



Estudo da capacidade de produção de uma empresa de linha branca

Aluna: Christiane Aparecida Lopes Portella
Orientador: Kleber Francisco Esposto

São Carlos
2013

Christiane Aparecida Lopes Portella

Estudo da capacidade de produção de uma empresa de linha branca

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheira de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto

São Carlos

2013

RESUMO

PORTELLA, C. A. L. *Estudo da capacidade de produção de uma empresa de linha branca.* Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.

O presente trabalho é um estudo da atual capacidade de produção de um produto de uma empresa multinacional de linha branca e define o plano de investimentos necessário para atender a demanda dos próximos três anos. Para tanto, faz-se uma revisão dos conceitos de planejamento e controle da demanda e da capacidade. Na etapa de estudos, realiza-se uma análise da empresa em questão, verificando as circunstâncias às quais ela está inserida. Ainda nessa etapa, são apresentadas as características do produto a ser analisado. Em seguida, calcula-se a capacidade de fabricação das peças que compõem o produto, além da capacidade de montagem do produto final. Na etapa seguinte, o trabalho utiliza as informações de demanda estimada para os próximos três anos e da capacidade de produção total calculada e, ainda, define um plano de investimentos, a fim de atender a essa demanda.

Palavras-chave: planejamento e controle da produção, planejamento e controle da demanda, planejamento e controle da capacidade, empresa multinacional, linha branca.

ABSTRACT

PORTELLA, C. A. L. *Production capacity study of a white-good appliances company*. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2013.

The present work carries through a study of the current production capacity of the product of a multinational company of white-good appliances and defines the investment plan necessary to meet the demand of the next three years. Therefore, a review of the concepts of demand and capacity planning and control is made. In the studies stage, an analysis of the company in question is conducted, verifying the circumstances in which it is inserted. Still in this stage, the characteristics of the product to be analyzed are presented. Next, the capacity of fabrication of the parts that compose the product and the assembly of the final product capacity are calculated. Finally this work uses the estimated demand for the next three years and the total production capacity calculated before, to structure an investment plan to meet that demand.

Keywords: production planning and control, demand planning and control, capacity planning and control, multinational company, white-good appliances.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Passos para realização do trabalho..... | 15 |
| Figura 2 - Comportamento do Planejamento e Controle ao longo do tempo | 18 |
| Figura 3 - Atividades de Planejamento e Controle..... | 19 |
| Figura 4 - Redução do tempo disponível para utilização de uma máquina..... | 20 |
| Figura 5 - Carregamento Finito | 20 |
| Figura 6 - Carregamento Infinito..... | 21 |
| Figura 7 - Sistema genérico de previsão de vendas..... | 23 |
| Figura 8 - Capacidade de Projeto, Capacidade Efetiva e Volume de Produção Real | 27 |
| Figura 9 - Políticas de capacidade constante que usam a formação de estoques por antecipação para atender a demanda futura..... | 34 |
| Figura 10 - Política de capacidade constante com subutilização dos recursos..... | 35 |
| Figura 11 - Políticas de acompanhamento da demanda com mudanças na capacidade que refletem as mudanças na demanda | 36 |
| Figura 12 – Processo de Emissão de Ordens de Produção | 40 |
| Figura 13 - Estrutura de Fabricação de Peças..... | 41 |
| Figura 14 - Modularidade do Produto | 43 |
| Figura 15 - Identificação das Peças | 43 |
| Figura 16- Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas por Todos os Modelos | 46 |
| Figura 17 - Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas pelos Modelos de cada Plataforma..... | 47 |
| Figura 18- Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas por Alguns Modelos | 48 |
| Figura 19 - Capacidade de Produção das Peças Específicas de Cada Modelo..... | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 20- Análise Comparativa Capacidade Montagem x Capacidade de Fabricação de Peças Compartilhadas por Todos os Modelos | 51 |
| Figura 21 - Análise Comparativa Capacidade Montagem x Capacidade de Fabricação de Peças Compartilhadas pelos Modelos de Cada Plataforma | 52 |
| Figura 22 – Exemplo de Produto | 53 |
| Figura 23 – Identificação das Peças Referentes à Figura 23..... | 53 |
| Figura 24 - Análise Comparativa Capacidade Montagem x Capacidade de Fabricação de Peças Compartilhadas por Alguns os Modelos..... | 54 |
| Figura 25 - Análise Comparativa Capacidade Montagem x Capacidade de Fabricação de Peças Específicas de Cada Modelo | 55 |
| Figura 26 - Building Blocks..... | 56 |
| Figura 27 - Demanda Agregada Média Diária por Mês de 2014..... | 57 |
| Figura 28 - Demanda Agregada Média Diária por Mês de 2015 | 58 |
| Figura 29 - Demanda Agregada Média Diária por Mês de 2016..... | 59 |
| Figura 30 - Plano de Investimento em Capacidade 2014..... | 62 |
| Figura 31 - Building Blocks ao final de 2014..... | 63 |
| Figura 34 - Building Blocks ao final de 2015 | 65 |
| Figura 35 - Resumo de Investimentos até 2016..... | 66 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Níveis diferentes de decisões sobre capacidade produtiva | 30 |
| Quadro 2 - Maneiras de Acomodar Mudanças de Capacidade de Longo Prazo | 32 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Dados Peças Compartilhadas por Todos os Modelos | 44 |
| Tabela 2 - Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas por Todos os Modelos | 45 |
| Tabela 3 - Dados Peças Compartilhadas pelos Modelos de Cada Plataforma..... | 46 |
| Tabela 4 - Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas pelos Modelos de Cada Plataforma | 46 |
| Tabela 5 - Dados Peças Compartilhadas por Alguns Modelos | 47 |
| Tabela 6 - Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas por Alguns Modelos | 47 |
| Tabela 7 - Dados Peças Específicas de Cada Modelo | 48 |
| Tabela 8 - Capacidade de Produção das Peças Específicas de Cada Modelo | 48 |
| Tabela 9 - Dados Linhas de Montagem | 50 |
| Tabela 10 - Capacidade de Cada Linha de Montagem | 50 |
| Tabela 11 - Demanda Desagregada Média Diária por Mês de 2014 | 57 |
| Tabela 12 - Demanda Desagregada Média Diária por Mês de 2015 | 58 |
| Tabela 13 - Demanda Desagregada Média Diária por Mês de 2016 | 58 |
| Tabela 14 -Nova Estrutura de Linhas de Montagem | 60 |
| Tabela 15 - Nova configuração de Moldes/Ferramentas/ Processos Específicos para 2014 ... | 61 |
| Tabela 16- Novas Capacidades Peças Fabricadas para 2014..... | 62 |
| Tabela 17 - Nova configuração de Moldes/Ferramentas/ Processos Específicos para 2015 ... | 64 |
| Tabela 18 - Novas Capacidades Peças Fabricadas para 2015..... | 64 |

LISTA DE EQUAÇÕES

| | |
|---|----|
| Equação 1 - Capacidade de Fabricação de Peças | 45 |
| Equação 2 - Capacidade de Montagem | 50 |
| Equação 3 - Capacidade Total de Montagem | 51 |
| Equação 4 - Resultado da Capacidade Total de Montagem | 51 |
| Equação 5 - Capacidade de Montagem Nova Linha | 61 |
| Equação 6 - Nova Capacidade Total de Montagem | 61 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|------|---|
| OEE | <i>Overall Equipment Effectiveness</i> , em português Eficácia Geral de Equipamento |
| PCTM | Peças Compartilhadas por Todos os Modelos |
| PCMP | Peças Compartilhadas pelos Modelos de cada Plataforma |
| PCAM | Peças Compartilhadas por Alguns Modelos |
| PEM | Peças Específicas de cada Modelo |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO..... | 3 |
| ABSTRACT | 4 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 5 |
| LISTA DE QUADROS..... | 7 |
| LISTA DE TABELAS..... | 8 |
| LISTA DE EQUAÇÕES | 9 |
| LISTA DE SIGLAS..... | 10 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 13 |
| 1.1. CONTEXTO | 13 |
| 1.2. JUSTIFICATIVA E QUESTÃO DE PESQUISA..... | 14 |
| 1.3. OBJETIVO | 14 |
| 1.4. METODOLOGIA E ESTRUTURA DO TRABALHO | 15 |
| 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 17 |
| 2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO | 17 |
| 2.1.1. DEFINIÇÃO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO | 17 |
| 2.1.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO | 17 |
| 2.1.3. ATIVIDADES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO | 18 |
| 2.2. DEMANDA | 22 |
| 2.2.1. DEFINIÇÃO DE DEMANDA..... | 22 |
| 2.2.2. PREVISÃO DA DEMANDA | 22 |
| 2.2.3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA DEMANDA | 24 |
| 2.3. CAPACIDADE..... | 24 |
| 2.3.1. DEFINIÇÃO DE CAPACIDADE | 24 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.2. MEDIDA DA CAPACIDADE..... | 25 |
| 2.3.3. UTILIZAÇÃO DA CAPACIDADE E SUAS RESTRIÇÕES..... | 28 |
| 2.3.4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE | 29 |
| 3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO..... | 39 |
| 3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA..... | 39 |
| 3.2. ESTRUTURA PRODUTIVA | 39 |
| 3.3. MEDIÇÃO DA CAPACIDADE ATUAL..... | 41 |
| 3.3.1. CAPACIDADE DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS | 41 |
| 3.3.2. CAPACIDADE DE MONTAGEM..... | 49 |
| 3.3.3. CAPACIDADE DE PRODUÇÃO TOTAL | 51 |
| 3.3.4. BUILDING BLOCKS | 55 |
| 3.4. PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE DE MÉDIO E LONGO PRAZO | 56 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 67 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 69 |

1. INTRODUÇÃO

1.1.CONTEXTO

Uma instituição empresarial tem como objetivo fundamental a lucratividade. Sendo o Lucro a diferença entre Preço de venda e Custo operacional, existem três maneiras da lucratividade de uma empresa ser maximizada: aumentando-se o preço de seu produto e/ou serviço, diminuindo-se seus custos, ou ambos. Tendo em vista que o preço é diretamente influenciado pelo mercado e, portanto, sua definição não cabe inteiramente às empresas, a busca pelo aumento da lucratividade deve ser alcançada através da máxima redução de seus custos operacionais.

Por definição, custo operacional é equivalente ao dinheiro desembolsado por uma empresa para manter seu sistema produtivo, ou seja, salários, estrutura física, depreciação, matérias-primas, energia etc. A maneira ideal de se trabalhar com o menor custo operacional é equilibrar demanda e capacidade, trabalhando-se próximo à máxima capacidade produtiva instalada da empresa. Segundo Slack (2002, p.343), “um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto que o equilíbrio “errado” pode ser potencialmente desastroso”.

Em situações de excesso de capacidade produtiva, ou até mesmo em capacidade produtiva insuficiente, custos extras e indesejáveis são gerados. No entanto, além dessas desvantagens, segundo Corrêa (2001), uma capacidade insuficiente causa uma deterioração do nível de serviços, principalmente no que diz respeito aos prazos e à confiabilidade; além de resultar no descontentamento dos funcionários da fábrica, devido à grande pressão e à falta de capacidade para cumprir os prazos prometidos.

No entanto, prever a demanda e planejar a capacidade não são tarefas simples. Para isso, segundo Slack (2002, p. 344) cabe ao Planejamento e Controle da Capacidade a tarefa de determinar a capacidade efetiva da operação produtiva, de forma que ela possa responder à demanda. Isso significa decidir como a operação deve reagir a flutuações na demanda, de modo a impactar positivamente nos custos, receitas, capital de giro, qualidade e velocidade de resposta.

1.2.JUSTIFICATIVA E QUESTÃO DE PESQUISA

Considerando o contexto do equilíbrio entre capacidade e demanda objetivando menores custos e melhor clima dentro de uma empresa, a proposta de pesquisa deste trabalho se traduz na necessidade de calcular a capacidade produtiva total atual e planejar a capacidade futura de forma a acompanhar a demanda de um produto de uma grande empresa de produtos de linha branca¹.

O mercado no qual a empresa está inserida é altamente competitivo e apresenta uma demanda sazonal bastante variável e de difícil controle. Além disso, os produtos fabricados por ela são formados por grande quantidade de peças, arranjados de forma complexa. Slack (2002) afirma ser a complexidade dos processos produtivos o principal problema da medição da capacidade, e a previsão da demanda o principal *input* para as decisões do planejamento e controle da capacidade.

1.3.OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo da atual capacidade instalada e capacidade produtiva total da companhia em questão e em seguida avaliar as necessidades de investimento para que a companhia alcance patamares mais elevados de capacidade, em função da demanda crescente.

Para tanto, será feita uma revisão sobre os conceitos de Planejamento e Controle da Produção, com foco em Capacidade. A partir disto, juntamente com o levantamento dos requisitos e condições atuais da empresa estudada, será possível realizar o estudo proposto por este trabalho.

É de relevância destacar que, a fim de preservar a política de segurança de informações da companhia estudada, alguns dados de caráter confidencial processados neste estudo serão necessariamente omitidos ou mascarados e, portanto, o capítulo de desenvolvimento do trabalho fornecerá algumas informações genéricas como resultado da pesquisa realizada dentro das dependências da companhia.

¹Linha branca é a linha de produtos eletrodomésticos de grande porte, como geladeira, freezer, fogão, micro-ondas, lavadora de roupas e ar condicionado, que historicamente têm como finalidade principal atender as necessidades básicas de uma residência.

1.4. METODOLOGIA E ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura macro deste trabalho foi desenvolvida segundo os passos descritos na Figura 1.

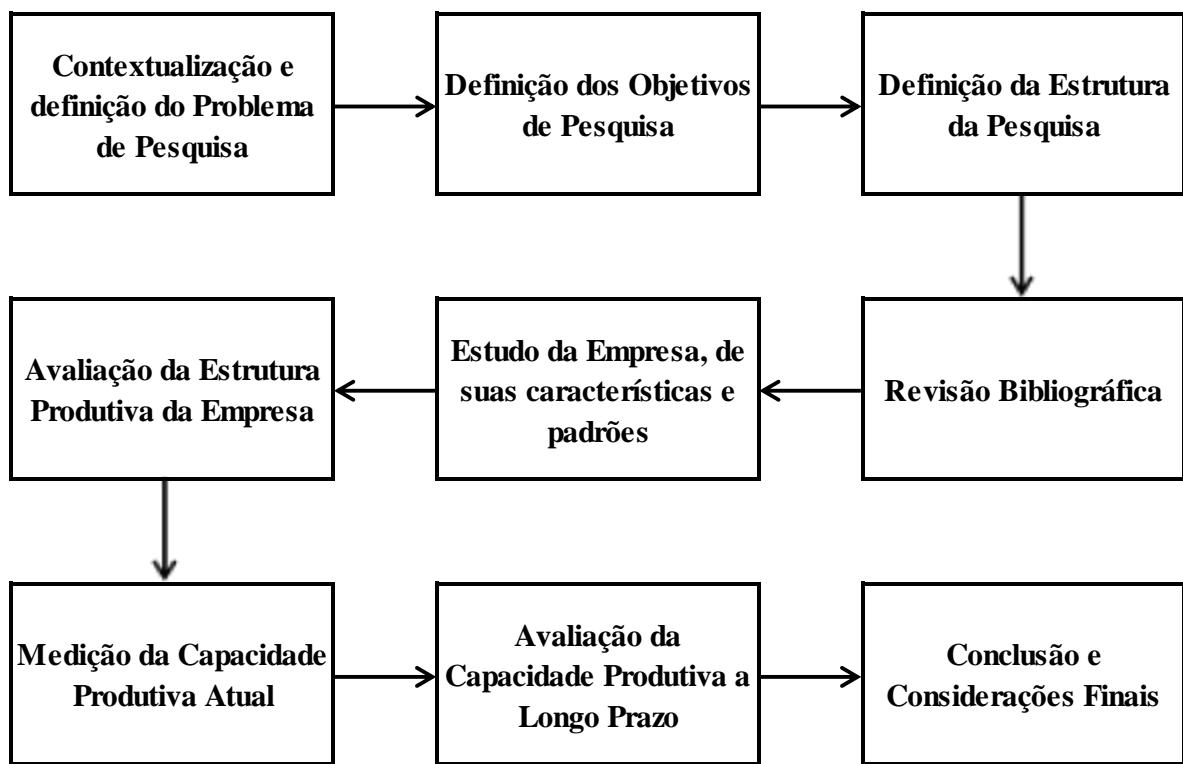


Figura 1 - Passos para realização do trabalho

Segundo esse fluxograma, após a introdução exposta neste capítulo, os demais capítulos deste trabalho dividem-se em:

- **Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica:** formado por uma revisão bibliográfica dos conceitos a serem aplicados neste trabalho;
- **Capítulo 3 – Desenvolvimento do Trabalho:** conta com uma descrição do desenvolvimento da pesquisa e análise dos resultados;
- **Capítulo 4 – Conclusão:** apresenta as conclusões e considerações finais do trabalho;
- **Referências Bibliográficas:** explicita as referências bibliográficas que serviram de subsídio para o desenvolvimento do presente trabalho de conclusão de curso (TCC).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

2.1.1. DEFINIÇÃO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Segundo Chiavenato (1990), planejamento “é a função administrativa que determina antecipadamente quais os objetivos a serem atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor maneira possível. (...) Por outro lado, controle é a função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho para assegurar que os planos sejam executados da melhor maneira possível.”.

Slack (2002) explica que “qualquer operação produtiva requer planos e controle, mesmo que o grau de formalidade e os detalhes possam variar. Algumas operações produtivas são mais difíceis de planejar que as outras. As que têm alto nível de imprevisibilidade podem ser mais difíceis de planejar. Algumas operações são mais difíceis de controlar do que outras. As que têm alto grau de contato com os consumidores podem ser difíceis de controlar devido à natureza imediata de suas operações e à variabilidade que os consumidores possam impor às mesmas.”.

De forma geral, o objetivo do planejamento e controle em um ambiente de manufatura é, portanto, garantir que os processos de produção ocorram eficaz e eficientemente e que produzam produtos e/ou serviços conforme requeridos pelos consumidores.

2.1.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO

A natureza do planejamento e controle muda ao longo do tempo. No longo prazo, a ênfase está mais no planejamento do que no controle, pois existe ainda pouco a ser controlado. É provável que se faça uso de previsões de demanda descritas em termos agregados possibilitando uma visão macro do cenário a ser trabalhado.

O planejamento e controle de médio prazo objetiva planejar com mais detalhes (e replanejar, se necessário), avaliando a demanda global que a operação deve atingir de forma parcialmente desagregada.

No curto prazo, muitos dos recursos terão sido definidos e poucas mudanças de grande escala nos recursos se farão possíveis. No entanto, as intervenções de curto prazo são possíveis caso o cenário planejado não esteja tomando efeito. É neste estágio que a demanda será avaliada de forma totalmente desagregada.

A Figura 2 ilustra como os aspectos do planejamento e controle variam conforme a proximidade da data do evento.

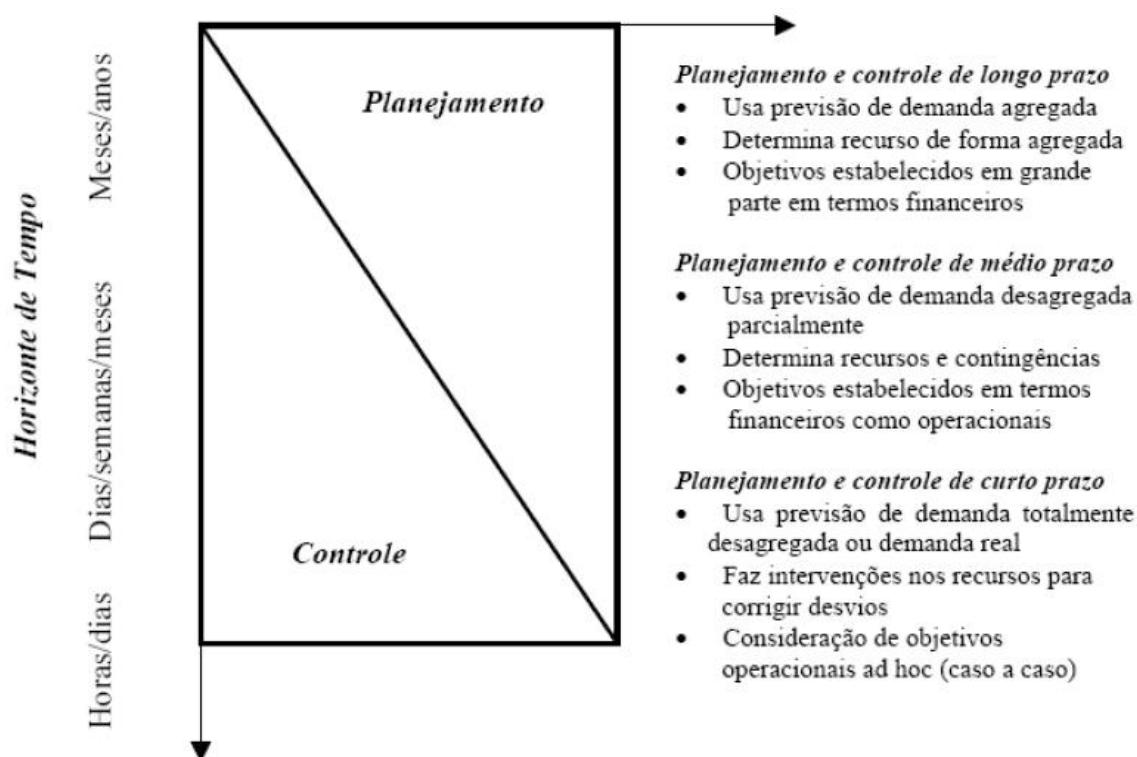


Figura 2 - Comportamento do Planejamento e Controle ao longo do tempo

Fonte: Slack, 2002

2.1.3. ATIVIDADES DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Em um lado, temos um conjunto de demandas, tanto gerais como específicas dos consumidores. No outro lado, temos os recursos da operação, que têm a capacidade de fornecer produtos e/ou serviços ao consumidor, mas aos quais ainda não foram dadas instruções de como fazer isso. São as atividades de planejamento e controle que proporcionam os sistemas, procedimentos e decisões que conciliam essas duas entidades em termos de volume, tempo e qualidade. Em vista de este trabalho dar ênfase nos dois primeiros aspectos, esta revisão bibliográfica seguirá os mesmos padrões.

