo: 15min;
- Consumo da massa na velocidade nominal da Linha produzindo biscoitos SKU01: 20 minutos;
- Consumo da massa na velocidade nominal da Linha produzindo SKU02: 30 minutos.

A tabela 3 mostra o peso das bateladas dos dois produtos da linha Alfa.

Tabela 3 – Batelada dos produtos da Linha Alfa

Código SKU	Produto	Batelada (kg)
12127232	SKU01	342,8
12132349	SKU02	439,8

Fonte: A empresa.

Se 20 minutos equivalem ao consumo de 342,8 quilogramas de massa para o produto SKU01, logo a masseira produzirá 1028,4 kg/h de massa crua.

Já para o SKU02, a linha leva cerca de 30 minutos para consumir 439,8 quilogramas de massa, logo a masseira produzirá 879,6 kg/h de massa crua.

Levando em conta que a massa corresponde a 70% do produto terminado, temos então, uma produção de 1469,2 kg/h do SKU01 e 1265,6 kg/h para o SKU02.

A capacidade produtiva de projeto da Masseur utilizada na Linha Alfa é de 750L por batelada, portanto, em caso de necessidade de aumento do volume de produção, a masseira pode produzir até 2142 kg/h.

3.4.2 Análise Moldagem

Na moldagem, a velocidade nominal do rolo moldador é de 12,5 v/min (voltas por minuto). Sendo assim:

Velocidade nominal do rolo moldador: 12,5v/min;

A quantidade de unidades por volta pode ser calculada a partir da equação 1.

$$Vn = \frac{Vr * UV * 60}{UC} \quad (1)$$

Sendo que Vn é a velocidade nominal, Vr é a Velocidade do rolo moldador, UV é quantidade de bases por volta (rolo moldador) e UC é a quantidade de unidades por caixa;

Logo:

$$Vn = \frac{12,50 * 360 * 60}{1680} = 160,7 \text{ caixas/hora}$$

As caixas de biscoitos da Linha Alfa têm massa de 9,10 kg aproximadamente. Considerando este valor, tem-se então que a moldagem transformaria 1462 kg de massa crua em bases por hora se a eficiência do equipamento fosse 100% (sem nenhuma perda).

Considerando que a moldagem tem uma eficiência esperada de 89% devido às perdas como paradas não planejadas, retrabalho, varredura, paradas planejadas e redução de velocidade, a masseira produz 1301 kg/h. Convertendo essa produção de base em produto terminado (sanduíche), tem-se uma produção efetiva de 1858,8 kg.

A capacidade produtiva de projeto da moldagem é de 15 voltas por minuto (no rolo moldador), portanto, realizando os mesmos cálculos de velocidade nominal e considerações acima, tem-se então a capacidade de produzir 2231 kg/h considerando a perda de eficiência real do equipamento.

3.4.3 Análise Forno

Devido à sua tecnologia e processo, o forno tem uma eficiência de aproximadamente 97%. Essa eficiência não considera a extração de umidade do produto, por ser uma perda inerente do processo.

A capacidade de projeto do forno é de 1740 kg/h de base. Considerando o percentual de extração de umidade no forno (15 a 20%) e o cálculo de transformação na base do produto, o forno poderá produzir até 2063 kg/h de produto terminado.

3.4.4 Análise Creme

O setor de creme tem-se as seguintes informações:

- Tempo de ciclo: 20 min.
- Capacidade por batelada: 896 kg;

Portanto, o creme tem uma folga de capacidade produtiva, podendo produzir até 2.688 kg/h de creme.

3.4.5 Análise Recheadora

A recheadora da linha Alfa é composta por duas máquinas, máquina A e B, têm-se uma eficiência esperada de aproximadamente 95% e capacidade de projeto de 1860 kg/h por máquina, portanto, considerando as duas máquinas, têm-se a capacidade de produção de 3534 kg/h sendo o equipamento com maior capacidade produtiva da linha.