Slack (2002) afirma que para conciliar volume e tempo, o planejamento e controle da produção desempenha quatro atividades justapostas: carregamento, sequenciamento, programação e controle, conforme apresentado na Figura 3.

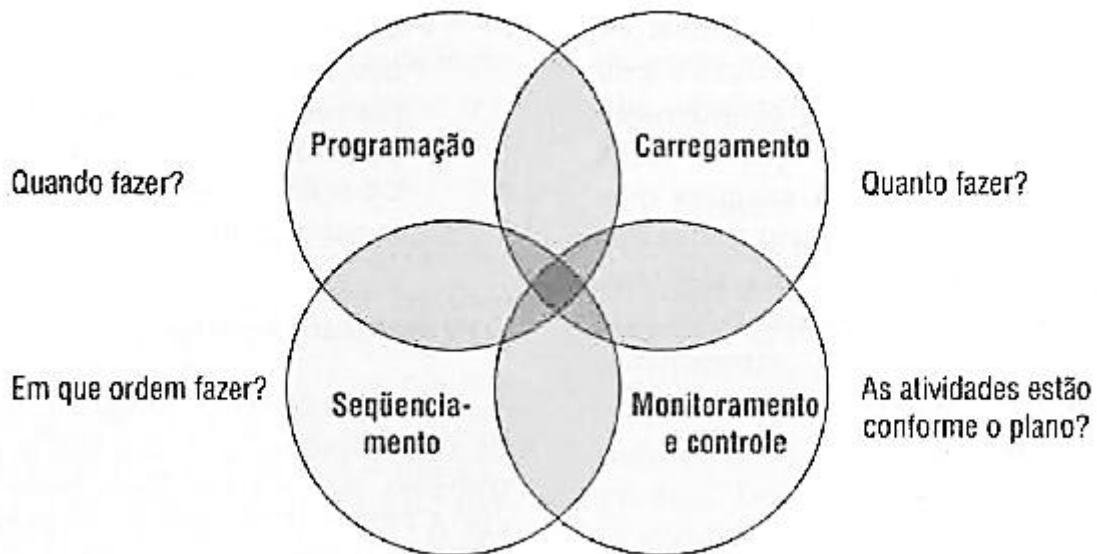


Figura 3 - Atividades de Planejamento e Controle

Fonte: Slack, 2002

Segundo Slack (2002), o carregamento é a quantidade de trabalho alocada para um centro de trabalho. Esse carregamento é limitado pelo seu tempo disponível real, o qual não é constante, pois está sujeito a uma série de variações devido a paradas programadas necessárias e a paradas não programadas. Dentre as paradas programadas, podemos listar aquelas referentes à manutenção das máquinas, limpeza da área, troca de ferramentas, paradas para descanso dos funcionários etc. Já as paradas não programadas se referem a quebras de máquina, acidentes etc. A Figura 4 ilustra a situação descrita acima.

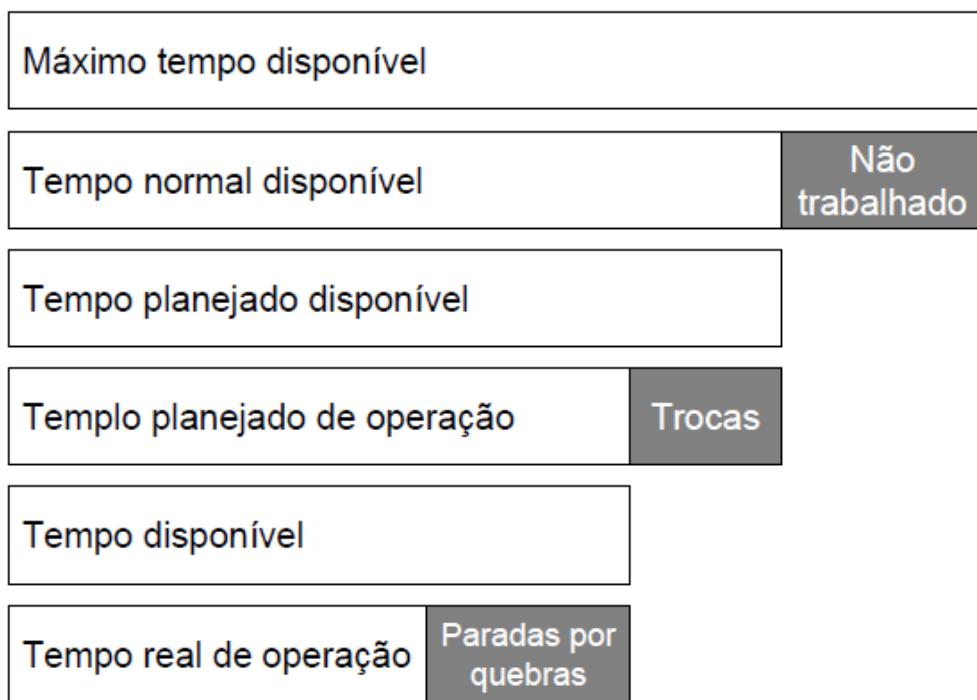


Figura 4 - Redução do tempo disponível para utilização de uma máquina
Fonte: Slack, 2002

Slack (2002) complementa que há duas abordagens principais ao carregamento: o finito e o infinito. O carregamento finito, como o nome explicita, somente aloca trabalho a um centro de trabalho até um limite estabelecido. Esse limite é a capacidade de trabalho do centro, a qual é baseada nos tempos disponíveis para carga. A Figura 5 mostra que o carregamento no centro de trabalho não é permitido quando exceder o limite da capacidade:

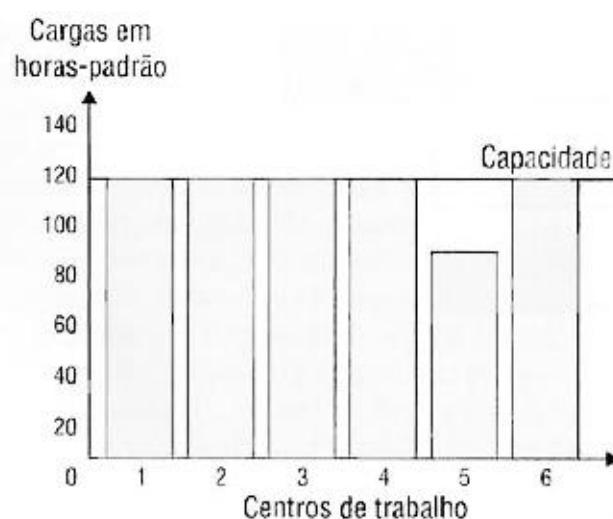


Figura 5 - Carregamento Finito
Fonte: Slack, 2002

O carregamento infinito não limita a aceitação de carregamento de trabalho de um centro, mas, em vez disso, tenta responder a ele. Essa abordagem é relevante para operações que não é possível limitar o carregamento, como por exemplo, um departamento de acidentes e emergências de um hospital; ou quando não é necessário limitá-lo, como nos casos do atendimento de um banco, no qual os consumidores estão dispostos a aceitar algum tempo de espera. A Figura 6 mostra um padrão de carregamento em que as limitações de capacidade não foram consideradas na programação do carregamento.

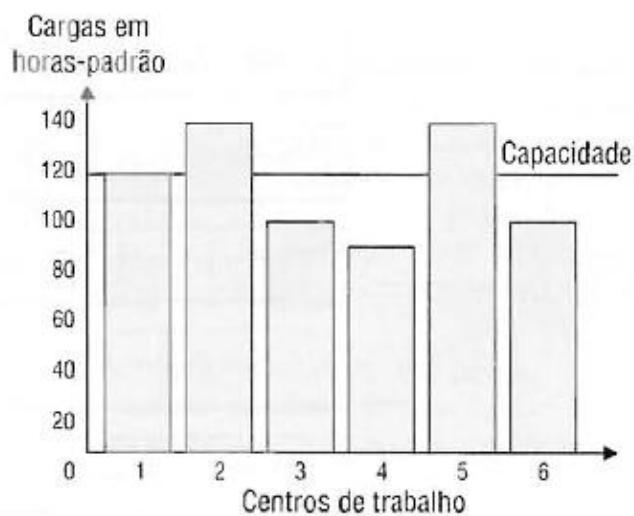


Figura 6 - Carregamento Infinito

Fonte: Slack, 2002

Seja a abordagem do carregamento finito ou infinito, é necessário decidir em qual ordem as tarefas serão executadas. Essa atividade é denominada *Sequenciamento*. Ele define as prioridades dadas ao trabalho em uma operação. Essas prioridades são frequentemente estabelecidas por um conjunto pré-definido de regras, que depende principalmente de informações de restrições físicas e de prioridades do consumidor.

Ao determinar a sequência de um trabalho, algumas operações requerem um cronograma detalhado, mostrando em que momento os trabalhos devem começar e terminar. Essa atividade é denominada *Programação*.

Concluída a criação de um plano para a operação, através do carregamento, sequenciamento e programação, cada parte da operação precisa ser monitorada e controlada para assegurar que as atividades planejadas estão de fato ocorrendo. A essa atividade é dado o nome de *Monitoramento e Controle*.

Como citado anteriormente, o planejamento e controle da produção é o elo entre demanda e capacidade e, portanto, é de grande importância que ele compreenda seus conceitos e comportamentos para alcançar seu objetivo. Por esse motivo, a seguir, serão apresentados os conceitos, características e propriedades de demanda e capacidade.

2.2. DEMANDA

2.2.1. DEFINIÇÃO DE DEMANDA

Por definição, demanda é um princípio econômico que descreve a quantidade e qualidade de um produto que seus consumidores desejam, têm disposição e habilidade para adquirir, a um preço determinado, em um momento determinado.

2.2.2. PREVISÃO DA DEMANDA

Para algumas operações, a demanda é razoavelmente previsível, para outras, ela é imprevisível mesmo no curto prazo, no entanto, em nenhum dos casos é alcançada uma previsão 100% correta, pelo contrário, na maioria delas não se chega nem perto disto. Segundo Corrêa (2001), essas incertezas e erros provêm de duas fontes distintas: a primeira delas corresponde ao próprio mercado, que, dada sua natureza, pode ser bastante instável e de baixa previsibilidade; a segunda corresponde ao sistema de previsão, que, com base em dados coletados do mercado e de dados históricos, gera uma informação que pretende antecipar a demanda futura, informação esta que pode conter incertezas em virtude da própria eficácia (ou falta dela) do sistema de previsão. A primeira fonte de incerteza não pode ser controlada, e imprime o efeito da imprevisibilidade do mercado a todas as empresas igualmente, não causando danos à competitividade de alguma delas em específico. A segunda, no entanto, merece preocupação, pois faz a diferença quanto ao desempenho da empresa diante de seus concorrentes.

Como a previsão é uma das informações mais importantes para o planejamento, conclui-se que qualquer processo de planejamento sofre em virtude de erros de previsão. Slack (2002, p.347) afirma ser a previsão da demanda, o principal *input* para as decisões do planejamento e controle da capacidade. Sem uma estimativa de demanda futura, não é possível se planejar efetivamente para eventos futuros, somente reagir a eles. Dessa maneira, as empresas devem

estar continuamente na busca por diretrizes e métodos que resultem na melhor previsão possível.

Usualmente a previsão da demanda é de responsabilidade do departamento de vendas e/ou marketing, que passa a informação para a área de planejamento da capacidade e produção da empresa. É bastante importante que as duas áreas “falem a mesma língua”, ou seja, os dados levantados e processados pelo marketing devem ser expressos em termos úteis para o planejamento da capacidade. Por exemplo, se as previsões forem expressas em unidades monetárias, elas precisarão ser traduzidas para unidades de capacidade tangíveis ao planejamento, como unidades de produto final, horas-máquina, pessoal operacional necessário etc.

Outro requisito característico da previsão da demanda é que ela deve ser tão precisa quanto possível, e explicitar seu grau de incerteza relativa, pois grandes alterações na execução do que foi planejado pode resultar em custos altos e desnecessários e/ou em qualidade insatisfatória aos clientes. O fluxo de previsão da demanda está ilustrado na Figura 7 extraída de Corrêa (2001).

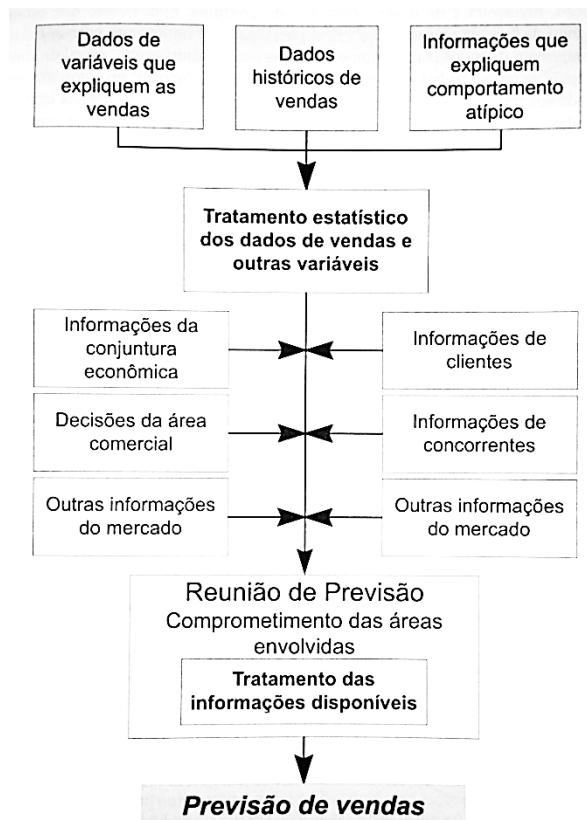


Figura 7 - Sistema genérico de previsão de vendas
Fonte: Corrêa, 2001

2.2.3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA DEMANDA

Slack (2002) defende que “uma demanda estável e uniforme pode permitir que uma organização reduza custos e melhore o serviço; a capacidade pode ser mais bem utilizada e o lucro potencial pode ser melhorado. Muitas organizações reconhecem esses benefícios e tentam “administrar a demanda” de varias formas. O objetivo é transferir a demanda dos períodos de pico para períodos tranquilos.. Dentro desse contexto, o papel do gerente de produção é de identificar e avaliar os benefícios da gestão da demanda e assegurar que as mudanças resultantes na demanda sejam satisfatoriamente atendidas pelo sistema de produção.

Um método de administrar a demanda é mudá-la. O mecanismo mais comum para se alcançar esse objetivo é a variação do preço do produto, estimulando a demanda fora de pico e restringindo a de pico, regulando-a tanto quanto possível. As organizações também podem tentar aumentar a demanda em períodos de baixa por meio de propaganda adequada. No entanto, às vezes as alternativas anteriores não são tão efetivas quanto desejado, e é necessária uma abordagem mais radical para preencher períodos de baixa, como por exemplo, desenvolver novos produtos que possam ser produzidos nos processos existentes, mas que tem padrões de demanda diferentes ao longo do ano. Os benefícios aparentes de preencher a capacidade dessa forma devem ser comparados com os riscos de prejudicar o produto ou serviço principal e a operação deve ser totalmente capaz de servir aos dois mercados.

Entretanto, nem sempre é possível gerir a demanda. Nesses casos, a solução é responder às suas variações, através da gestão da capacidade.

2.3. CAPACIDADE

2.3.1. DEFINIÇÃO DE CAPACIDADE

Dentro da literatura é possível encontrar diversas definições de capacidade, que, apesar de gramaticalmente diferentes, convergem na essência do significado.

Segundo Slack (2002, p. 344), “a capacidade de uma operação é o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo que o processo pode realizar sob condições normais de operação.”.

Azzolini (2012) define capacidade como a “habilidade de alocar tarefas (ordens de produção) a um centro de trabalho, por um determinado período de tempo programado”.

Chiavenato (1990, p. 49) afirma que “a capacidade de produção da empresa constitui o potencial produtivo que ela dispõe; é aquilo que a empresa pode produzir em condições normais. Em outras palavras, representa o volume ideal de produção de produtos/serviços que a empresa pode realizar”.

Para Corrêa (2004), “capacidade deve ser vista como um potencial, um volume máximo possível de ser obtido, e não deve, assim, ser confundido com os níveis de saída que a operação está produzindo em certo momento do tempo. Esse volume de saídas produtivas pode estar mais perto ou mais longe do potencial produtivo (da capacidade) da unidade, e essa relação entre o potencial e a parcela desse potencial que está sendo de fato utilizado pode ser um indicador de quanto boa é a utilização da capacidade produtiva.”. Ele também afirma que as decisões sobre capacidade normalmente incluem as seguintes atividades:

- avaliação da capacidade existente;
- previsões de necessidades futuras de capacidade;
- identificação de diferentes formas de alterar a demanda.
- identificação de diferentes formas de alterar a capacidade no curto, médio e longo prazo;
- avaliação do impacto da decisão a respeito de capacidade sobre o desempenho da operação;
- avaliação econômica, operacional e tecnológica de alternativas de incrementar capacidade;
- seleção de alternativas para a obtenção de capacidade adicional.

2.3.2. MEDIDA DA CAPACIDADE

Gaither (2004) explica que diversos fatores subjacentes ao conceito de capacidade tornam sua medida, seu uso e entendimento um tanto complexo. Primeiramente, variações diárias como ausências e férias de empregados, quebra de equipamentos, atrasos na entrega de materiais, se combinam para tornar incerta a capacidade de produção das instalações. Em segundo lugar, as cadências de produção de diferentes produtos e serviços não são as mesmas – 50 produtos “A” podem usar a mesma capacidade de produção que 20 produtos “B”.

Desse modo, segundo Vollman (2006), a primeira tarefa a ser cumprida para se medir a capacidade é identificar criativamente os recursos fundamentais e com suprimento limitado, afinal, o controle da capacidade é muito complicado para ser aplicado a todos os recursos. O próximo passo é definir a melhor maneira de olhar para a capacidade. Existem basicamente duas maneiras distintas de visualizá-la: pelos recursos disponíveis (horas de máquinas, funcionários etc) – mais simples, pois não depende do *mix* de produção –, ou pelo volume de produtos passíveis de produção (unidades produzidas por hora) – mais complexo, pois depende do *mix* de produção. Em seguida, é necessário definir a unidade de medida da capacidade a ser analisada. Depois que o recurso e a unidade de medida foram determinados, a próxima preocupação é estimar a capacidade disponível.

Existem diferentes capacidades intrínsecas a uma operação. Slack (2002) faz referência a duas delas: a capacidade de projeto, e a capacidade efetiva. Segundo ele, *Capacidade de Projeto* ou *Capacidade Teórica*, como também é denominada, é aquela determinada pelos projetistas técnicos antes da implementação de um projeto. Entretanto, uma fábrica não é capaz de funcionar continuamente em sua velocidade máxima – produtos diferentes demandam tempos diferentes e é necessário resguardar certo tempo disponível para paradas programadas de manutenção do processo. O resultado da Capacidade de Projeto, subtraído das “perdas de capacidade” devido a essas paradas programadas é denominada *Capacidade Efetiva*. Ainda assim, a capacidade efetiva não representa a real entrega do processo, pois o mesmo ainda está sujeito a perdas não programadas, como quebras de máquinas e descartes por qualidade. O resultado da subtração da Capacidade Efetiva e das perdas não programadas é denominado *Volume de Produção Real*, que representa efetivamente a quantidade de produtos entregues por um processo.

Azzolini (2012) chama o Volume de Produção Real de Slack de *Capacidade de Produção Real* e explica que ela nem sempre é constante, pois pessoas e máquinas podem ser adicionadas ou eliminadas ao processo; as máquinas se deterioram com o tempo, ou podem ser sobrecarregadas para aumentar sua produtividade; novas pessoas, com menos treinamento, são alocadas, e, em alguns momentos, a eficiência da mão-de-obra melhora. Ele ainda define outra capacidade não mencionada por Slack, a *Capacidade Demonstrada*. Ela reflete o que cada centro de trabalho produziu em um passado recente. Trata-se de uma reflexão verdadeira do que o centro de trabalho é capaz de produzir dentro daquelas condições e circunstâncias passadas (*mix* de produção, programação das tarefas, níveis de pessoal, eficiência e utilização).

Uma maneira interessante de se analisar as capacidades descritas por Slack (2002) é calculando a proporção entre o volume de produção realmente alcançado por uma operação e a sua capacidade de projeto, e entre o primeiro e a capacidade efetiva da mesma operação. Essas duas taxas são respectivamente chamadas de *Utilização* e *Eficiência da planta*. A Figura 8 exemplifica quantitativamente a diferença entre os conceitos apresentados.

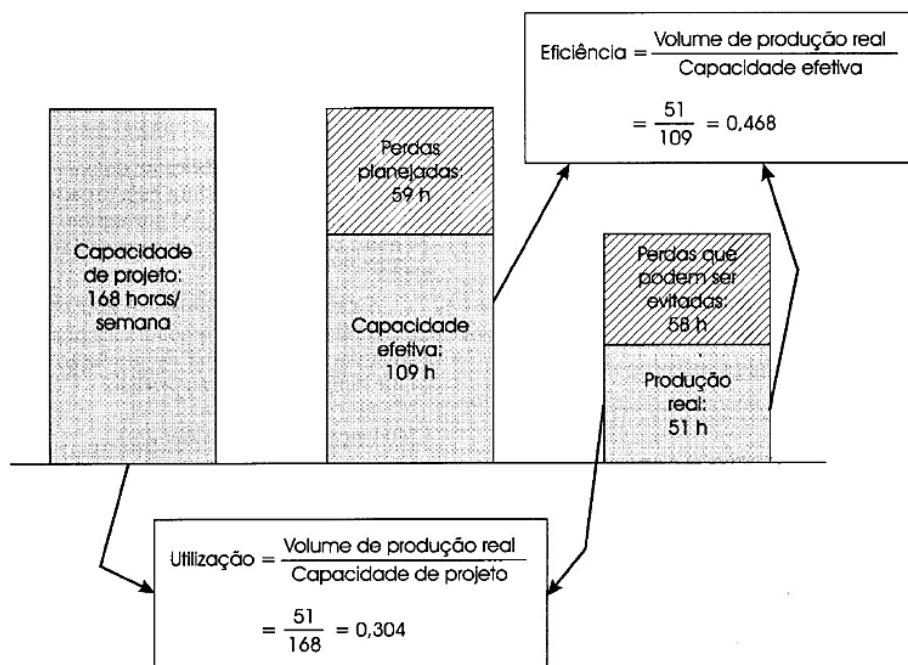


Figura 8 - Capacidade de Projeto, Capacidade Efetiva e Volume de Produção Real
Fonte: Slack, 2002

Outra maneira de julgar eficiência produtiva, que está se tornando bastante comum dentro das empresas, é através do OEE (Overall Equipment Effectiveness, em português Eficácia Geral de Equipamento). Essa medida, no entanto, se refere aos itens individuais de equipamento de operações produtivas. Ela é baseada em três aspectos de desempenho: *velocidade* ou taxa de atravessamento do equipamento (seu tempo de ciclo), *qualidade* do produto ou do serviço que se produz e *tempo* que está disponível para operar. Segundo Slack (2002, p. 353), “vistas de forma isolada, essas métricas são indicadores importantes do desempenho da operação, mas não fornecem uma visão completa da eficácia geral da máquina. Isso pode ser entendido olhando-se o efeito combinado das três medidas, calculadas ao multiplicar as três métricas individuais. Todas as perdas de desempenho OEE podem ser expressas em unidades de tempo – o tempo de ciclo para produzir uma peça boa. Assim, a rejeição de uma peça equivale a uma perda de tempo. Na verdade, isso significa que o OEE representa o tempo de operação válido como uma porcentagem da capacidade de projeto.”.

2.3.3. UTILIZAÇÃO DA CAPACIDADE E SUAS RESTRIÇÕES

Slack (2002) afirma que muitas empresas usam a taxa de Utilização da capacidade como medida chave do desempenho da produção, e exigem altos níveis de utilização antes de autorizar o investimento em capacidade adicional. Infelizmente, essa medida pode levar a conclusões errôneas, pois uma baixa utilização pode ser resultado de inúmeros fatores: demanda baixa, paradas frequentes de produção, faltas de materiais, greves etc. Por isso, é necessário medir-se conjuntamente o desempenho de diversas partes do empreendimento, além da operação produtiva. É importante ressaltar também, que nem sempre é desejável procurar uma alta utilização, pois isso pode resultar na formação de estoques em processo, na redução da velocidade de resposta e na flexibilidade de volume da operação.

A grande maioria das organizações opera abaixo de sua capacidade máxima de processamento, seja porque a demanda é insuficiente para preencher sua capacidade, ou por uma política deliberada de que a operação seja capaz de responder rapidamente a cada novo pedido.

É bastante comum também, que empresas produtoras trabalhem com algumas partes de sua operação funcionando abaixo de sua capacidade, enquanto outras partes usam sua capacidade máxima. Essas últimas são as operações que limitam a capacidade de produção da organização, e são usualmente chamadas de *gargalos*. Vollmann (2006) afirma que, segundo Eliyahu Goldratt, desenvolvedor da Teoria das Restrições, uma hora de capacidade perdida num centro de trabalho gargalo é uma hora de capacidade perdida na empresa inteira, enquanto uma hora de capacidade ganha em um centro de trabalho não-gargalo, somente aumentará o estoque de materiais em processo e a confusão.

Ainda segundo Vollmann (2006), Goldratt também defende que há uma importante distinção a ser feita entre utilização e ativação de recurso. Utilização se refere ao percentual de ocupação da capacidade de um processo que resulte na contribuição real para a entrega final de produção, dessa forma, ativar um recurso não gargalo mais do que o suficiente para alimentar um recurso gargalo limitante não contribui em nada com a entrega final da produção, e, portanto, não pode ser chamada de “utilização do recurso”. Desse modo, a utilização de um processo não gargalo, será sempre limitado pela utilização do processo gargalo da cadeia.

Segundo Corrêa (2004), tradicionalmente, a abordagem para solucionar esse desequilíbrio de utilização, era de balancear a capacidade das várias etapas de um processo produtivo e, então, tentar estabelecer um fluxo de materiais suave e, se possível, contínuo. No entanto, ele afirma que Goldratt advoga que o balanceamento de capacidade é impossível de ser conseguido numa maioria das situações, já que, com uma variedade crescente de produtos sendo processados em unidades produtivas, as produtividades relativas dos diferentes itens de produtos fatalmente resultarão em desbalanceamentos. Desse modo, o que se deveria buscar é um melhor balanceamento do fluxo de produção na fábrica, garantindo que em cada etapa de um processo produtivo, o fluxo atravessando o sistema seja balanceado. Essa é uma forma de impedir que surjam os indesejáveis estoques em processo no sistema – que fatalmente surgirão sempre que num processo o fluxo de uma etapa superar o fluxo da etapa seguinte.

2.3.4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE

Corrêa (2004) afirma que a função de uma unidade produtiva é atender adequadamente sua demanda e, por isso, é função do gestor da produção garantir que a operação tenha a capacidade necessária e suficiente para que o atendimento dessa demanda ocorra.

Segundo Pascualini (2010), o planejamento e controle da capacidade “é a atividade que tem como objetivo calcular a carga de cada centro de trabalho para cada período no futuro, visando prever se os recursos de chão de fábrica terão capacidade para executar um determinado plano de produção para suprir uma determinada demanda de produtos ou serviços.” e reconhecer as necessidades de expansão ou encolhimento dessa capacidade.

Corrêa (2004) explica que as decisões envolvidas no planejamento e controle da capacidade produtiva são diferentes conforme as “inéncias decisórias” envolvidas e não são, necessariamente, exclusivamente estratégicas, requerendo grande antecedência. Há também decisões do dia-a-dia numa operação, que requerem uma antecedência muito menor. Isso nos leva a observar que as decisões sobre capacidade são múltiplas e uma forma útil de entender essa multiplicidade é classificar as decisões em termos de sua inéncia, ou seja, do tempo que levam para tomar efeito. O Quadro 1, extraído de Corrêa (2004), ilustra essa ideia:

Quadro 1 - Níveis diferentes de decisões sobre capacidade produtiva

| Inercia | Horizonte | Questões Principais | Nível decisório | Decisões Típicas |
|---------|------------------------|--|-------------------------|---|
| Longa | Meses / Anos | Que nível global de capacidade necessitaremos ao longo do horizonte? Que padrão de decisões devemos adotar para alteração dos níveis globais de capacidade? | Estratégico / direção | Novas unidades de operações Expansões de unidades Aquisição alteração de tecnologia de processo |
| Média | Semanas / Meses | Devemos utilizar produção nivelada ou acompanhar a demanda com a produção? Que composto de funcionários próprios e de terceiros usar para atender as flutuações de demanda? | Tático / média gerencia | Turnos de trabalho ao longo do horizonte Terceirização de capacidade Dimensionamento de pessoal Aquisição: recursos de menor porte |
| Pequena | Horas / Dias / Semanas | Que recursos alocar para que tarefas? Como acomodar flutuações de demanda no curtíssimo prazo? | Operacional | Alocação de pessoal entre setores Horas extras Alocação de pessoal no tempo Controle de entrada e saída de fluxo por recurso |

Fonte: CORRÊA (2004)

Assim como no planejamento e controle da produção, no longo prazo, a ênfase está mais no planejamento do que no controle e se faz uso de previsões de demanda, descritas em termos gerais e agregados, possibilitando uma visão macro do cenário a ser trabalhado. Já no médio prazo, que objetiva planejar com mais detalhes, busca-se visualizar demanda e

capacidade de um ponto de vista parcialmente desagregado. No curto prazo, a demanda será avaliada de forma quase completamente desagregada. E no curtíssimo prazo, onde o nível de detalhamento é máximo, trabalha-se com a capacidade e demanda totalmente desagregada, diferenciando-se os produtos por suas mínimas diferenças.

Com uma compreensão da demanda e da capacidade, o próximo passo é considerar os métodos alternativos de gerir a capacidade de inércia longo prazo, de forma que seja possível responder à demanda de longo prazo para, em seguida, estudar a inércia média de maneira que ela seja capaz de responder a flutuações na demanda de médio prazo e, finalmente, considerar os métodos de gestão da inércia pequena que permitam às empresas responderem as flutuações de demanda de curto e curtíssimo prazo.

2.3.4.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE DE LONGO PRAZO

Alinhada às afirmações de Corrêa (2004) apresentadas no Tópico 2.3.1, Gaither (2002), defende que as decisões de planejamento da capacidade de longo prazo normalmente envolvem as seguintes atividades:

- estimar as capacidades das instalações atuais;
- prever as necessidades de capacidade futura de longo prazo para todos os produtos e serviços;
- identificar e analisar fontes de capacidade para atender necessidades de capacidade futuras;
- escolher dentre as fontes alternativas de capacidade.

Desse modo, calculada a capacidade de produção atual, o próximo passo é analisar as necessidades de capacidade futura. Essas necessidades se correlacionam com as informações estimadas pela área de Marketing que descrevem o comportamento da demanda de longo prazo. Assim que uma empresa obtém suas melhores estimativas de demanda, ela deve determinar quanta capacidade de produção deve ser fornecida para cada produto ou serviço. Gaither (2002) descreve que, por vários motivos, a capacidade de produção a ser fornecida não se iguala, necessariamente, à quantidade de produtos e serviços que esperam ser demandados. Primeiro, capital suficiente e outros recursos podem não estar economicamente disponíveis para satisfazer toda a demanda. Segundo, devido à incerteza das previsões e à necessidade de vincular capacidade de produção às estratégias de operações em termos de prioridades competitivas, uma capacidade contingencial pode ser necessária. Ele define

Capacidade Contingencial como “uma quantidade adicional de capacidade de produção acrescentada à demanda esperada” para permitir:

- Capacidade extra para o caso de ocorrer mais demanda do que o esperado;
- Capacidade de satisfazer a demanda durante os períodos de demanda de pico;
- Menores custos de produção;
- Flexibilidade de produto e volume;
- Melhorada qualidade de produtos e serviços (instalações de produção operadas muito próximos da capacidade máxima experimenta uma degradação da qualidade).

Definida a necessidade de capacidade de longo prazo, o próximo passo é identificar e analisar fontes de capacidade capazes de suprir essas necessidades. O Quadro 2, extraído de Gaither (2002), apresenta as diferentes maneiras de acomodar mudanças de capacidade de longo prazo.

Quadro 2 - Maneiras de Acomodar Mudanças de Capacidade de Longo Prazo

| Tipo de Mudança de Capacidade | Maneiras de Acomodar Mudanças de Capacidade de Longo Prazo |
|--------------------------------------|---|
| Expansão | <ol style="list-style-type: none"> 1. Subcontratar outras empresas para que se tornem fornecedores de componentes ou produtos inteiros da empresa em expansão. 2. Adquirir outras empresas, instalações ou recursos. 3. Desenvolver locais, construir prédios, comprar equipamentos. 4. Expandir, atualizar ou modificar instalações existentes. 5. Reativar instalações em estado de espera (<i>standby</i>). |
| Redução | <ol style="list-style-type: none"> 1. Vender instalações existentes e estoques e demitir ou transferir empregados. 2. Desativar instalações e colocá-las no estado de espera (<i>standby</i>), vender estoques e demitir ou transferir empregados. 3. Desenvolver e dividir em fase novos produtos à medida que outros produtos declinam. |

Fonte: GAITHER (2002).

As abordagens de expansão através do investimento em instalações podem ser bastante arriscadas, pois demandam grandes quantias monetárias. É importante, portanto, ter claro a

melhor maneira de executar essa estratégia. Gaither (2002) descreve duas maneiras de expansão de instalações:

- “Investir fortemente numa grande instalação que exige um grande investimento inicial, mas que terá um nível operacional mais elevado, e que, por fim, atenderá as necessidades de capacidade da empresa. Em outras palavras construir uma instalação definitiva agora e desenvolver nela.”
- Planejar para investir num projeto de instalação inicial agora e expandir ou modificar essa instalação quando necessário para elevar os melhores níveis operacionais para atingir a demanda de longo prazo por produtos e serviços. Em outras palavras, expandir a capacidade de longo prazo incrementalmente quando necessário para atender as demandas por capacidade futura.”

Escolher entre essas duas opções não é simples, pois a segunda pode ser menos arriscada, já que, se as necessidades de capacidade prevista não se materializarem, o programa de expansão pode ser interrompido em tempo de evitar investimentos desnecessários. Por outro lado, um grande projeto de construção envolve menos custos do que diversos projetos pequenos. É por isso que, nos casos de produtos maduros com padrões de demanda estáveis e previsíveis, as empresas são mais receptivas a construir instalações definitivas. Já com novos produtos, elas se voltam para uma estratégia de expansão incremental, devido ao risco das previsões e à natureza imprevisível de sua demanda de longo prazo.

Uma alternativa à abordagem de incremento de capacidade através de investimentos em ampliação física é a abordagem de desenvolver redes de subcontratados. Essa é uma alternativa viável e cada vez mais corrente dentro das empresas. Atualmente denominada de *Outsourcing*, ela vai contra o princípio de integração vertical de Henry Ford, ao recorrer a relações contratuais de longo prazo com fornecedores de peças, componentes e montagens. Essa abordagem permite que as empresas operem com menos capacidade dentro de suas instalações, pois grande parte de suas necessidades de capacidade foi transferida a seus fornecedores, além de permitir que seja dado maior foco ao *Core Business* – ponto forte e estratégico – de atuação da empresa.

Dentre essas alternativas, não existe uma melhor ou pior, mas sim a que mais se adéqua à estratégia de cada empresa. Usualmente, as decisões relacionadas à capacidade de longo prazo cabem à alta gerencia das companhias, por envolverem altas quantias monetárias e um direcionamento errado poder ser fatal até para uma grande empresa.

2.3.4.2. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE DE MÉDIO PRAZO

Simultaneamente à gestão da capacidade de longo prazo, é necessário imprimir olhares e esforços à gestão da capacidade de médio prazo.

Segundo Slack (2002) existem basicamente três métodos “puros” para gerir a capacidade de médio prazo: política de capacidade constante; política de acompanhamento da demanda e gestão da demanda.

Em uma política de capacidade constante, a capacidade de processamento é estabelecida em nível constante durante todo o período de planejamento, sem considerar as flutuações da previsão da demanda. Essa política permite o alcance de padrões de emprego estáveis e uma alta utilização do processo, mas pode criar estoques consideráveis que devem ser financiados e armazenados. As Figuras 9 e 10 mostram quatro exemplos de aplicação dessa abordagem. Nos exemplos da Figura 9, a capacidade está sendo nivelada abaixo do pico da demanda e estão sendo formados estoques para atender a demanda futura. Na Figura 10 a capacidade está sendo nivelada no pico da demanda, e nos períodos de baixa, os recursos estão sendo subutilizados:

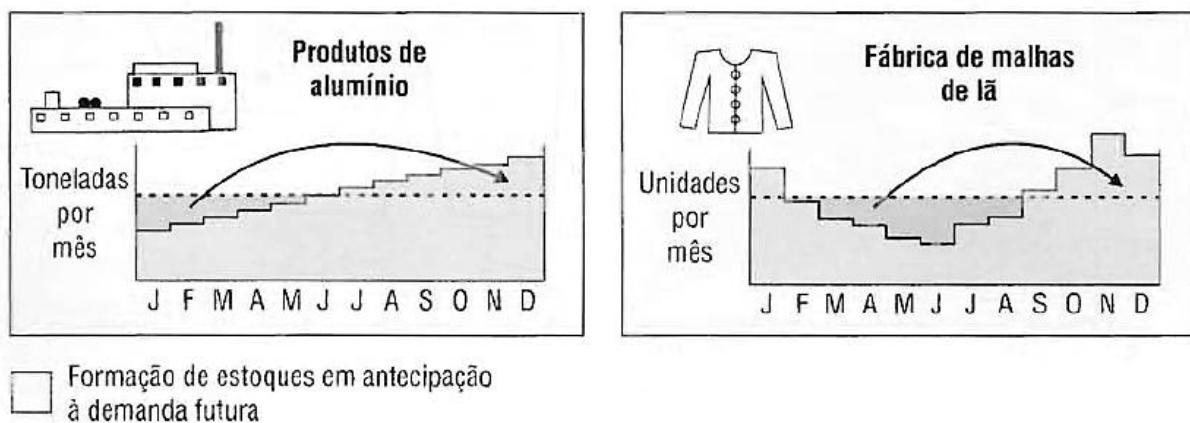


Figura 9 - Políticas de capacidade constante que usam a formação de estoques por antecipação para atender a demanda futura

Fonte: Slack, 2002

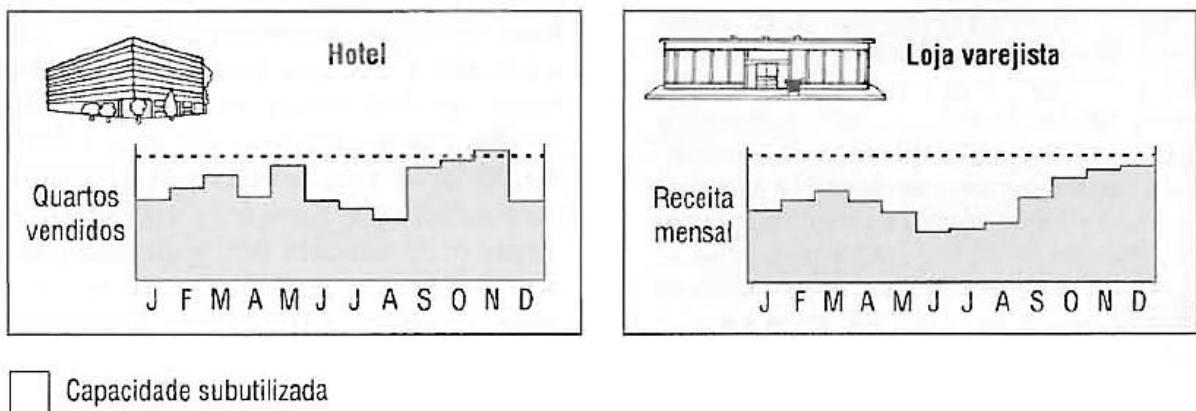


Figura 10 - Política de capacidade constante com subutilização dos recursos
Fonte: Slack, 2002

Em contraste à política de capacidade constante, a política de acompanhamento da demanda tenta ajustar sua capacidade o mais próximo dos níveis variáveis da demanda prevista. Esse método é muito mais difícil de ser alcançado, pois um número diferente de pessoas, horas de trabalho e até mesmo equipamentos disponíveis podem ser necessários em cada período. Por essa razão, as políticas puras de acompanhamento da demanda têm pouca probabilidade de atrair operações que fabricam produtos não perecíveis (que podem ser estocados). A abordagem de acompanhamento da demanda exige que a capacidade da produção seja ajustada a cada período flutuação. Algumas estratégias de ajuste estão descritas a seguir:

- *Utilização de horas extras e tempo ocioso:* com frequência representa o método mais rápido e eficiente para ajustar a capacidade, pois varia o número de horas produtivas trabalhadas pelo pessoal da produção. Entretanto, custos associados a esse método são elevados em ambos os casos, pois é necessário pagamento de altas quantias para assegurar a concordância em trabalhar além do expediente normal, ou, no caso do tempo ocioso, os custos fixos se mantêm e são diluídos em uma quantidade menor de produtos, encarecendo o custo unitário de produção. Além disso, há um limite para a quantidade de horas extras que a força de trabalho pode suportar antes que os níveis de produtividade caiam.
- *Variar o tamanho das forças de trabalho:* se a capacidade for fortemente dependente do tamanho da força de trabalho, uma forma de ajustá-la é compensar o número de pessoas. Há, entretanto, implicações em custo, e possivelmente éticas para serem consideradas antes de se adotar esse método. Os custos de contratar pessoal extra incluem os associados ao recrutamento, assim como os associados

abaixa produtividade, enquanto o pessoal novo passa pela curva de aprendizagem, ou ramp up. Os custos de dispensa podem incluir possíveis indenizações, mas também podem incluir a perda de moral na operação, e a perda da boa vontade no mercado de mão-de-obra local. Uma saída é construir uma mão-de-obra treinada e flexível, de modo a permitir, quando necessário, a transferência de funcionários de partes menos ocupadas da operação, a partes com carência de mão-de-obra.