3.4.6 Análise Túnel de Resfriamento

O túnel de resfriamento tem eficiência esperada de 100% por não ter nenhuma perda inerente deste processo, portanto, a capacidade de projeto do equipamento é a possível para a linha, uma capacidade de 2180 kg/h.

3.4.7 Análise Acondicionamento

O acondicionamento é composto por duas máquinas de embalagens, estas máquinas de embalagens têm a capacidade de projeto de empacotar 90 pacotes por minuto cada máquina. A tabela 4 mostra algumas informações do produto e a capacidade de projeto do acondicionamento.

Tabela 4 – Capacidade de projeto Acondicionamento

Máquina	PPM atual	PPM máximo	Peso do pacote (Kg)	Kg/hora
Máquina A	95	95	0,13	741
Máquina B	95	95	0,13	741
Totais	190	190	0,13	1482

Fonte: o autor.

Considerando a eficiência prevista do acondicionamento de 90%, pode-se empacotar no acondicionamento 1333 kg/h. Isto mostra que o equipamento está claramente limitando a produção da linha, já que está produzindo em sua capacidade máxima de projeto.

3.4.8 Eficiência

As eficiências calculadas para os recursos foram obtidas através de uma revisão de *Standards* considerando o efetivo do ano de 2015 com base no que a linha produziu no tempo em que a linha estava disponível para produzir.

3.4.9 Resultados da Análise

Com as informações obtidas por recurso, pode-se observar que a Linha Alfa tem possibilidade de expandir sua capacidade para atender às demandas futuras, exceto pelo acondicionamento, que já está produzindo em sua capacidade máxima. A figura 15 exibe um gráfico onde é possível verificar qual é o recurso gargalo da linha visualmente.

Figura 15 – Estudo de Gargalos.

Linha Alfa



Fonte: o autor.

Conforme a figura 15, o acondicionamento está claramente limitando a capacidade produtiva da linha com a capacidade máxima na velocidade atual da linha (1333 kg/h) e o segundo gargalo é o Forno com uma capacidade produtiva de 1885 kg/h.

3.5 Proposta de Melhoria

A proposta de melhoria realizada para a empresa será a compra de uma nova máquina de embalagem. Esta máquina de embalagem possibilitaria um aumento na capacidade produtiva do setor do acondicionamento de aproximadamente 33%, pois se trata de uma máquina similar as duas já existentes no setor que realizam o trabalho do empacotamento dos biscoitos.

3.5.1 Equipamento

A similaridade da tecnologia utilizada pelas outras máquinas de embalagens e outras linhas facilitará na manutenção dos equipamentos e abrangência em casos de melhorias, pois caso haja a possibilidade de realizar melhorias no equipamento, as mesmas poderão ser replicadas para os outros equipamentos similares existentes na fábrica. A tabela 5 exibe algumas especificações do equipamento fornecidas pela fabricante.

Tabela 5 – Especificações do Equipamento.

Capacidade produtiva:	90 pacotes por minuto (ppm).
Dimensões do equipamento max (cm):	70 altura x 70 largura x 270 comprimento
Dimensões do equipamento min (cm):	Min. 30 altura x 30 largura x 100 Distância
Espaço físico recomendado:	espaço físico de 1.600 de altura x largura x 1.000 5.350 comprimento
Peso:	2.000 kg
Potência do motor:	2.0 HP
Características:	Componente eletrônico ligado à parte traseira da máquina
	As partes em contato com o produto são em aço inox
	Não há nenhum produto nenhum filme" System
	3 aferidores longitudinais-solda quente
	6 soldas quente selantes laterais
	2 selantes laterais frio solda com revestimento de silicone.

Fonte: Adaptado da fabricante, 2016.

3.5.2 Investimento Inicial

Foi realizado um orçamento contendo todos os custos dos equipamentos, transporte e instalação dos mesmos. Este orçamento foi solicitado pelo setor de Finanças. A tabela 6 exibe o investimento inicial para a instalação de uma nova máquina de embalagem na linha Alfa.