- *Usar o pessoal em tempo parcial:* é uma variação da estratégia anterior muito usada em operações de serviço. No entanto, os custos fixos do emprego, independente da quantidade de horas trabalhadas, podem ser muito altos, inviabilizando a aplicação deste método.
- *Subcontratação:* em períodos de alta demanda, uma operação pode comprar capacidade de outras organizações. Isso pode permitir à organização atender a sua própria demanda, sem custos extras de investimento em capacidade, que não será utilizada após o pico da demanda. No entanto, há custos relacionados à subcontratação, afinal o sub-contratante também desejará ter uma margem de lucro no negócio, além do risco de atraso, ou de não atendimento dos níveis de qualidade requeridos na entrega. Vollmann (2006, p. 340) afirma existir uma tendência de diminuição da fabricação interna e o aumento da ênfase em comprar, permitindo uma flexibilização da capacidade.

A Figura 11 explicita dois exemplos de aplicação da política de acompanhamento da demanda com mudanças na capacidade que refletem as mudanças na demanda:

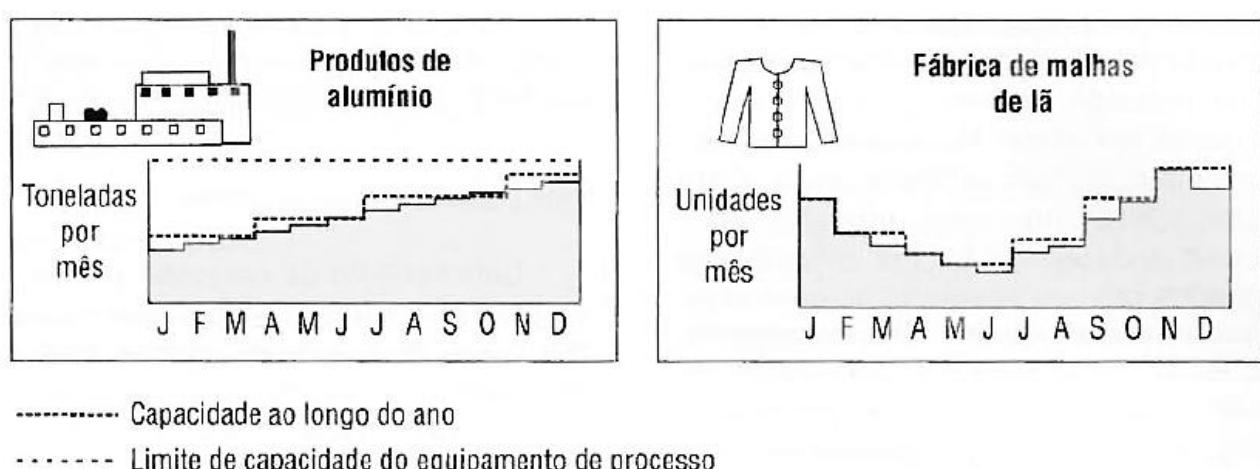


Figura 11 - Políticas de acompanhamento da demanda com mudanças na capacidade que refletem as mudanças na demanda
Fonte: Slack, 2002

A outra política de capacidade é alcançada através da gestão da demanda apresentada no Tópico 2.1.3. Gestão da Demanda. Essa política, ao contrário da política de acompanhamento da demanda, busca gerenciar a demanda, de forma a melhor adequá-la à capacidade disponível.

Cada uma dessas políticas somente é aplicada quando suas vantagens compensam fortemente suas desvantagens. Na grande maioria das vezes, essas abordagens “puras” não atendem à combinação necessária de objetivos competitivos operacionais das empresas e os gerentes de produção são exigidos que reduzam simultaneamente os custos, os estoques, minimizem os investimento em capital e, ainda, proporcionem uma abordagem ágil e orientada para o cliente em todo os momentos. Por essa razão, é mais comum que essas políticas de gestão da capacidade sejam combinadas.

2.3.4.3. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE DE CURTO PRAZO

Estabelecidas as políticas de gestão da capacidade de longo e médio prazo, é o momento de se trabalhar com o curto prazo. Como visto anteriormente, no curto prazo a ênfase é maior no controle do que no planejamento.

O planejamento e controle da capacidade de curto prazo tem o objetivo de medir se os planos desenvolvidos no longo e médio prazo são capazes de atender a demanda real e, no caso negativo, planejar medidas remediativas de ajuste do plano inicial.

Essa medida é usualmente trabalhada encima dos conceitos de Carga de trabalho. São eles: a *Carga de Máquina* e a *Carga de Mão-de-Obra*. Segundo Pasqualini (2010), carga de máquina “é a quantidade necessária de tempo de funcionamento de uma máquina e/ou equipamento, a fim de cumprir um determinado volume de produção”; e carga de mão-de-obra “significa a determinação dos recursos de mão de obra necessários para cumprir um determinado programa de produção num específico período de tempo.”.

Os fatores básicos que influenciam no cálculo da carga de máquina e carga de mão de obra são: programa de produção, tempo padrão da operação, e eficiência. Pasqualini (2010) define programa de produção como a quantidade de peças (ou produtos ou unidades) que uma empresa ou setor deverá fabricar em um determinado período de tempo, de forma a atender a demanda. Já o tempo padrão da operação é definido como o tempo consumido por determinado conjunto de equipamentos e pessoas para realizar uma operação na produção de uma unidade. Este tempo é estabelecido com base em algumas medições e mecanismos

reguladores do processo de produção, de forma a propiciar uma produção contínua e eficaz, sem afetar fisicamente o operador. A eficiência de produção foi apresentada no Tópico 2.3.2.

A carga-máquina é então definida através da multiplicação do tempo padrão da operação pelo numero de produtos a serem produzidos em um determinado período e pela eficiência do processo. O numero resultante dessa equação será equivalente ao número de horas de trabalho necessárias para realizar a entrega total de peças demandadas. Já a carga de mão-de-obra é calculada pela divisão da carga-máquina pelo tempo passível de ser trabalhado por uma mão-de-obra.

No caso desse número final ser menor que o tempo total planejado, significará que o recurso permanecerá ocioso. Já no caso do número final ser maior que o tempo total disponível no período de cálculo, significará que há necessidade de que mais de um recurso trabalhe paralelamente. Se o número de recursos necessários para a entrega do volume demandado for menor do que os recursos disponíveis para trabalho, os planejamentos da capacidade de longo e médio prazo se equivocaram e alguma medida remediativa deverá ser tomada para que se faça possível a entrega do programa de produção. As medidas remediativas passíveis de execução são: utilização de horas-extra e subcontratação emergencial. A utilização de horas-extra, além de ter alto custo e ser limitada, pode resultar na queda de produtividade e qualidade da produção. A subcontratação emergencial também resultará em altos custos e em possível queda da qualidade, pois a empresa subcontratada não terá tempo suficiente para se preparar para a entrega conforme os padrões esperados.

3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa multinacional de produtos de linha branca, com fábricas instaladas e produtos comercializados em diversos países. A planta em estudo localiza-se no Brasil e é responsável pela produção de mais de um tipo de eletrodoméstico, em diversos modelos cada um.

O estudo apresentado a seguir tem foco em apenas um dos tipos de eletrodomésticos, dada as grandes diferenças existentes em seus processos produtivos e à alta complexidade da fábrica impressa por eles. O eletrodoméstico escolhido é formado por uma grande quantidade e variedade de peças, arranjadas de forma complexa, que podem formar mais de 10 modelos diferentes.

Como apresentado no Tópico 1.2., o mercado desse eletrodoméstico é altamente competitivo, com demanda sazonal bastante variável e de difícil controle. Em função disso, a empresa adota uma estratégia que mescla a política de capacidade constante com subutilização de recursos e a política de acompanhamento das flutuações de demanda.

O preço final desse produto, no entanto, sofre flutuações muito pequenas, e o aumento do seu custo de produção, derivado do aumento do custo de matéria-prima, mão-de-obra, energia, subutilização da capacidade etc, não é repassado ao preço final do produto, tornando a redução de custos operacionais um grande objetivo da empresa.

3.2. ESTRUTURA PRODUTIVA

A empresa estudada possui uma estrutura de produção que contempla processos de fabricação de peças plásticas e metálicas, compra e recebimento de peças plásticas, metálicas, cerâmicas e componentes elétricos e eletrônicos, além de linhas de montagem de produto acabado.

O processo de controle da capacidade dessa empresa acompanha o processo de emissão de ordens de produção. Eles se iniciam com a área de Planejamento Industrial, a qual mensura e define a capacidade de produção total da unidade e divulga essa informação para a área de Marketing, que mensura e define a demanda. Essa informação é enviada de volta ao

Planejamento Industrial, para que este avalie a carga-máquina e a carga-de-mão-de-obra de fabricação e montagem necessárias para a entrega da produção demandada. Ele então envia essas informações para as áreas de Recursos Humanos (RH), que cuidará da contratação de pessoal caso necessário; e de Planejamento e Controle da Produção (PCP), que enviará ordens de compra de matéria-prima, ordens de produção aos fornecedores de peças e ordens de produção para que as áreas de fabricação e montagem internas entreguem o produto final. Caso a carga-máquina de montagem seja capaz de absorver a demanda, mas a carga-máquina de fabricação não seja, a área de Suprimentos também é acionada, pois esta cuidará da busca de fornecedores capazes de absorver a carga-máquina de fabricação faltante, como parte de uma estratégia de *Outsourcing*. A Figura 12 ilustra este fluxo.

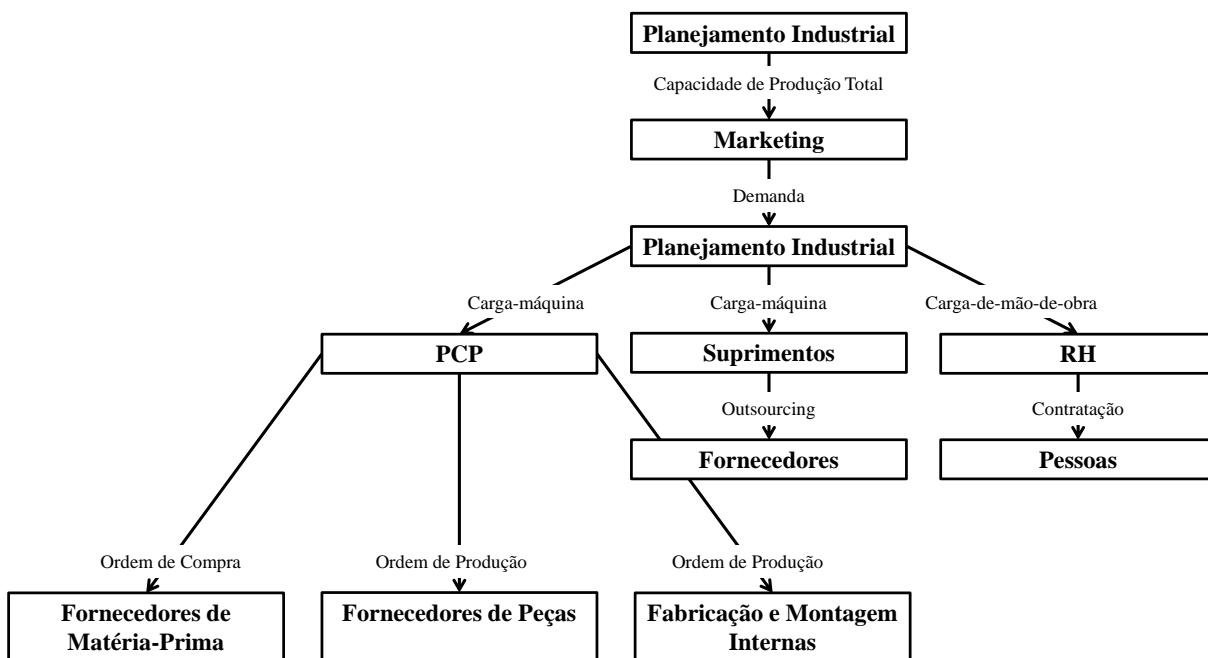


Figura 12 – Processo de Emissão de Ordens de Produção

É de extrema importância que todas essas áreas “falem a mesma língua”, pois qualquer falha pode resultar em parada de fábrica, ou em setups² não programados, prejudicando o objetivo da fábrica: produzir o produto certo, na hora certa, com qualidade e segurança.

² Setup é tempo decorrido para a troca (ferramenta, programa, equipamento) de um processo em execução até a inicialização do próximo processo.

3.3. MEDIÇÃO DA CAPACIDADE ATUAL

A manufatura do produto analisado é composta por duas macro-étapas: fabricação de peças e montagem do produto. A primeira etapa da medição da capacidade total é a medição da capacidade de fabricação de peças, seguida da medição da capacidade de montagem.

3.3.1. CAPACIDADE DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS

O produto final é formado por uma grande quantidade de peças, de diferentes tamanhos e materiais, que podem formar diferentes modelos. Algumas dessas peças são fabricadas através de moldes, ferramentas ou processos específicos desenvolvidos e de propriedade da empresa. Alguns desses moldes e ferramentas são alocados em centros de trabalhos da própria empresa, mas outros são alocados em fornecedores parceiros sob contrato de comodato³. Existem também algumas peças desenvolvidas e manufaturadas completamente por fornecedores. A Figura 13 ilustra a situação descrita.

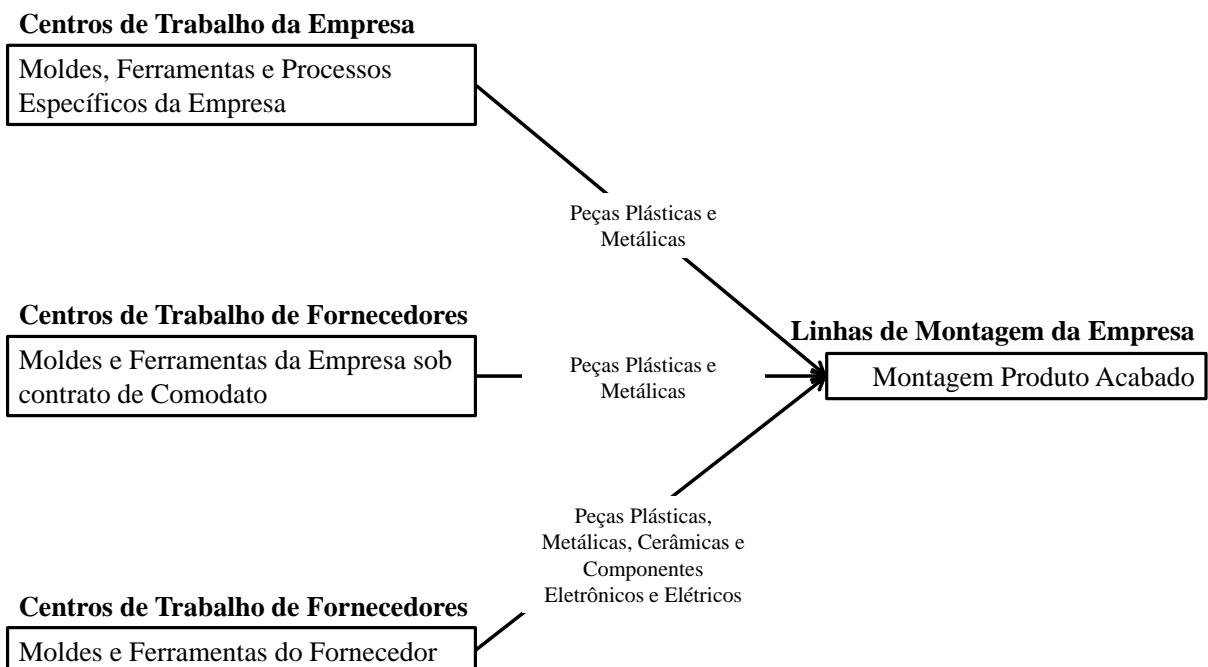


Figura 13 - Estrutura de Fabricação de Peças

3.3.1.1. RECURSOS FUNDAMENTAIS E COM SUPRIMENTO LIMITADO

Devido à estratégia descrita acima, é possível concluir que a capacidade de fabricação é

³ Comodato é o empréstimo gratuito de alguma coisa que deve ser restituída em tempo pré-estabelecido pelas partes interessadas.

restrita pelos moldes e ferramentas que são específicos do produto, e não às máquinas, uma vez que caso não haja carga-máquina interna suficiente, os moldes e ferramentas podem ser enviados a fornecedores parceiros sob contrato de comodato. Por exemplo, um molde desenvolvido para injetar uma peça plástica específica do produto pode ser alocado em qualquer máquina injetora, desde que possua a tonelagem correta. No entanto, o número de peças fabricadas depende da capacidade desse molde.

A capacidade de fabricação também é restrita por processos específicos que não são facilmente transferíveis a fornecedores, como a solda de peças plásticas, já que o processo não é comumente encontrado no mercado.

As peças que não possuem molde, ferramenta ou processo específico para o produto, como parafusos, por exemplo, não entram no cálculo de capacidade, pois são encontrados facilmente no mercado e sua capacidade de produção é de responsabilidade do fornecedor, e não da empresa cliente.

3.3.1.2. UNIDADE DE MEDIDA DA CAPACIDADE

Identificados os recursos fundamentais e com suprimento limitado, o próximo passo é definir a unidade de medida da capacidade. Com o intuito de otimizar a comunicação entre as diferentes áreas da empresa, foi definida como unidade de medida da capacidade o volume de produção do produto. A unidade de tempo escolhida foi de um dia, pois esse espaço de tempo é invariável (diferentemente de um mês), além de não ser tão curto quanto uma hora, nem tão longo quanto uma semana. Dessa maneira a unidade de medida da capacidade deste produto será “Produtos/Dia”.

3.3.1.3. MODULARIDADE DO PRODUTO⁴

O produto analisado neste trabalho é fabricado em um grande número de modelos, diferenciados em duas grandes plataformas. Como ele possui um alto grau de modularidade, todos seus modelos compartilham um grande número de peças iguais e dentro de cada plataforma compartilham outras. Existem também algumas peças compartilhadas apenas entre

⁴Produtos modulares são produtos, sistemas ou componentes que executam suas funções através da combinação de diferentes módulos. Os módulos são componentes, subsistemas e mecanismos que interagem com módulos distintos resultando em diferentes variantes do produto. Deste modo, a modularidade permite a produção de diferentes produtos pela combinação de componentes padrão. (Fonte: Produto Modular. Sandro Giovanni Valeri.)

alguns modelos e peças específicas de cada modelo. A Figura 14 ilustra ludicamente a situação do produto estudado e a Figura 15 os ícones de identificação das peças.

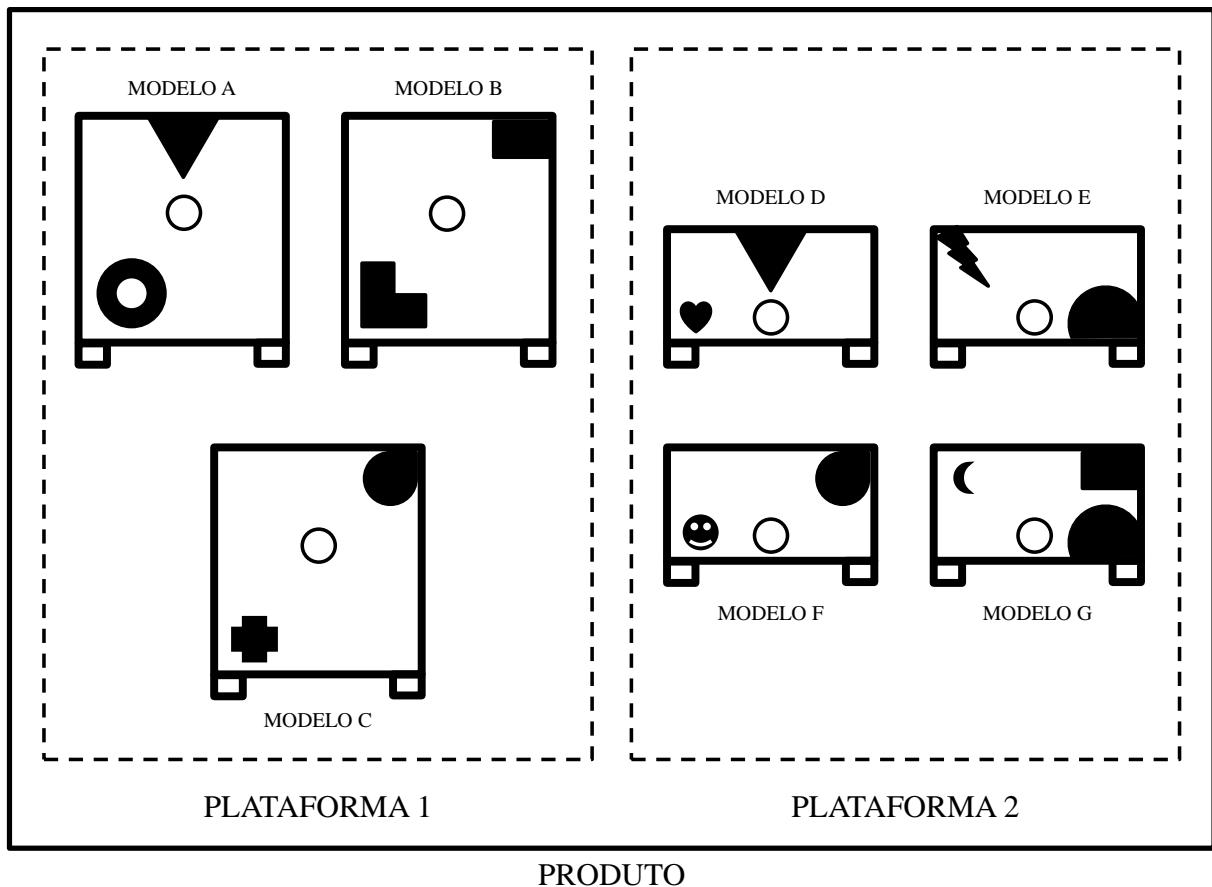


Figura 14 - Modularidade do Produto

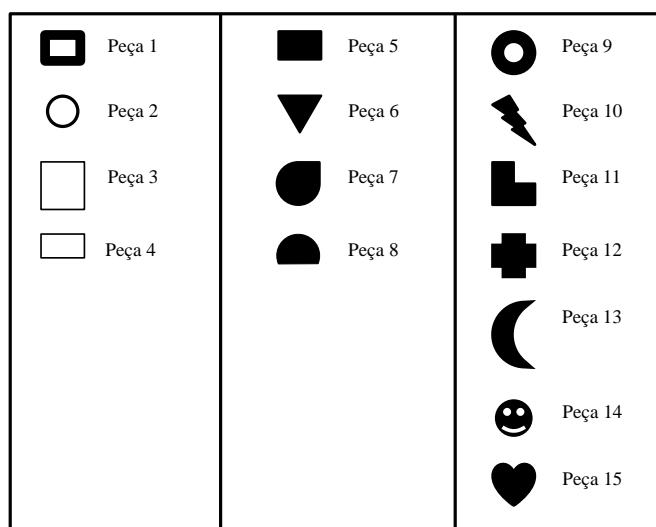


Figura 15 - Identificação das Peças

É possível perceber que todos os modelos compartilham as Peças 1 e 2; que dentro da Plataforma 1, todos os modelos compartilham a Peça 3 e dentro da Plataforma 2, todos os

modelos compartilham a Peça 4; que as Peças, 5, 6, 7 e 8 são compartilhadas entre alguns modelos, e as Peças 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 são específicas de cada modelo.

Em função deste cenário, os próximos passos são: medir a capacidade de fabricação das peças compartilhadas por todos os modelos; em seguida a das peças compartilhadas dentro de cada plataforma; a das peças compartilhadas por alguns modelos e finalmente a das peças específicas de cada modelo.

3.3.1.4. CAPACIDADE DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS COMPARTILHADAS POR TODOS OS MODELOS (PCTM)

Para realizar a medição dessa capacidade, é necessário levantar um grande banco de dados que deverá conter as seguintes informações:

- Peça produzida (i);
- Quantidade dessa peça utilizada em cada produto (Qde Peças/Prod);
- Número de moldes/ferramentas/máquinas-de-processo-específico capazes de produzir essa peça (Nro Fer);
- Tempo de ciclo padrão do processo⁵ (TC);
- Número de peças produzidas a cada ciclo – ou número de cavidades do moldes/ferramentas/máquinas-de-processo-específico – (Cav);
- Tempo disponível para produção – tempo total de um dia de trabalho, menos tempo reservado para paradas programadas – (TD);
- Eficiência média da operação dos últimos três meses (OEE).

O banco de dados consta na Tabela 1:

Tabela 1 - Dados Peças Compartilhadas por Todos os Modelos

| PEÇAS COMPARTILHADAS POR TODOS OS MODELOS | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / Processo | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 1 | 4 | 4 | 15 | 2 | 22,1 | 88% |
| Peça 2 | 1 | 2 | 14 | 1 | 22,1 | 88% |

A partir dessa base de dados, é possível calcular o volume de produtos que a empresa é

⁵Tempo de ciclo é a frequência com que uma peça ou produto é realmente completado em um processo. (Fonte: ROTHER, M; SHOOK, J. Aprendendo a Enxergar. Baseado na Versão Original 1.3 de Junho de 2003. São Paulo: Lean Institute Brasil. 2009..)

capaz de produzir diariamente em função dessas peças, através da Equação 1:

$$Capacidade\ Fabricação\ Peça_i = \left(\frac{3600}{TC_i} \right) \times \left(\frac{TD_i \times Nro\ Feri \times OEE_i \times Cav_i}{Qde\ Peças/Prod_i} \right)$$

Equação 1 - Capacidade de Fabricação de Peças

Ela estima a Capacidade de Produção Real de Azzolini (2012), uma vez que considera os tempos de paradas programadas e a eficiência média dos processos (perdas não programadas). É importante ressaltar que essa forma de calcular a capacidade foi escolhida, pois é a que mais se aproxima da real entrega da planta. Entretanto, ela está sujeita a variações, já que o valor de eficiência considerado é uma média, por isso é muito importante que esses números sejam revisados e atualizados constantemente, uma vez que eles serão usados como base pra que a área de Marketing mensure e defina a demanda.

Com os resultados da aplicação da fórmula é possível chegar a Tabela 2, que fornecerá a capacidade de produção de cada uma das peças compartilhadas por todos os modelos, e com isso identificar o gargalo⁶ de produção dentre elas. A Capacidade de Fabricação das Peças Compartilhadas por Todos os Modelos é equivalente à capacidade do item gargalo.

Tabela 2 - Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas por Todos os Modelos

| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
|--------|---------------------------|
| Peça 1 | 9.335 |
| Peça 2 | 10.001 |

Gargalo = Capacidade De Fabricação Das Peças Compartilhadas

A partir da Tabela 2, é possível montar um gráfico, organizando as capacidades individuais em ordem crescente, possibilitando uma melhor visualização, como na Figura 16.

⁶Ponto de estrangulamento, gargalo ou restrição é uma designação do componente que limita o desempenho ou a capacidade de todo um sistema, que se diz ter um estrangulamento.

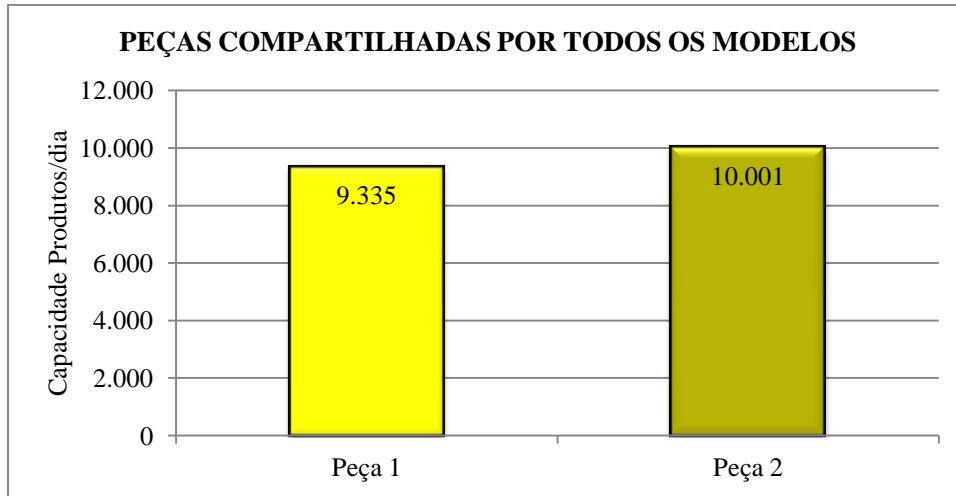


Figura 16- Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas por Todos os Modelos

3.3.1.5. CAPACIDADE DE FABRICAÇÃO DAS PEÇAS COMPARTILHADAS PELOS MODELOS DE CADA PLATAFORMA (PCMP)

Em seguida, utilizando o mesmo método descrito acima, calcula-se a Capacidade de Fabricação das Peças Compartilhadas por Todos os Modelos de cada Plataforma, e definem-se seus gargalos. Os resultados desses estudos estão demonstrados nas Tabelas 3 e 4 e na Figura 17.

Tabela 3 - Dados Peças Compartilhadas pelos Modelos de Cada Plataforma

| PEÇAS COMPARTILHADAS PELOS MODELOS DE CADA PLATAFORMA | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 3 | 1 | 2 | 52 | 2 | 23,4 | 88% |
| Peça 4 | 1 | 2 | 23 | 1 | 23,4 | 88% |

Tabela 4 - Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas pelos Modelos de Cada Plataforma

| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
|--------|---------------------------|
| Peça 3 | 5.702 |
| Peça 4 | 6.446 |

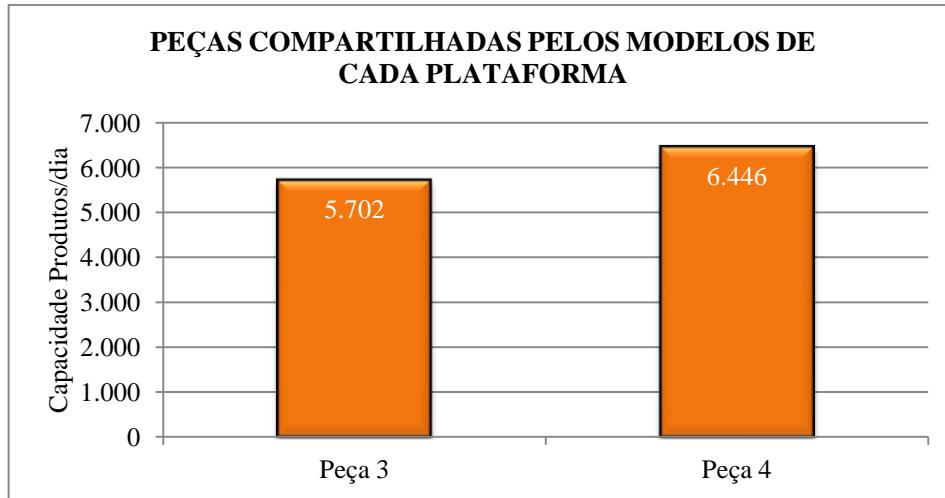


Figura 17 - Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas pelos Modelos de cada Plataforma

3.3.1.6. CAPACIDADE DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS COMPARTILHADAS POR ALGUNS MODELOS (PCAM)

Para medição da Capacidade de Fabricação das Peças Compartilhadas por Alguns Modelos, deve-se seguir o mesmo método descrito, e definir os gargalos. Esse procedimento encontra-se demonstrado nas Tabelas 5 e 6 e na Figura 18.

Tabela 5 - Dados Peças Compartilhadas por Alguns Modelos

| PEÇAS COMPARTILHADAS POR ALGUNS MODELOS | | | | | | |
|---|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / Processo | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 5 | 1 | 2 | 32 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 6 | 1 | 2 | 41 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 7 | 1 | 3 | 39 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 8 | 1 | 1 | 17 | 1 | 23,4 | 88% |

Tabela 6 - Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas por Alguns Modelos

| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
|--------|---------------------------|
| Peça 6 | 3.616 |
| Peça 8 | 4.360 |
| Peça 5 | 4.633 |
| Peça 7 | 5.702 |

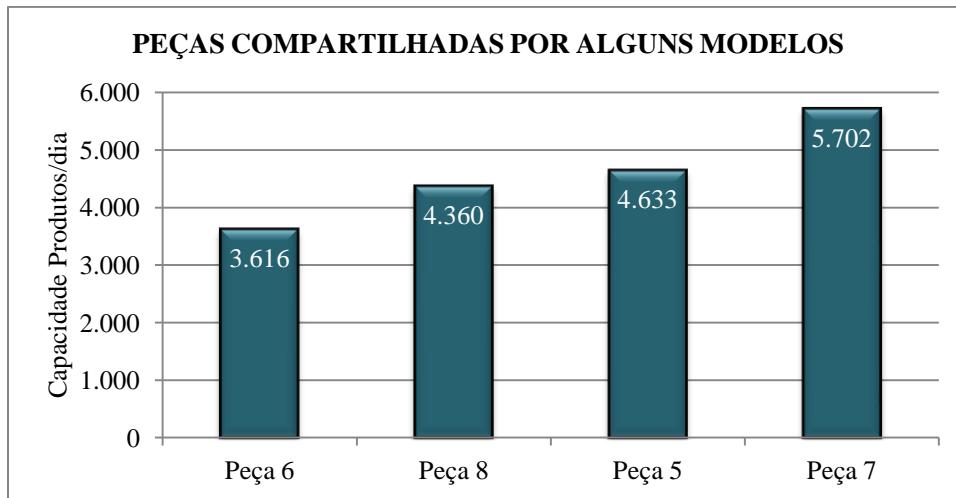


Figura 18- Capacidade de Produção das Peças Compartilhadas por Alguns Modelos

3.3.1.7. CAPACIDADE DE FABRICAÇÃO DE PEÇAS ESPECÍFICAS DE CADA MODELO (PEM)

Finalmente é possível analisar a Capacidade de Fabricação das Peças Específicas para Cada Modelo através do mesmo método, e definir o gargalo de cada um, conforme ilustrado pelas Tabelas 7 e 8 e pela Figura 19.

Tabela 7 - Dados Peças Específicas de Cada Modelo

| PEÇAS ESPECÍFICAS DE CADA MODELO | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / Processo | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 9 | 1 | 1 | 22 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 10 | 1 | 1 | 24 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 11 | 1 | 1 | 23 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 12 | 1 | 1 | 24 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 13 | 1 | 1 | 22 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 14 | 1 | 1 | 30 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 15 | 1 | 1 | 35 | 1 | 22,1 | 88% |

Tabela 8 - Capacidade de Produção das Peças Específicas de Cada Modelo

| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
|---------|---------------------------|
| Peça 15 | 2.000 |
| Peça 14 | 2.333 |
| Peça 10 | 2.917 |
| Peça 12 | 2.917 |
| Peça 11 | 3.044 |
| Peça 9 | 3.182 |
| Peça 13 | 3.182 |

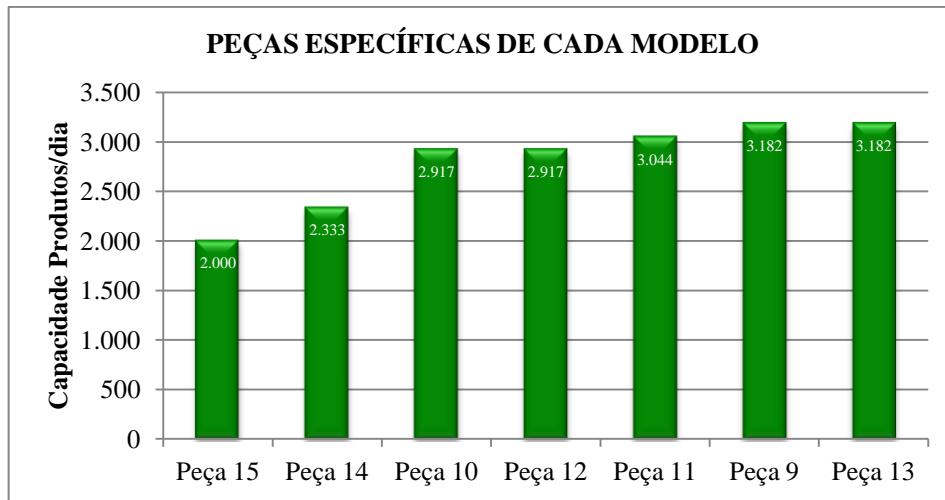


Figura 19 - Capacidade de Produção das Peças Específicas de Cada Modelo

Os resultados de todos esses estudos serão inúmeras informações, tabelas e gráficos que precisam ser convertidos em um único arquivo que exponha todas as restrições de produção juntas. Esse arquivo, no entanto, só poderá ser finalizado após o cálculo da Capacidade de Montagem.

3.3.2. CAPACIDADE DE MONTAGEM

Medir a Capacidade de Montagem é mais complexo que medir a Capacidade de Fabricação, pois ela é restrita pelas instalações internas, uma vez que não é transferível a fornecedores. Em função disso, essa capacidade depende do *mix* de produção demandado, já que vários modelos são montados em uma mesma linha, e cada um deles possui um tempo padrão de produção diferente. Como solução para esta dificuldade, definiu-se como premissa que o *mix* de produção utilizado no estudo deve ser equivalente ao *mix* de produção médio dos últimos três meses.

A unidade de medida da Capacidade de Montagem deve ser a mesma da Capacidade de Fabricação, pois elas serão comparadas futuramente para definição da Capacidade Total de Produção do produto.

Desse modo, para a realização do cálculo da Capacidade de Montagem é necessário levantar alguns dados chave:

- Número de linhas de montagem (i);
- Tempo disponível para produção – tempo total de um dia de trabalho, menos tempo reservado para paradas programadas – (TD);

- Eficiência média de cada linha dos últimos três meses (Efic);
- Modelos montados em cada uma das linhas (j);
- *Mix* de produção médio de cada linha dos últimos três meses (*Mix*);
- Tempo de ciclo padrão de cada modelo (TC).