Tabela 6 – Custo do Investimento.

QTD	Denominação	ValAquis.
1	TRANSPORTADOR PACOTES ENTRE A 3ª E 2ª EMPACOTAD	40.673,86
2	TRANSPORTADOR SAÍDA DA 2ª EMPACOTADEIRA (CURVO)	40.673,86
1	1ª CALHA VIBRATÓRIA DA 2ª EMPACOTADEIRA	15.000,00
8	VIBRADOR DA 1ª CALHA DA 2ª EMPACOTADEIRA	24.000,00
1	2ª CALHA VIBRATÓRIA DA 2ª EMPACOTADEIRA	15.000,00
16	VIBRADOR DA 2ª CALHA DA 2ª EMPACOTADEIRA	48.000,00
2	PAINEL DE COMANDO DA 2ª EMPACOTADEIRA	5.633,70
1	MÁQUINA DE EMBALAGEM	823.376,83
3	CARREGADOR AUTOMÁTICO DE BISCOITOS - 2ª Empacotad.	315.465,30
	TOTAL	1.327.823,55

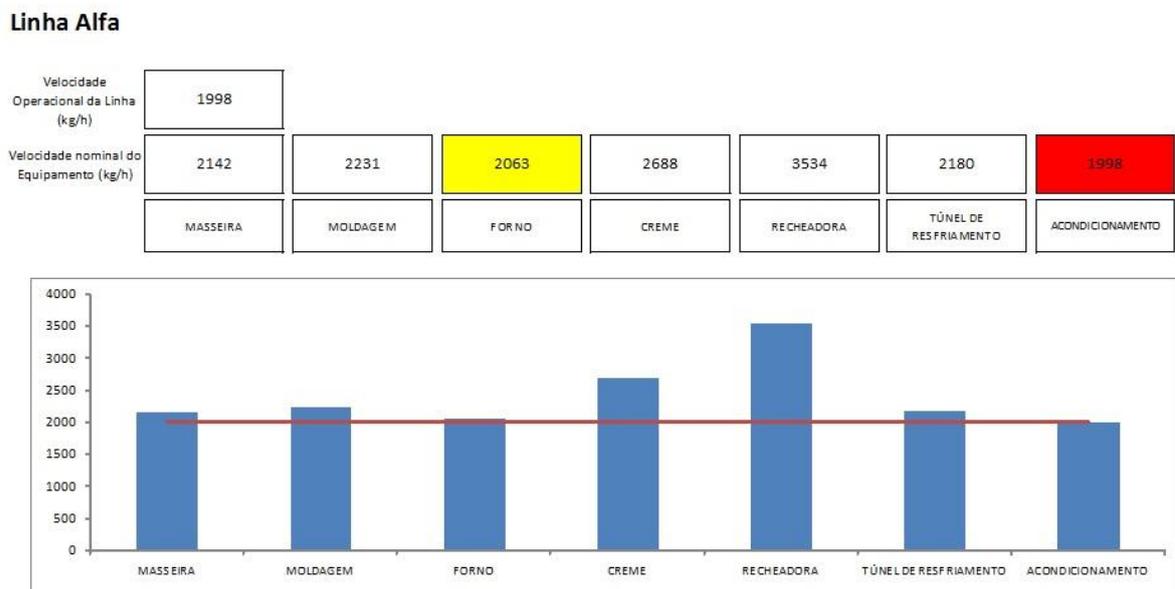
Fonte: A empresa.

Os valores mostrados na Tabela 6 já incluem todos os gastos com o transporte, montagem e treinamento dos colaboradores envolvidos em sua operação totalizando um investimento inicial de R\$1.327.823,55.