Com isso, é possível montar uma base de dados como ilustrado nas Tabelas definidas como Tabela 9:

Tabela 9 - Dados Linhas de Montagem

| Linhas | Tempo Disponível (h) | Eficiência Média |
|--------|----------------------|------------------|
| 1 | 22,1 | 90% |
| 2 | 22,1 | 88% |
| 3 | 22,1 | 89% |

| Linha 1 | | | Linha 2 | | | Linha 3 | | |
|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|
| Modelo | TC (s) | <i>Mix</i> | Modelo | TC (s) | <i>Mix</i> | Modelo | TC (s) | <i>Mix</i> |
| A | 25 | 40% | | | | D | 25 | 66% |
| B | 20 | 38% | | | | E | 22 | 34% |
| C | 19 | 22% | | | | F | 24 | 71% |
| | | | | | | G | 21 | 29% |

A partir dessa base de dados, é possível calcular o volume de produtos que a empresa é capaz de montar em cada linha de montagem, através da Equação 2:

$$Capacidade\ Montagem\ Linha_i = \frac{3600 \times TD_i \times Efic_i}{\sum_{j=A}^G TC_j \times Mix_j}$$

Equação 2 - Capacidade de Montagem

Essa capacidade, similarmente à Capacidade de Fabricação apresentada no item 3.2.1, estima uma Capacidade de Produção Real, pois considera o *mix* de produção dos últimos três meses, os tempos de paradas programadas e a eficiência média dos processos (perdas não programadas). Desse modo, ela também está sujeita a flutuações e deve ser constantemente atualizada. A Tabela a seguir apresenta o resultado da capacidade de cada linha de montagem.

Tabela 10 - Capacidade de Cada Linha de Montagem

| Linhas | Capacidade |
|--------|--------------|
| 1 | 3.288 |
| 2 | 2.920 |
| 3 | 3.061 |

A Capacidade Total de Montagem será igual à soma das capacidades de cada linha, conforme a Equação 3:

$$Capacidade Total Montagem = \sum_{i=1}^3 Capacidade Montagem Linha_i$$

Equação 3 - Capacidade Total de Montagem

Desse modo, a Capacidade Total de Montagem resultará na Equação 4.

$$Capacidade Total Montagem = 2.920 + 3.061 + 3.228 = 9.269 Produtos/dia$$

Equação 4 - Resultado da Capacidade Total de Montagem

Calculadas as capacidades de fabricação e montagem, é possível definir a capacidade total de produção do eletrodoméstico.

3.3.3. CAPACIDADE DE PRODUÇÃO TOTAL

A definição da Capacidade de Produção Total do produto se inicia pela análise comparativa entre todas as capacidades calculadas anteriormente. O primeiro passo é comparar a capacidade de montagem e a capacidade de fabricação das peças compartilhadas por todos os modelos. Essa é uma comparação direta, ou seja, dentre esses dois itens, aquele que possuir a menor capacidade será a restrição inicial, conforme demonstrado na Figura 20.

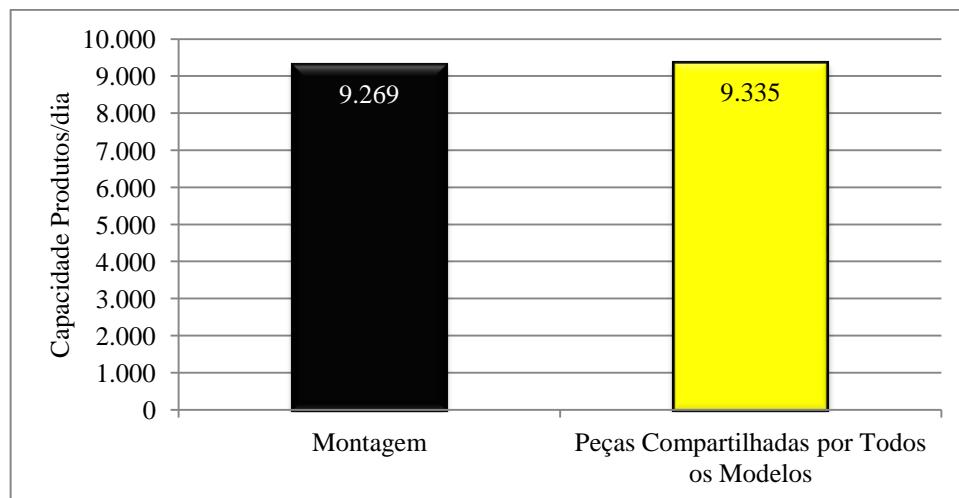


Figura 20- Análise Comparativa Capacidade Montagem x Capacidade de Fabricação de Peças Compartilhadas por Todos os Modelos

O próximo passo é comparar a restrição inicial encontrada anteriormente com a soma das capacidades das plataformas (gargalo da plataforma 1 mais gargalo da plataforma 2). Caso

essa soma seja maior que a restrição inicial, ela não será gargalo e, portanto, não impactará no resultado da Capacidade de Produção Total. No entanto, ela definirá a restrição de *mix* de produção entre as plataformas. Caso a soma das capacidades das plataformas seja menor que a restrição inicial, além de restringir o *mix*, ela será a nova restrição que definirá a Capacidade de Produção Total do produto.

Neste estudo, a soma das capacidades das plataformas é maior que a restrição inicial, conforme demonstrado a seguir e, portanto a Capacidade de Produção Total continua sendo equivalente à Capacidade de Montagem.

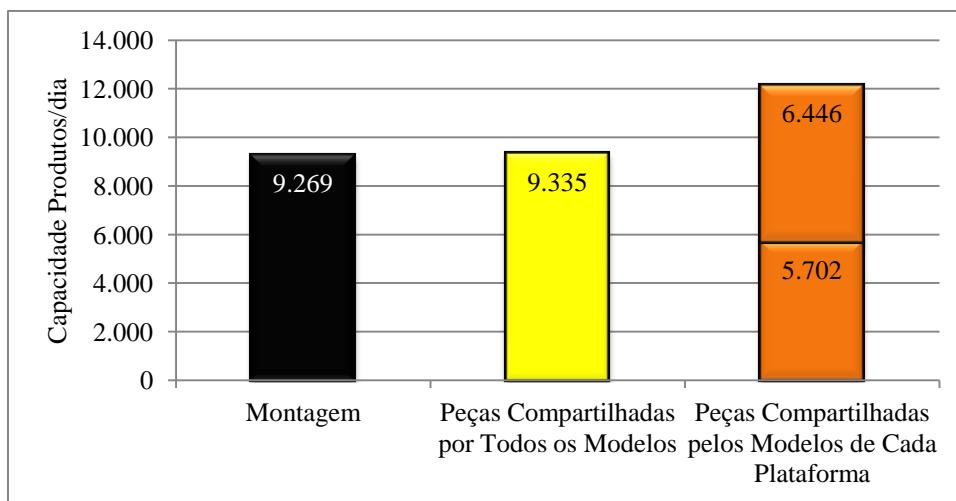


Figura 21 - Análise Comparativa Capacidade Montagem x Capacidade de Fabricação de Peças Compartilhadas pelos Modelos de Cada Plataforma

A seguir, é necessário avaliar o impacto da Capacidade de Fabricação das Peças Compartilhadas por Alguns Modelos na Capacidade Total de Produção. Nesse caso, é possível encontrar dois cenários distintos:

- Primeiro cenário: Todos os modelos compartilham peças com algum, ou alguns outros modelos. Com isso, a soma da capacidade dessas peças pode resultar em restrição da capacidade total.
 - Exemplo: nas Figuras 14 e 15 apresentadas no Item 3.2.1.3., as Peças 5, 6, 7 e 8 são compartilhadas entre alguns modelos.
- Segundo cenário: nem todos os modelos compartilham peças com algum, ou alguns outros modelos específicos. Com isso, a capacidade dessas peças não restringe a Capacidade de Produção Total, mas sim o *mix* de produção.

- Exemplo: os modelos A e D das Figuras 22 e 23 não compartilham peças com outros modelos específicos, mas a Peça 6 restringe o *mix* de produção dos modelos C e F.

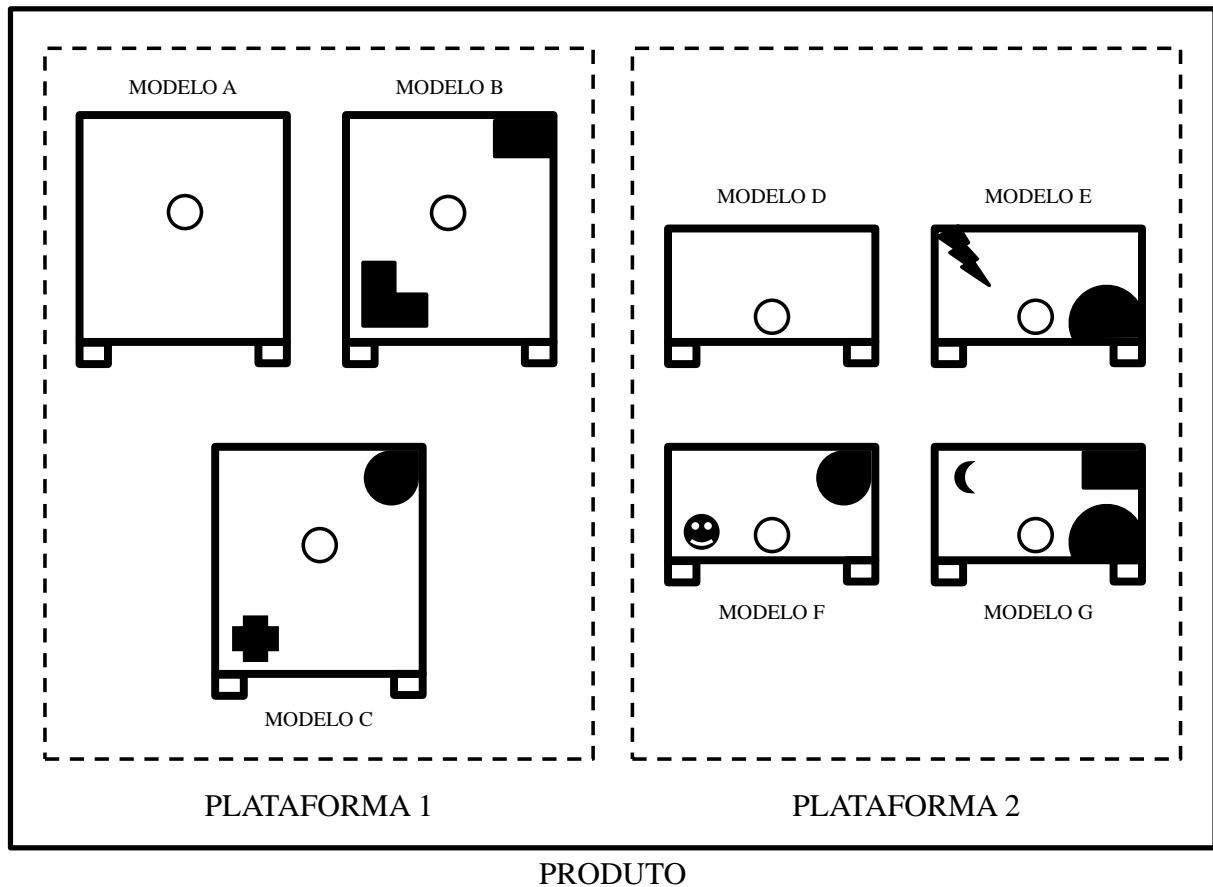


Figura 22 – Exemplo de Produto

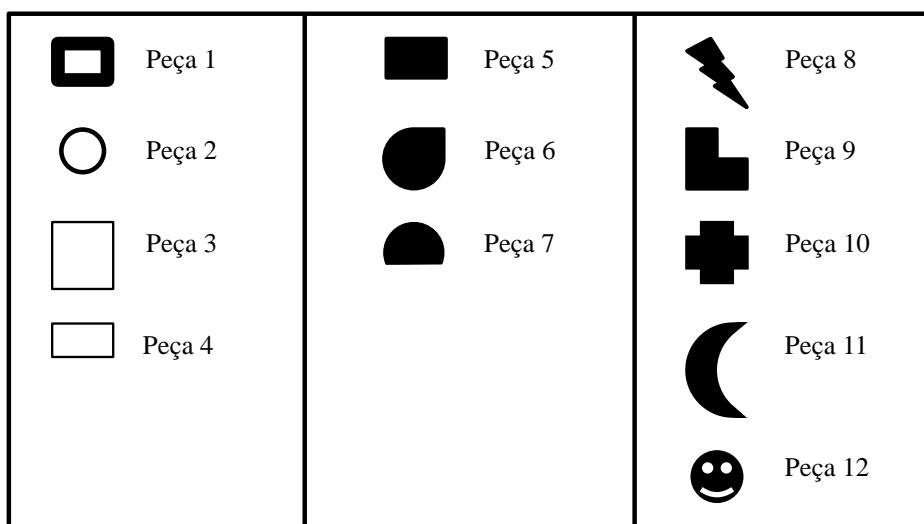


Figura 23 – Identificação das Peças Referentes à Figura 23.

O produto analisado neste trabalho se encaixa no Primeiro Cenário. No entanto, a

Capacidade de Produção Total não é afetada, pois a soma das capacidades das peças compartilhadas é maior que a restrição inicial, conforme mostra a Figura 24:

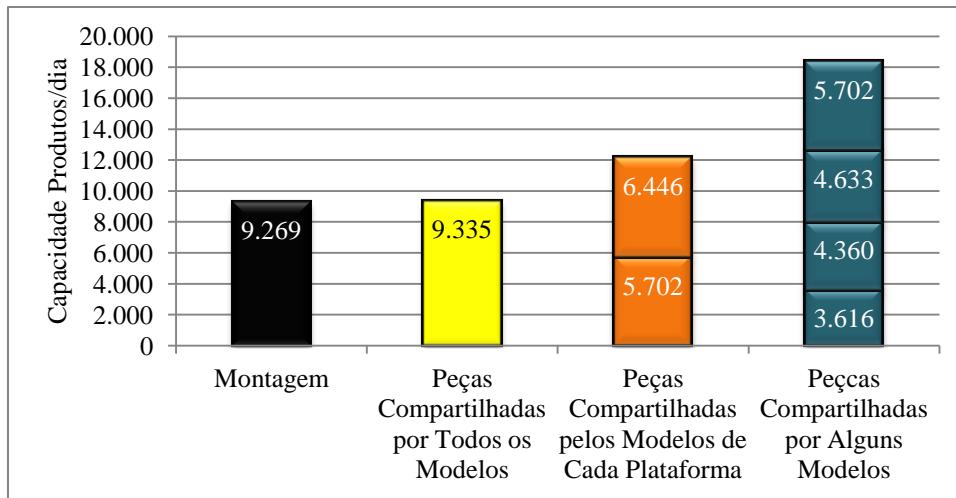


Figura 24 - Análise Comparativa Capacidade Montagem x Capacidade de Fabricação de Peças Compartilhadas por Alguns os Modelos

Finalmente, é necessário analisar o impacto da Capacidade de Fabricação das Peças Específicas de Cada Modelo. Essa análise é bastante similar à realizada com as peças compartilhadas por alguns modelos, uma vez que é possível encontrar dois cenários:

- Primeiro Cenário: todos os modelos possuem peças específicas. Com isso, a soma da capacidade dessas peças pode resultar em restrição da capacidade total.
 - Ex: nas Figuras 14 e 15 apresentada no Item 3.2.1.3., é possível notar que todos os modelos possuem peças específicas. São elas: Peças 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.
- Segundo Cenário: nem todos os modelos possuem peças específicas. Com isso, a capacidade dessas peças não restringe a Capacidade de Produção Total, mas sim o *mix* de produção.
 - Ex: na Figura 22, os Modelos A e D não apresentam nenhuma peça específica.

O eletrodoméstico analisado se encaixa no Primeiro Cenário. Entretanto, como mostrado na Figura 25, a Capacidade de Produção Total não é afetada, pois a soma das Capacidades de Fabricação das Peças Específicas de Cada Modelo é maior que a Capacidade de Montagem.

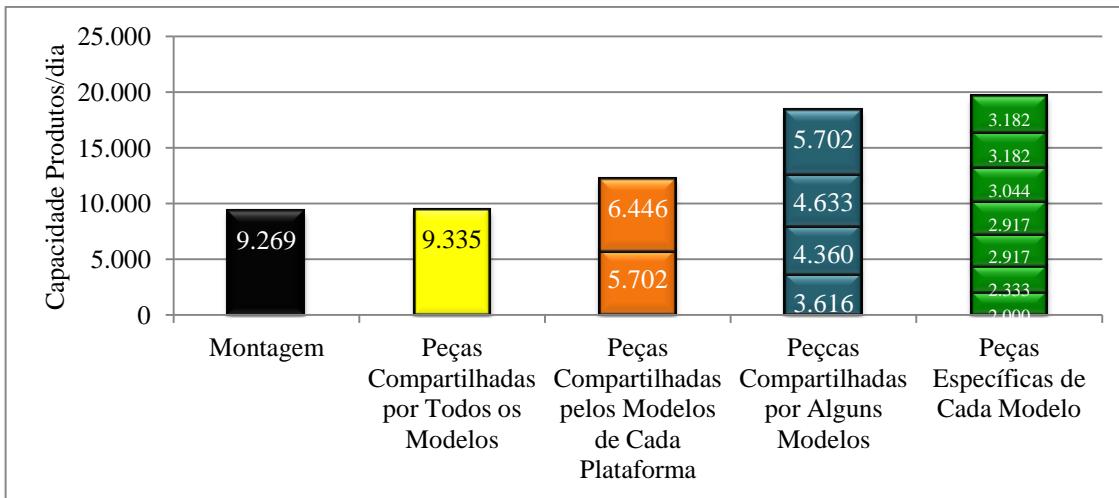


Figura 25 - Análise Comparativa Capacidade Montagem x Capacidade de Fabricação de Peças Específicas de Cada Modelo

Concluídas todas as análises, está definida a Capacidade de Produção Total do Produto. Entretanto, a figura acima não explicita a capacidade de todos os itens que compõem o produto, apenas daqueles que são gargalo ou limitam o *mix* de produção. Isso torna necessário o desenvolvimento de um gráfico que possibilite essa visualização.

3.3.4. BUILDING BLOCKS

O *Building Blocks*, do inglês, Blocos de Construção, é o método de apresentação da Capacidade de Produção Total adotado pela empresa na qual este estudo tomou espaço. Ele consiste em um gráfico fora de escala, na qual as capacidades calculadas anteriormente são ordenadas em ordem crescente através de grandes blocos, que constroem a Capacidade de Produção Total do produto. Esse gráfico poderia ser construído em escala, porém a grande variedade de valores de capacidade o tornaria confuso e pouco intuitivo.

O Building Blocks do produto estudado está apresentado na Figura 26.

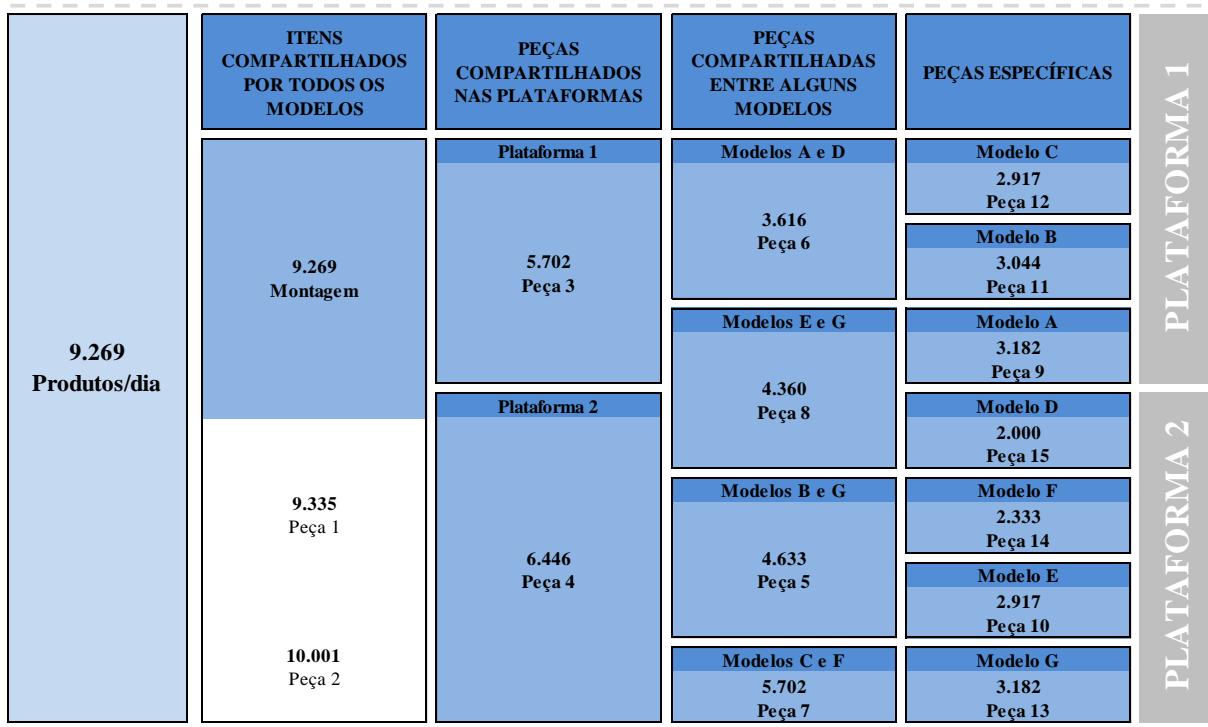


Figura 26 - Building Blocks

É possível notar que a ordem de apresentação da capacidade é sempre crescente da esquerda para a direita, e de cima para baixo. Além disso, os itens na cor azul são agentes limitantes da capacidade e/ou do *mix* de produção total, enquanto os em branco não são restrições em nenhum dos casos.

Finalizado o trabalho de medição da capacidade de produção atual, o próximo passo é analisar as necessidades de capacidade futura.

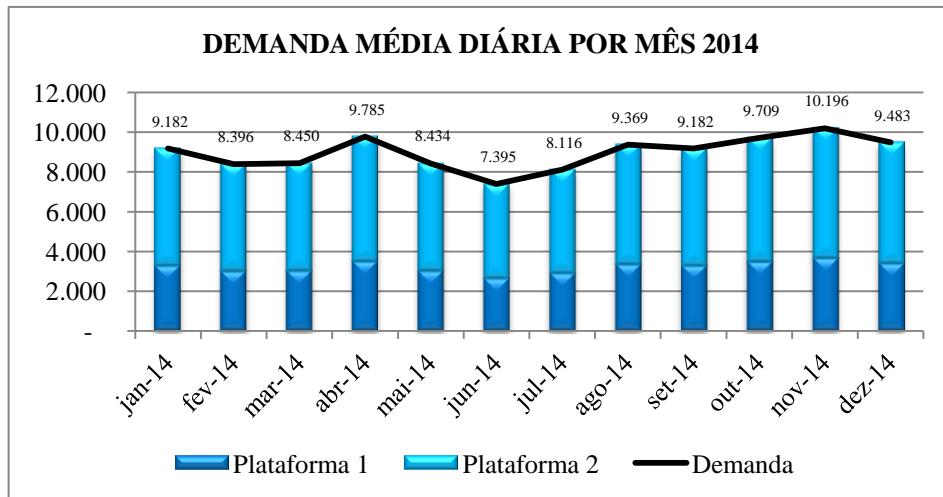
3.4. PLANEJAMENTO DA CAPACIDADE DE MÉDIO E LONGO PRAZO

As necessidades de capacidade futura se correlacionam com as informações estimadas pela área de Marketing, que descrevem o comportamento da demanda de curto, médio e longo prazo. A Tabela 11 mostra a previsão de demanda do produto analisado para o próximo ano em nível desagregado.

Tabela 11 - Demanda Desagregada Média Diária por Mês de 2014

| DEMANDA MÉDIA DIÁRIA POR MÊS 2014 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| Período | jan-14 | fev-14 | mar-14 | abr-14 | mai-14 | jun-14 | jul-14 | ago-14 | set-14 | out-14 | nov-14 | dez-14 |
| Plataforma 1 | 3.257 | 2.978 | 2.997 | 3.471 | 2.992 | 2.623 | 2.879 | 3.323 | 3.257 | 3.444 | 3.617 | 3.364 |
| Modelo A | 1.303 | 1.191 | 1.199 | 1.388 | 1.197 | 1.049 | 1.152 | 1.329 | 1.303 | 1.378 | 1.447 | 1.346 |
| Modelo B | 1.238 | 1.132 | 1.139 | 1.319 | 1.137 | 997 | 1.094 | 1.263 | 1.238 | 1.309 | 1.374 | 1.278 |
| Modelo C | 717 | 655 | 659 | 764 | 658 | 577 | 633 | 731 | 717 | 758 | 796 | 740 |
| Plataforma 2 | 5.925 | 5.418 | 5.453 | 6.314 | 5.442 | 4.772 | 5.237 | 6.046 | 5.925 | 6.265 | 6.579 | 6.120 |
| Modelo D | 1.909 | 1.746 | 1.757 | 2.034 | 1.753 | 1.537 | 1.687 | 1.948 | 1.909 | 2.019 | 2.120 | 1.972 |
| Modelo E | 983 | 899 | 905 | 1.048 | 903 | 792 | 869 | 1.003 | 983 | 1.040 | 1.092 | 1.016 |
| Modelo F | 2.153 | 1.969 | 1.982 | 2.295 | 1.978 | 1.734 | 1.903 | 2.197 | 2.153 | 2.277 | 2.391 | 2.224 |
| Modelo G | 879 | 804 | 809 | 937 | 808 | 708 | 777 | 897 | 879 | 930 | 977 | 908 |
| Demand | 9.182 | 8.396 | 8.450 | 9.785 | 8.434 | 7.395 | 8.116 | 9.369 | 9.182 | 9.709 | 10.196 | 9.483 |

Já a Figura 27 ilustra a demanda de forma mais agregada, permitindo uma visualização mais global.

**Figura 27** - Demanda Agregada Média Diária por Mês de 2014

A partir desses dados é possível notar que já em Janeiro de 2014 a capacidade deste produto estará com um grau de utilização bastante alto, o que sinaliza uma possível necessidade de investimento em Capacidade Contingencial. No entanto, em Fevereiro e Março a demanda tem um declínio bastante considerável, sinalizando que o investimento em Capacidade Contingencial pode não ser tão urgente. Em Abril, a demanda volta a subir, ultrapassando a capacidade de produção da empresa. Essa alta se dá, provavelmente, em função do Dia das Mães, celebrado no segundo domingo de Maio. Nessa época, a demanda por produtos de linha branca tem um forte crescimento e, portanto, será importante que a empresa se programe para um investimento em capacidade, caso deseje atendê-la.

Em Maio e Junho a demanda por produção cai novamente, mas a partir de Julho e até o final do ano praticamente todos os meses demandam uma produção mais alta que a

capacidade da empresa.

No entanto, antes que o Planejamento Industrial estruture um plano de incremento de capacidade é importante que a área de Marketing estime a demanda a mais longo prazo, confirmando ou invalidando a necessidade pelo investimento. As Tabelas 12 e 13 e as Figuras 28 e 29 contêm as informações de demanda para 2015 e 2016.

Tabela 12 - Demanda Desagregada Média Diária por Mês de 2015

| DEMANDA MÉDIA DIÁRIA POR MÊS 2015 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Período | jan-15 | fev-15 | mar-15 | abr-15 | mai-15 | jun-15 | jul-15 | ago-15 | set-15 | out-15 | nov-15 | dez-15 |
| Plataforma 1 | 3.355 | 3.365 | 3.386 | 3.921 | 3.451 | 3.473 | 3.811 | 3.981 | 3.901 | 3.983 | 4.212 | 3.918 |
| <i>Modelo A</i> | 1.342 | 1.346 | 1.354 | 1.568 | 1.380 | 1.389 | 1.525 | 1.592 | 1.560 | 1.593 | 1.685 | 1.567 |
| <i>Modelo B</i> | 1.275 | 1.279 | 1.287 | 1.490 | 1.311 | 1.320 | 1.448 | 1.513 | 1.482 | 1.514 | 1.601 | 1.489 |
| <i>Modelo C</i> | 738 | 740 | 745 | 863 | 759 | 764 | 839 | 876 | 858 | 876 | 927 | 862 |
| Plataforma 2 | 6.162 | 6.181 | 6.220 | 7.203 | 6.338 | 6.379 | 7.001 | 7.312 | 7.166 | 7.317 | 7.737 | 7.197 |
| <i>Modelo D</i> | 1.985 | 1.991 | 2.004 | 2.321 | 2.042 | 2.055 | 2.256 | 2.356 | 2.309 | 2.357 | 2.493 | 2.319 |
| <i>Modelo E</i> | 1.023 | 1.026 | 1.032 | 1.195 | 1.052 | 1.059 | 1.162 | 1.214 | 1.189 | 1.214 | 1.284 | 1.194 |
| <i>Modelo F</i> | 2.239 | 2.246 | 2.260 | 2.618 | 2.303 | 2.318 | 2.544 | 2.657 | 2.604 | 2.659 | 2.812 | 2.615 |
| <i>Modelo G</i> | 915 | 917 | 923 | 1.069 | 941 | 947 | 1.039 | 1.085 | 1.064 | 1.086 | 1.148 | 1.068 |
| Demanda | 9.517 | 9.545 | 9.606 | 11.124 | 9.789 | 9.852 | 10.813 | 11.292 | 11.067 | 11.300 | 11.949 | 11.114 |

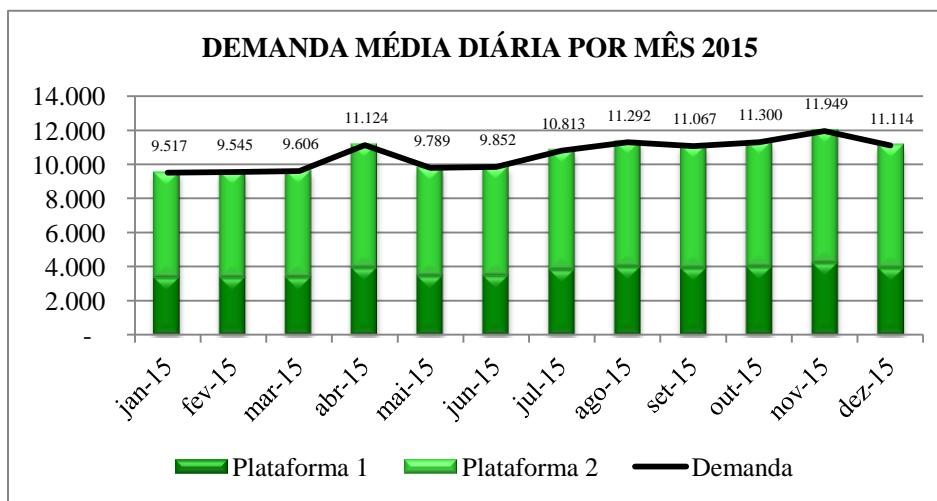


Figura 28 - Demanda Agregada Média Diária por Mês de 2015

Tabela 13 - Demanda Desagregada Média Diária por Mês de 2016

| DEMANDA MÉDIA DIÁRIA POR MÊS 2016 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Período | jan-16 | fev-16 | mar-16 | abr-16 | mai-16 | jun-16 | jul-16 | ago-16 | set-16 | out-16 | nov-16 | dez-16 |
| Plataforma 1 | 3.506 | 3.516 | 3.539 | 4.062 | 3.656 | 3.679 | 3.707 | 3.872 | 3.794 | 3.874 | 4.097 | 3.811 |
| <i>Modelo A</i> | 1.402 | 1.406 | 1.415 | 1.625 | 1.462 | 1.472 | 1.483 | 1.549 | 1.518 | 1.550 | 1.639 | 1.524 |
| <i>Modelo B</i> | 1.332 | 1.336 | 1.345 | 1.544 | 1.389 | 1.398 | 1.409 | 1.471 | 1.442 | 1.472 | 1.557 | 1.448 |
| <i>Modelo C</i> | 771 | 774 | 778 | 894 | 804 | 809 | 816 | 852 | 835 | 852 | 901 | 838 |
| Plataforma 2 | 6.563 | 6.582 | 6.625 | 7.605 | 6.844 | 6.888 | 6.940 | 7.248 | 7.103 | 7.253 | 7.670 | 7.134 |
| <i>Modelo D</i> | 2.114 | 2.121 | 2.134 | 2.450 | 2.205 | 2.219 | 2.236 | 2.335 | 2.288 | 2.337 | 2.471 | 2.298 |
| <i>Modelo E</i> | 1.089 | 1.092 | 1.099 | 1.262 | 1.136 | 1.143 | 1.152 | 1.203 | 1.179 | 1.204 | 1.273 | 1.184 |
| <i>Modelo F</i> | 2.385 | 2.392 | 2.407 | 2.764 | 2.487 | 2.503 | 2.522 | 2.634 | 2.581 | 2.636 | 2.787 | 2.592 |
| <i>Modelo G</i> | 974 | 977 | 983 | 1.129 | 1.016 | 1.022 | 1.030 | 1.076 | 1.054 | 1.077 | 1.138 | 1.059 |
| Demandas | 10.068 | 10.098 | 10.163 | 11.667 | 10.500 | 10.568 | 10.647 | 11.120 | 10.897 | 11.127 | 11.766 | 10.944 |

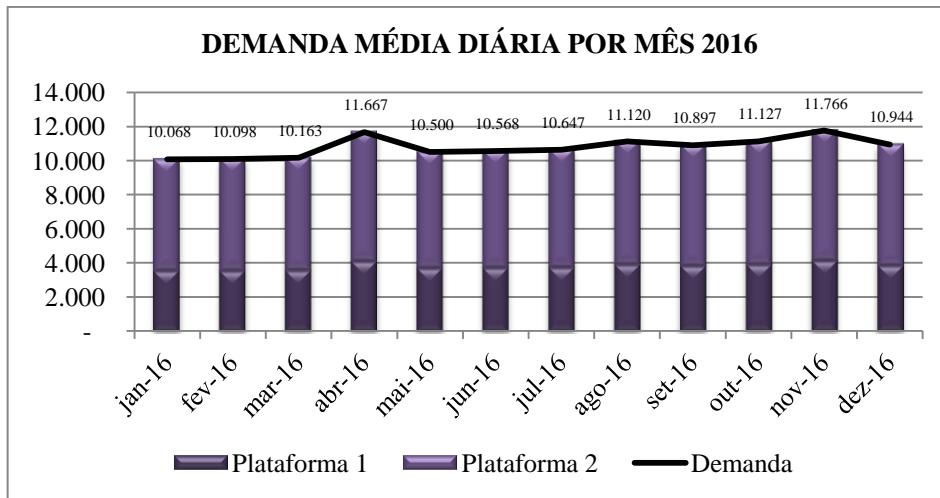


Figura 29 - Demanda Agregada Média Diária por Mês de 2016

A partir das Tabelas 12 e 13 e Figuras 28 e 29 é possível perceber uma tendência de crescimento para os anos de 2015 e 2016, com algumas flutuações sazonais. Essa tendência confirma a necessidade de investimento para aumento de capacidade em 2014 e nos anos seguintes.

Com isso, o próximo passo é decidir qual estratégia seguir: realizar um grande investimento, que possibilite um grande aumento de capacidade, ou investir incrementalmente quando necessário. Essa tomada de decisão requer uma análise da natureza desses investimentos. É percebido que será necessária a construção de pelo menos uma linha de montagem, o que requer espaço físico, estrutura e recursos. Como a empresa possui espaço físico disponível em seu parque fabril, os maiores investimentos serão em estrutura e recursos para a nova linha. Os demais investimentos dizem respeito a moldes, ferramentas e processos específicos, que individualmente não representam altos valores, e podem ocorrer em fases. No entanto, isso ocasionará em uma maior necessidade de máquinas disponíveis para alocação desses moldes e ferramentas a mais. Porém, em função da estratégia de desverticalização da empresa, não será necessário investimento monetário em máquinas, mas sim desenvolver novos fornecedores e/ou estimular os atuais a incrementarem suas capacidades.

Desse modo, em função do comportamento altamente flutuante da demanda, e da natureza dos investimentos necessários para aumento da capacidade, a estratégia mais adequada é investir incrementalmente quando necessário, reduzindo o risco.

O próximo passo, então, é planejar os investimentos. Existem duas maneiras de executar isso: planejar em função do mês aonde a demanda ocorre ou planejar em função de patamares

de capacidade possíveis de se alcançar. A primeira maneira é mais adequada quando a demanda tem um alto grau de precisão. Já a segunda é mais bem aplicada quando a previsibilidade da demanda é baixa. Em função disso, o mais adequado para a empresa é combinar as duas estratégias: aplicar a primeira para o ano de 2014, e a segunda para os anos de 2015 e 2016, uma vez que quanto mais distante um evento, menor sua previsibilidade.

Analizando comparativamente a demanda para 2014 de cada mês de cada modelo e peça, com sua respectiva capacidade, é possível determinar as necessidades de investimento:

- Montagem;
- Fabricação das Peças 1 e 2, compartilhadas por todos os modelos;
- Fabricação da Peça 4, compartilhada pelos modelos de cada plataforma;
- Fabricação da Peça 14, específica do Modelo F;
- Fabricação da Peça 15 específica do Modelo D.

Para a montagem é necessário o desenvolvimento de mais uma linha de montagem que seja capaz de produzir todos os modelos. Com isso, a estrutura de montagem passará a ter a seguinte configuração apresentada na Tabela 14:

Tabela 14 -Nova Estrutura de Linhas de Montagem

| Linhas | Tempo Disponível (h) | Eficiência Média |
|--------|----------------------|------------------|
| 1 | 22,1 | 90% |
| 2 | 22,1 | 88% |
| 3 | 22,1 | 89% |
| 4 | 22,1 | 90% |

| Linha 1 | | | Linha 2 | | | Linha 3 | | |
|---------|--------|-----|---------|--------|-----|---------|--------|-----|
| Modelo | TC (s) | Mix | Modelo | TC (s) | Mix | Modelo | TC (s) | Mix |
| A | 25 | 40% | D | 25 | 66% | F | 24 | 71% |
| B | 20 | 38% | E | 22 | 34% | G | 21 | 29% |
| C | 19 | 22% | | | | | | |

| Linha 4 | | |
|---------|--------|-----|
| Modelo | TC (s) | Mix |
| A | 25 | 14% |
| B | 20 | 13% |
| C | 19 | 8% |
| D | 25 | 21% |
| E | 22 | 11% |
| F | 24 | 23% |
| G | 21 | 10% |

Aplicando a fórmula de cálculo da capacidade para nova linha, encontra-se o resultado demonstrado na Equação 5.

$$Capacidade Montagem Linha_4 = \frac{3600 \times TD_4 \times Efic_4}{\sum_{j=A}^G TC_j \times Mix_j} = 3.124 \text{ produtos/dia}$$

Equação 5 - Capacidade de Montagem Nova Linha

É importante ressaltar, que diferentemente das capacidades calculadas anteriormente, ela não representa a Capacidade de Produção Real, uma vez que a Eficiência considerada é Teórica. Com isso, a Capacidade Total de Montagem resultará na Equação 6.

$$Capacidade Total Montagem = 2920 + 3061 + 3228 + 3124 = 12.393 \text{ Produtos/dia}$$

Equação 6 - Nova Capacidade Total de Montagem

O cálculo das novas Capacidades de Fabricação das peças deve seguir o mesmo algoritmo descrito no Tópico 3.3.1. resultando nas Tabelas 15 e 16.

Tabela 15 - Nova configuração de Moldes/Ferramentas/ Processos Específicos para 2014

| PEÇAS COMPARTILHADAS POR TODOS OS MODELOS | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 1 | 4 | 5 | 15 | 2 | 22,1 | 88% |
| Peça 2 | 1 | 3 | 14 | 1 | 22,1 | 88% |

| PEÇAS COMPARTILHADAS PELOS MODELOS DE CADA PLATAFORMA | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 3 | 1 | 2 | 52 | 2 | 23,4 | 88% |
| Peça 4 | 1 | 3 | 23 | 1 | 23,4 | 88% |

| PEÇAS COMPARTILHADAS POR ALGUNS MODELOS | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 5 | 1 | 2 | 32 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 6 | 1 | 2 | 41 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 7 | 1 | 3 | 39 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 8 | 1 | 1 | 17 | 1 | 23,4 | 88% |

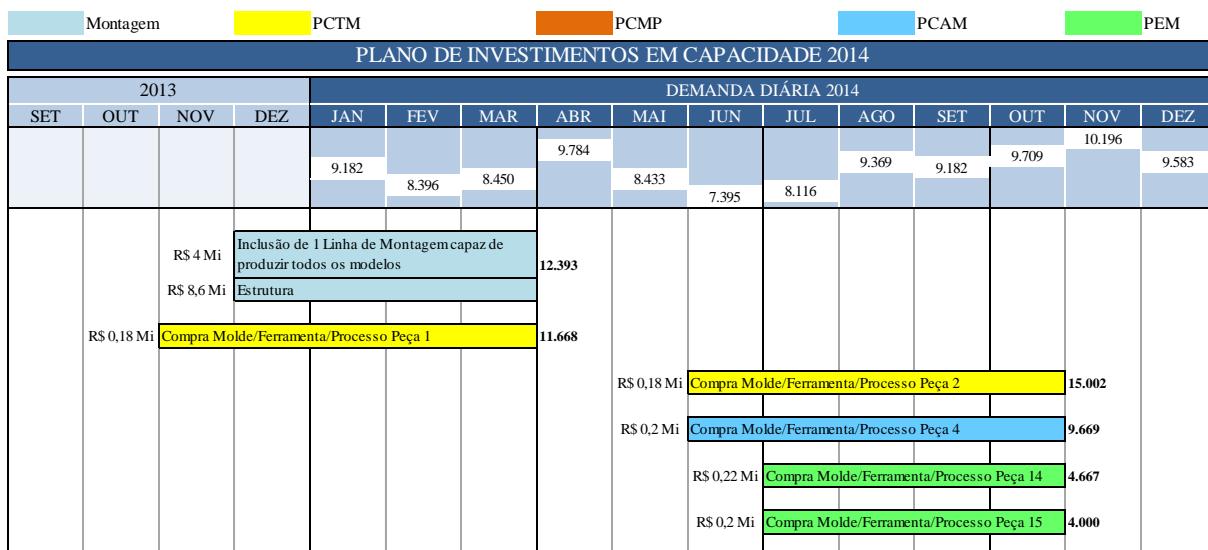
| PEÇAS ESPECÍFICAS DE CADA MODELO | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / Processo | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 9 | 1 | 1 | 22 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 10 | 1 | 1 | 24 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 11 | 1 | 1 | 23 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 12 | 1 | 1 | 24 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 13 | 1 | 1 | 22 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 14 | 1 | 2 | 30 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 15 | 1 | 2 | 35 | 1 | 22,1 | 88% |

Tabela 16- Novas Capacidades Peças Fabricadas para 2014

| PCTM | | PCMP | |
|--------|---------------------------|--------|---------------------------|
| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) | PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
| Peça 1 | 11.668 | Peça 3 | 5.702 |
| Peça 2 | 15.002 | Peça 4 | 9.669 |

| PCAM | | PEM | |
|--------|---------------------------|---------|---------------------------|
| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) | PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
| Peça 6 | 3.616 | Peça 10 | 2.917 |
| Peça 8 | 4.360 | Peça 12 | 2.917 |
| Peça 5 | 4.633 | Peça 11 | 3.044 |
| Peça 7 | 5.702 | Peça 9 | 3.182 |

Ainda, cada um desses itens requer um investimento monetário e um tempo de execução diferentes. A Figura 30 a seguir ilustra todas essas informações.