4 RESULTADOS ESPERADOS

Com as duas máquinas de embalagens atuais da Linha Alfa produzindo em sua capacidade máxima de projeto, foi evidenciada uma capacidade produtiva de 1333 kg/h no Acondicionamento, recurso gargalo da linha. Com a instalação de uma nova máquina de embalagem, a linha que antes tinha um limite de produção de 1333 kg/h poderá produzir até 665 kg/h a mais totalizando uma capacidade produtiva de 1998 kg/h. A Figura 16 mostra o estudo de gargalos da Linha considerando a instalação de uma nova máquina de embalagem e com o aumento de sua capacidade.

Figura 16 – Nova capacidade produtiva.



Fonte: o autor.

Pode-se concluir na figura 16 que os outros recursos suportarão a capacidade extra da máquina de embalagem nova a ser instalada e a Linha Alfa apresenta um melhor balanceamento entre seus recursos, com capacidades similares entre a masseira, forno, túnel de resfriamento e no acondicionamento. A tabela 7 mostra um comparativo de capacidade produtiva com sua utilização prevista para os próximos três anos.

Tabela 7 – Comparativo de capacidade.

			2016	2017	2018	2019
Linha	Produtos	Capacidade (ton/ano)	% Utilização	% Utilização	% Utilização	% Utilização
Linha Alfa	Biscoitos sanduíches	11.664	86	95,4%	91,2%	97,2%

			2016	2017	2018	2019
Linha	Produtos	Capacidade (ton/ano)	% Utilização	% Utilização	% Utilização	% Utilização
Linha Alfa	Biscoitos sanduíches	17.275	86	64,4%	61,6%	65,6%

Fonte: o autor.

Ao analisar a tabela 7, podem-se observar alguns pontos importantes. A capacidade produtiva terá um acréscimo de 5.611 toneladas no ano com a instalação da nova máquina de embalagem. Este acréscimo na capacidade produtiva evidencia uma utilização menor para os próximos anos. Isto não é um ponto negativo, já que existe uma previsão de aumento de demanda dos produtos da Linha Alfa no mercado para os próximos anos e devido aos processos de produção de biscoitos recheados serem similares entre as linhas, a capacidade extra na linha poderá ser aproveitada para produzir outros produtos que são produzidos em outras linhas atualmente.

4.1 Prazo de Recuperação do Capital Investido (*Payback*)

Tendo em vista que a Linha Alfa terá a capacidade produtiva de 17.275 toneladas ao ano e que sua capacidade será aproveitada tanto para produzir já seus produtos existentes como para ocupar a linha em outros produtos, será usada como estimativa de produção para os próximos anos, sua produção estimada com 50% do incremento da capacidade gerado pelo investimento. Portanto, a tabela 8 exhibe a estimativa de produção para os próximos anos, realizada pelo setor de PCP.

Tabela 8 – Estimativa de produção.

			2017	2018	2019
Linha	Produtos	Capacidade (ton/ano)	Produção estimada (ton/ano)	Produção estimada (ton/ano)	Produção estimada (ton/ano)
Linha Alfa	Biscoitos sanduíches	17.275	13.933	13.444	14.143

Fonte: A empresa.

Ao comparar a produção estimada atual com a melhoria, pode-se evidenciar um aumento significativo de produção, representando um incremento na produção comparado ao estado atual, a Tabela 9 mostra este cenário.

Tabela 9 – Incremento na produção.

			2017	2018	2019
Linha	Estimativa	Capacidade (ton/ano)	Produção estimada (ton/ano)	Produção estimada (ton/ano)	Produção estimada (ton/ano)
Linha Alfa	Atual	11.664	11.127	10.638	11.337
	Futura	17.275	13.933	13.444	14.143
	DIFERENÇA (ton)	5.611	2.806	2.806	2.806

Fonte: A empresa.

Tendo a projeção com o aumento da produção nos próximos três anos, será possível calcular os fluxos de caixas incrementais e lucro esperado ao longo do período. A primeira variável importante para esse cálculo é o custo médio de produção. A tabela 10 mostra o estudo realizado por Finanças para determinar o Custo de Produção (CoP) médio dos produtos para a Linha Alfa considerando todos os custos como mão-de-obra, material de embalagem, perdas de materiais, entre outros.