**Figura 30** - Plano de Investimento em Capacidade 2014

Os números localizados na parte azul clara representam a demanda diária mês a mês; os retângulos localizados na parte branca sinalizam os itens com investimento planejado e suas cores identificam a natureza dos itens; o comprimento dos retângulos simboliza o tempo necessário para execução do aumento de capacidade; os valores localizados antes desses retângulos mostram o custo desse aumento e sua localização representa a data de início do

investimento; e, finalmente, os números localizados após os retângulos, mostram a nova capacidade e sua localização representa a data em que ela poderá ser utilizada.

Com o plano de investimento em capacidade para 2014 em mãos, inicia-se a parte de execução do plano. Essa parte cabe ao Engenheiro responsável de cada área e o Planejamento Industrial cuidará do acompanhamento e atualização dos arquivos de capacidade, conforme os resultados forem sendo alcançados.

Ao fim de 2014, o Building Blocks se encontrará da conforme a Figura 31.

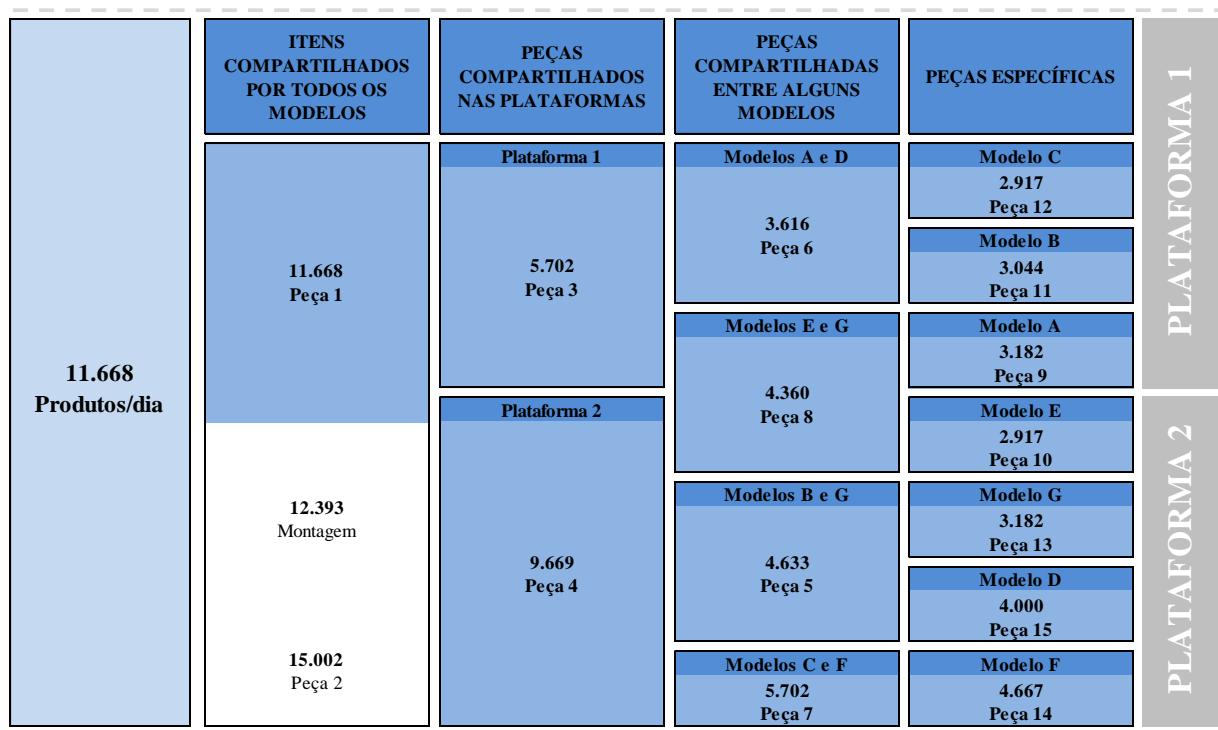


Figura 31 - Building Blocks ao final de 2014

Ele indica que a Capacidade de Produção Total ao final de 2014 será equivalente a 11.668 produtos/dia, sento restringida pela Fabricação da Peça 1.

O próximo passo é definir o plano de investimentos para 2015 e 2016. Para isso é necessário definir os patamares de capacidade a serem alcançados nesses anos. Como visto anteriormente, ao final de 2014 a Capacidade de Produção Total estará no patamar de 11.668 produtos/dia, mas em 2015 a demanda chegará a um patamar de pelo menos 11.949produtos/dia, o que implica em uma necessidade de investimento na Peça 1. Além disso, o mix de produção demandado dos Modelos A e D indica necessidade de investimento na Peça 6. Com isso, as novas Capacidades de fabricação se encontram nas Tabelas 17 e 18.

Tabela 17 - Nova configuração de Moldes/Ferramentas/ Processos Específicos para 2015

| PEÇAS COMPARTILHADAS POR TODOS OS MODELOS | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 1 | 4 | 6 | 15 | 2 | 22,1 | 88% |
| Peça 2 | 1 | 3 | 14 | 1 | 22,1 | 88% |

| PEÇAS COMPARTILHADAS PELOS MODELOS DE CADA PLATAFORMA | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 3 | 1 | 2 | 52 | 2 | 23,4 | 88% |
| Peça 4 | 1 | 3 | 23 | 1 | 23,4 | 88% |

| PEÇAS COMPARTILHADAS POR ALGUNS MODELOS | | | | | | |
|---|--------------------------|----------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 5 | 1 | 2 | 32 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 6 | 1 | 3 | 41 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 7 | 1 | 3 | 39 | 1 | 23,4 | 88% |
| Peça 8 | 1 | 1 | 17 | 1 | 23,4 | 88% |

| PEÇAS ESPECÍFICAS DE CADA MODELO | | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------|----------------------|-----|
| PEÇA | Quantidade peças/produto | Nro Moldes / Ferramentas / Processo | Tempo de Ciclo (s) | Cavidades | Tempo Disponível (h) | OEE |
| Peça 9 | 1 | 1 | 22 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 10 | 1 | 1 | 24 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 11 | 1 | 1 | 23 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 12 | 1 | 1 | 24 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 13 | 1 | 1 | 22 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 14 | 1 | 2 | 30 | 1 | 22,1 | 88% |
| Peça 15 | 1 | 2 | 35 | 1 | 22,1 | 88% |

Tabela 18 - Novas Capacidades Peças Fabricadas para 2015

| PCTM | |
|--------|---------------------------|
| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
| Peça 1 | 14.002 |
| Peça 2 | 15.002 |

| PCMP | |
|--------|---------------------------|
| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
| Peça 3 | 5.702 |
| Peça 4 | 9.669 |

| PCAM | |
|--------|---------------------------|
| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
| Peça 8 | 4.360 |
| Peça 5 | 4.633 |
| Peça 6 | 5.424 |
| Peça 7 | 5.702 |

| PEM | |
|---------|---------------------------|
| PEÇA | CAPACIDADE (Produtos/dia) |
| Peça 10 | 2.917 |
| Peça 12 | 2.917 |
| Peça 11 | 3.044 |
| Peça 9 | 3.182 |
| Peça 13 | 3.182 |
| Peça 15 | 4.000 |
| Peça 14 | 4.667 |

Com investimento em mais um Molde, Ferramenta ou Processo de cada uma dessas peças, a nova Capacidade de Produção Total passa a ser 12.393 produtos/dia, e o gargalo volta a ser a Montagem, conforme mostra o Building Blocks da Figura 34.

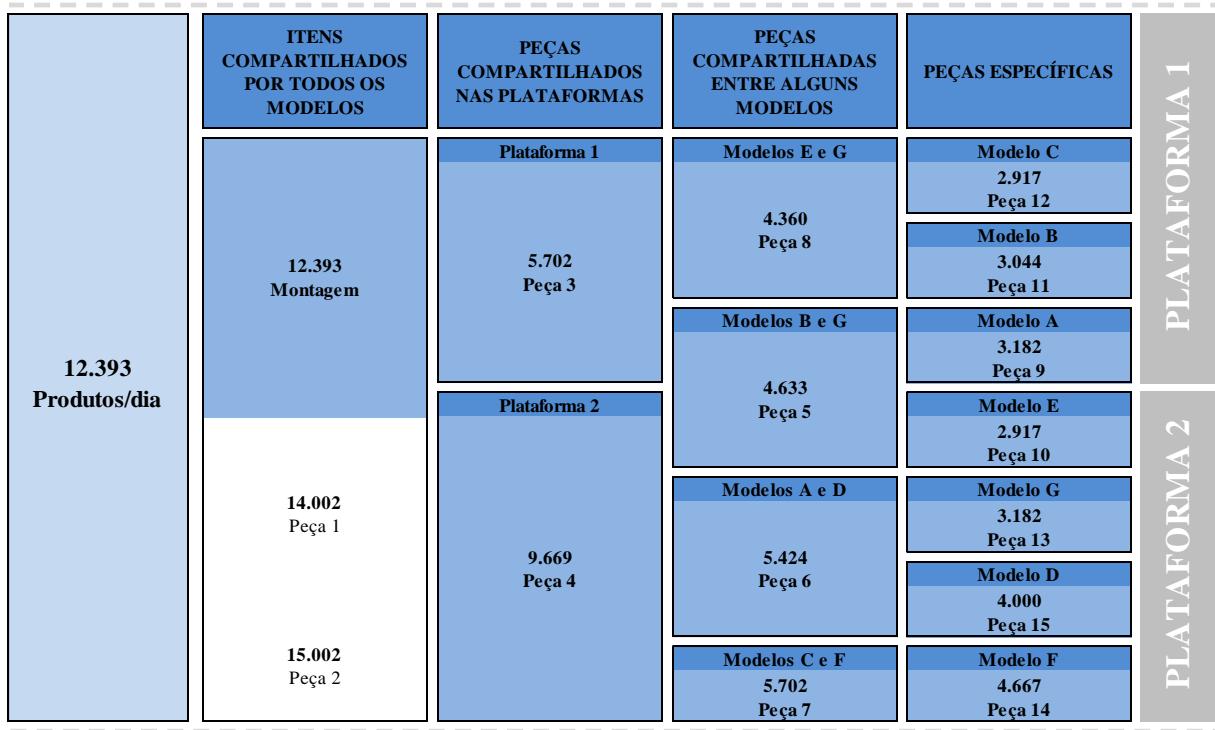


Figura 32 - Building Blocks ao final de 2015

Para 2016, a demanda diária não ultrapassará os 12.000 produtos/dia. Portanto, os investimentos executados em 2015 serão suficientes para atender a demanda de 2016.

Com isso, a Figura 33 apresenta um resumo dos investimentos necessários para que a capacidade alcance os patamares de demanda de 2014, 2015 e 2016.

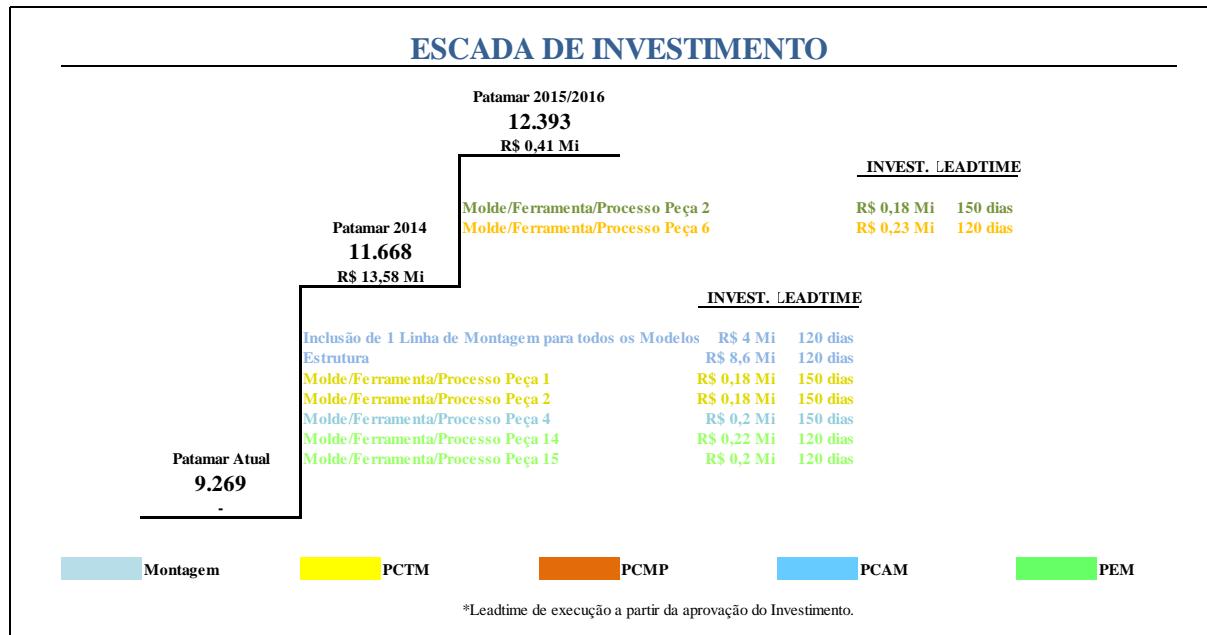


Figura 33 - Resumo de Investimentos até 2016

Essa escada representa os desafios que devem ser vencidos, para que o atendimento da demanda dos próximos anos seja possível. Formando cada degrau estão os itens limitantes da capacidade, diferenciados pela sua natureza através de cores, o investimento monetário necessário de cada um e o Leadtime de execução do Molde/Ferramenta/Processo a partir da aprovação do investimento. Encima de cada degrau está descrito o novo patamar de capacidade alcançado e o total de investimento necessário.

4. CONCLUSÃO

O trabalho realizado ao longo da presente monografia apresentou a medição da capacidade de produção atual de um produto de uma grande empresa multinacional e do planejamento da capacidade futura do mesmo. Devido ao caráter confidencial das informações do estudo, este trabalho apresentou características lúdicas da estrutura do produto, e números de demanda devidamente manipulados. Apesar disso, todo o trabalho foi descrito com alto rigor de detalhes, explicando cada etapa executada.

Como resultado da primeira parte do estudo, concluiu-se que Capacidade de Produção Total do Produto é de 9.269 produtos/dia, sendo o gargalo a montagem.

Além dessa informação, é importante expor que existem restrições subsequentes à capacidade e que, por isso, investir para aumentar a capacidade de montagem pode não resultar em um grande aumento na capacidade total. Em função disso, todas as informações de capacidade estão claramente detalhadas no arquivo denominado Building Blocks, exposto no tópico 3.3.4. Builing Blocks.

A segunda etapa de desenvolvimento do trabalho disse respeito ao planejamento da capacidade para os próximos três anos. Para tal, além de conhecer a capacidade atual, é necessário estimar a demanda futura. Neste estudo, a demanda para o ano de 2014 chegou a atingir o patamar de 10.196 produtos/dia, bastante acima da capacidade atual. A análise da demanda para 2015 e 2016 confirmou uma tendência de aumento da demanda.

Com isso, foi calculado que, a fim de atender a demanda de todos os meses de 2014, será necessário investimento de R\$ 13,58 milhões, diluídos entre os meses de Outubro/13, Novembro/13, Maio/14 e Junho/14. Já para alcançar o mais alto patamar demandado nos anos de 2015 e 2016, será necessário um investimento de R\$ 410 mil, que poderão ser detalhadamente diluídos conforme a demanda for sendo confirmada.

Finalizado o estudo, é possível perceber que, atualmente, a empresa possui um alto grau de ocupação de sua capacidade, resultando em baixos custos operacionais. Mas, para os próximos anos, a taxa de utilização terá leve redução, dado que, devido a limitações operacionais, o aumento da capacidade será maior que o crescimento da demanda. Essa redução na taxa de utilização, apesar de causar aumento no custo operacional, pode ser benéfica ao clima de trabalho da empresa e à qualidade do produto final, além de permitir

uma flexibilização da produção e uma maior capacidade de resposta a variações.

É relevante ressaltar a importância da padronização dos procedimentos de trabalho, o cumprimento de padrão por parte dos funcionários e a documentação dos resultados alcançados a cada momento. Essas três ações básicas permitirão alcançar uma redução na variabilidade da produção, aumento na eficiência dos processos, controle das entregas e melhoria continua.

Além disso, fica claro que a empresa está passando por uma fase de transição de uma cultura de produção verticalizada, para uma desverticalização de processos não considerados core. A desverticalização completa consistirá em uma estrutura na qual a fabricação de peças será de total responsabilidade dos fornecedores, inclusive o desenvolvimento das ferramentas, moldes e processos específicos. Mas isso somente será possível quando a relação entre fornecedor e cliente consistir em um laço de parceria ganha-ganha, permitindo que cada empresa esteja livre para focar seus esforços naquilo que faz de melhor, ou seja, nos seus processos core.

Desse modo, o objetivo deste trabalho de conclusão de curso foi alcançado ao se elaborar uma pesquisa que culminou em resultados concretos de capacidade e a um planejamento de investimentos de longo prazo bem estruturado.

Ainda, é interessante destacar a importância das disciplinas de graduação que permitiram o sucesso da presente pesquisa, em especial Projeto e Operação de Sistemas de Produção, Projeto do Trabalho e Ergonomia, Organização da Manufatura e Competitividade, que possibilitaram aplicar conhecimentos de Engenharia de Produção à determinação e planejamento da capacidade de um produto e uma fábrica expressiva em diversidade e complexidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZZOLINI, W. J.; FERRAZ, F. **Adquirindo controle.** Primeira edição. São Carlos: EESC-USP, 2012.
- CHIAVENATO, I. **Iniciação ao planejamento e controle da produção.** São Paulo: Editora McGraw-Hill, Ltda. 1990.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações.** Segunda edição. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2004.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção.** Quarta edição. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2001.
- FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e controle da produção.** São Paulo: Editora Atlas S.A. 2010.
- GAITHER, N.; FRAIZER, G. **Administração da produção e operações.** Oitava edição. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, Ltda. 2002.
- PARISE, E. L. **Estudo e planejamento de novas células de manufatura para expansão da capacidade produtora de uma grande empresa multinacional.** São Carlos: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2012.
- PASQUALINI, F.; LOPES, A. O.; SIEDENBERG, D. **Gestão da produção.** Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Editora UNIJUÍ. 2010.
- ROTHER, M; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar.** Baseado na Versão Original 1.3 de Junho de 2003. São Paulo: Lean Institute Brasil. 2009.
- SANDRO GIOVANNI VALERI; LEONARDO PARANAGUÁ; PROF. HENRIQUE ROZENFELD. Conhecimentos sistematizados pelo NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada). **Produto Modular.**
- SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** Segunda edição. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2002.

VOLLMANN, T. E.; BERRY, W. L.; WHYBARK, D. C.; JACOBS, F. R. **Sistemas de planejamento e controle da produção para o gerenciamento da cadeia de suprimentos.** Quinta edição. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora. 2006.