Tabela 10 – Custo de Produção médio (R\$/Kg).

Material	Texto breve material	Volume (ton)	C.Prod. (R\$)	CoP R\$/Kg
12127232	SKU01	19.298	84.836	4,40
12132349	SKU02	29.727	193.140	6,50
	Linha Alfa TOTAL	49.025	277.976	5,67

Fonte: A empresa.

A tabela 10 mostra que para os próximos três anos, a Linha Alfa terá um custo de produção médio de R\$5,67/Kg.

A segunda variável para o cálculo de fluxo de caixa incremental é o Valor líquido de venda. Esta estimativa foi passada também por Finanças considerando a redução dos custos fixos através do aumento da produção mostrada na tabela 11.

Tabela 11 – Valor líquido de venda.

Descrição	SKU01 e SKU02 (R\$)
Valor de venda médio	1,28
(-) Tributos sobre o preço	-0,39
Resultado líquido a considerar no fluxo de caixa	0,89

Fonte: A empresa.

A terceira variável é a taxa de depreciação do equipamento que sofrerá pelo uso, obsolescência ou desgaste natural. A taxa será de 2,49% ao ano.

Com essas informações, foram calculadas as receitas esperadas para o acréscimo de volume adquirido com a instalação da nova máquina comparando com suas despesas e imposto de renda (IR) nos próximos três anos conforme a tabela 12.

Tabela 12 – Receitas e despesas futuras.

Descrição	2017	2018	2019
Receitas	19.203.465	19.203.465	19.203.465
(-) Gastos	-8.630.771	-8.630.771	-8.630.771
(-) Depreciação	-31.789	-31.789	-31.789
Lucro antes de impostos	10.540.905	10.540.905	10.540.905
(-) Imposto de Renda (30%)	-3.162.272	-3.162.272	-3.162.272
Lucro após impostos	7.378.634	7.378.634	7.378.634
Fluxo de caixa operacional	7.410.423	7.410.423	7.410.423

Fonte: A empresa.

Pode-se observar que devido à produção em grande escala, o investimento inicial de aproximadamente R\$1.300.000,00 se torna pequeno perto da previsão de lucro para um ano, considerando apenas o aumento da produção, mostrando um valor sete vezes maior que seu investimento.

Como não existem informações detalhadas por mês de produção para 2017, apenas o valor anual, a tabela 13 exibe o *payback* simples do investimento para o ano de 2017 dividindo o ano em doze partes iguais para simular o mês evidenciando um *payback* em curto prazo de dois meses e cinco dias aproximadamente.

Tabela 13 – Projeção para 2017.

2017	Fluxo de Caixa	Saldo do Investimento
-	-1.327.824	-1.327.824
Janeiro	614.886	-712.938
Fevereiro	614.886	-98.052
Março	614.886	516.834
Abril	614.886	1.131.721
Maio	614.886	1.746.607
Junho	614.886	2.361.493
Julho	614.886	2.976.379
Agosto	614.886	3.591.265
Setembro	614.886	4.206.151
Outubro	614.886	4.821.037
Novembro	614.886	5.435.923
Dezembro	614.886	6.050.810

Fonte: A empresa.

5 CONCLUSÕES

A competitividade instalada no mercado com a globalização mantém as empresas com foco no aumento da produtividade, manutenção da capacidade produtiva e investimento em marketing e vendas. O estudo de gargalos torna-se, então, uma ferramenta muito importante para identificar qual é o seu recurso limitante. O recurso limitante pode ser, por exemplo, um equipamento ou uma operação de montagem cuja complexidade é maior comparada às outras operações.

Ao identificar o gargalo, torna-se viável a análise do setor de forma mais detalhada, podendo identificar dentro do gargalo, uma oportunidade de investimento em uma máquina para aumentar a capacidade, caso o limitante seja o equipamento, ou um estudo de tempos para simplificar a operação.

Com o objetivo de identificar este recurso gargalo na linha, foi feito um estudo de capacidade produtiva da linha, considerando perdas de capacidade, para analisar o que pode ser feito para ser possível atender à demanda prevista para a linha.

A linha estudada está no limite de sua capacidade produtiva, isso gera um risco alto considerando o fato de que a linha terá um aumento na sua demanda através de estimativas e investimentos em mercado já programados. Caso a linha não atenda à demanda no futuro, certamente outras marcas preencherão esta lacuna.

Feito a análise do recurso gargalo, foi evidenciado que o recurso limitante é o equipamento, já que se trata de uma linha com fluxo contínuo de fabricação e que envolve pouca operação manual. Para aumentar sua capacidade produtiva, então, será necessário investimento em maquinário.

Foi feita uma análise de investimentos chegando à proposta da compra de uma máquina de embalagem similar às já utilizadas na linha, isto facilitará a manutenção dos equipamentos e replicação das melhorias realizadas no setor. Com esse investimento, a linha terá um incremento na sua capacidade de 33% podendo então atender às necessidades futuras e produzir outros produtos similares na linha.

Devido à produção de biscoitos serem realizadas em grande escala, o incremento de 33% de capacidade produtiva representará 5.611 toneladas de biscoitos por ano. O investimento de R\$1.300.000,00 torna-se então pequeno ao comparar com o incremento no volume de produção e vendas. Este fato foi evidenciado no cálculo de *payback* mostrando que o investimento inicial será pago através do incremento no fluxo de caixa em 2 meses e 5 dias aproximadamente.

Conclui-se que o estudo de gargalos conseguiu identificar a causa de um problema de capacidade produtiva. O problema em estudo é o atendimento da demanda nos próximos anos para este produto, que estava em risco. O estudo de gargalos trouxe uma visão macro da linha, podendo constatar o que pode ser feito para resolver o problema.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA R, Almeida M, Medeiros K. Análise do Processo Produtivo e a Identificação de Gargalos na Produção do Caulim. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção [Internet]. **Anais...** 2009 [13/06/2016]: 1-14. Disponível em:<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_091_621_13252.pdf>.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **As decisões de investimentos**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2007. – (Série desvendando as finanças; v.2).

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**. 2ª ed. São Paulo: Atlas; 2010.

FUSCO, José Paulo; SACOMANO, José Benedito. **Operações e gestão estratégica**. 1ª ed. São Paulo: Arte & Ciência; 2007.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. – São Paulo: Atlas, 1991.

KRAJEWSKI L, RITZMAN L. **Administração de produção e operações**. 8ª ed. São Paulo: Peason Prentice Hall; 2009.

MARTINS, Petronio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MARTINS, Eduardo. **Passos para implementar o Just-in-Time**. 2012. Disponível em: <<https://vstream.wordpress.com/2012/01/04/passos-para-implementar-o-just/>>. Acesso em 13 de setembro de 2016.

NETO, Alexandre Assaf; LIMA, Fabiano Guasti. **Curso de administração financeira**. -3. ed. – São Paulo: Atlas, 2014.

RODRIGUES, Edilson Alves; CARNEVALLI, José Antonio; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Uma investigação sobre a relação entre o projeto do produto e produção em uma montadora automotiva e fornecedores de motores que adotam a modularidade. *Prod.*, São Paulo, v. 22, n. 3, p.337-379, 2012. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132012000300002&lng=en&nrm=iso>.

SELLTIZ, Claire; JAHODA, Marie; DEUTSCH, Morton; COOK, Stuart. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Herder, 1967.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart. **Administração da Produção**. 3ª ed. São Paulo: Atlas; 2009.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert; BETTS, Alan. **Gerenciamento de operações e de processos: princípios e práticas de impacto estratégico**. – 2. ed. Porto Alegre, 2013.