

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**THAILOR BARTZ LUDTKE**

**SIMULAÇÃO DE UM CENÁRIO DE CAPACIDADE FINITA NO PLANEJAMENTO,  
PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

**CAXIAS DO SUL**

**2018**

**THAILOR BARTZ LUDTKE**

**SIMULAÇÃO DE UM CENÁRIO DE CAPACIDADE FINITA NO PLANEJAMENTO,  
PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

**CAXIAS DO SUL**

**2018**

**THAILOR BARTZ LUDTKE**

**SIMULAÇÃO DE UM CENÁRIO DE CAPACIDADE FINITA NO PLANEJAMENTO,  
PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Aprovado em**

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Gabriel Vidor  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof. Dr. Leandro Luís Corso  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

---

Prof<sup>a</sup>. Me. Michele Otobelli Berteli  
Universidade de Caxias do Sul – UCS

## RESUMO

Devido a busca por prazos de entrega cada vez menores, estoques próximos de zero, produtos personalizados, sem perder a flexibilidade, o papel do planejamento, programação e controle da produção se torna ainda mais desafiador e complexo, exigindo assim que as empresas busquem constantemente soluções nesta área para manter-se de maneira estratégica entre seus concorrentes. Este trabalho utilizou como método a simulação de cenários, para tanto, etapas foram cumpridas para isto. Foi definido primeiramente a base de testes do ERP para o planejamento das ordens, posteriormente definiu-se os centros produtivos a serem utilizados, processo de corte com serra e o processo de corte e dobra, utilizando equipamentos de corte com guilhotina, laser e dobradeira, logo após, a capacidade teórica destes recursos foi atualizada no ERP. Para gerar os dados no sistema, selecionou-se sessenta itens no ERP que utilizavam os recursos de serra e corte e dobra, estes itens tiveram seus roteiros revisados com atualização de tempos através de cronoanálise e correção de centros produtivos, em seguida, estimou-se o período de análise de três semanas para a simulação dos dois processos. Então, os sessenta itens foram planejados no ERP, gerou-se as ordens de fabricação para o cenário atual que se entende por capacidade infinita, e feito a reprogramação para o cenário futuro com a lógica de capacidade finita através da análise nos gráficos de *gant* gerados no planejamento. O objetivo da simulação foi de mostrar os benefícios e dificuldades de se fazer uso da capacidade finita no planejamento, programação e controle da produção, além de propor melhorias ao atual sistema, visando sempre gerar um planejamento viável e factível para a produção, buscando assim atender a necessidade do cliente, entregando um produto de qualidade, no prazo determinado e com a menor utilização de recursos possíveis. A simulação mostrou que é viável migrar de uma lógica de programação infinita para finita, sendo necessário ajustes no próprio planejamento, processos produtivos, estrutura de produto, melhorias no atual ERP, além de se analisar um possível investimento em *software* de programação para complementar o atual sistema, possibilitando assim simulações de cenários e otimizações, que o atual ERP não oferece.

**Palavras-chave:** Simulação. Capacidade Finita. Planejamento da Produção.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Carga CRP centro produtivo.....	18
Figura 2 - Lógica de programação MRP .....	23
Figura 3 - Gráfico CEP .....	26
Figura 4 - Gráfico de <i>gantt</i> .....	27
Figura 5 - Ordem de fabricação .....	29
Figura 6 - Programa de impressão de ordens .....	29
Figura 7 - Cadastro do projeto .....	30
Figura 8 - Estrutura de produto .....	31
Figura 9 - Etapas necessárias para simulação.....	32
Figura 10 - Etapas necessárias para simulação.....	38
Figura 11 - Carga trabalho cenário atual serra .....	41
Figura 12 - Gráfico de <i>gantt</i> cenário atual serra .....	41
Figura 13 - Carga trabalho cenário futuro serra .....	42
Figura 14 - Gráfico de <i>gantt</i> cenário futuro serra .....	43
Figura 15 - Carga trabalho cenário atual guilhotina .....	44
Figura 16 - Gráfico de <i>gantt</i> cenário atual guilhotina.....	44
Figura 17 - Carga trabalho cenário atual laser.....	45
Figura 18 - Gráfico de <i>gantt</i> cenário atual laser .....	46
Figura 19 - Carga trabalho cenário atual dobradeira .....	46
Figura 20 - Gráfico de <i>gantt</i> cenário atual dobradeira.....	47
Figura 21 - Carga trabalho cenário futuro guilhotina .....	48
Figura 22 - Gráfico de <i>gantt</i> cenário futuro guilhotina.....	48
Figura 23 - Carga trabalho cenário futuro laser.....	49
Figura 24 - Gráfico de <i>gantt</i> cenário futuro laser .....	49
Figura 25 - Carga trabalho cenário futuro dobradeira .....	50
Figura 26 - Gráfico de <i>gantt</i> cenário futuro dobradeira.....	51

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Capacidade finita $\times$ infinita .....	24
Quadro 2 - Grupo de máquinas usinagem .....	35
Quadro 3 - Capacidade finita teórica $\times$ capacidade finita prática.....	52

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Controle de entradas e saídas.....	26
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APS	<i>Advanced Planning and Scheduling</i> ou Planejamento Avançado da Produção
CEP	Controle Estatístico de Processo
CNC	<i>Computer Numeric Control</i> ou Controle Numérico Computadorizado
CRP	<i>Capacity Requirements Planning</i> ou Planejamento de Requisitos de Capacidade
DOP	<i>Dynamic Order Process</i> ou Processamento Dinâmico da Ordem
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> ou Planejamento dos Recursos da Empresa
FCS	<i>Finite Capacity Scheduling</i> ou Planejamento Finito da Capacidade
MES	<i>Manufacturing Execution Systems</i> ou Sistema de Programação da Produção
MPS	<i>Master Production Schedule</i> ou Plano Mestre de Produção
MRP	<i>Material Requiriment Planning</i> ou Planejamento das Necessidades de Materiais
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> ou Eficiência Global dos Equipamentos
OPT	<i>Optimized Production Tecnology</i> ou Tecnologia Otimizada da Produção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
SCM	<i>Supply Chain Management</i> ou Gestão da Cadeia de Suprimentos
TI	Tecnologia da Informação
WIP	<i>Work in Process</i> ou Trabalho em Processo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	12
1.2	OBJETIVOS .....	13
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>14</b>
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO .....	14
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>16</b>
2.1	conceito de capacidade .....	16
<b>2.1.1</b>	<b>Capacidade infinita.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Capacidade finita .....</b>	<b>18</b>
2.2	Programação da produção.....	22
2.3	Controle de produção.....	24
<b>3</b>	<b>PROPOSTA DE TRABALHO .....</b>	<b>28</b>
3.1	CENÁRIO ATUAL .....	28
3.2	PROPOSTA DE TRABALHO .....	32
<b>3.2.1</b>	<b>Estoques .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Roteiros .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Capacidade produtiva .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Implicações gerenciais .....</b>	<b>36</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
4.1	DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO.....	38
<b>4.1.1</b>	<b>Processo de Serra .....</b>	<b>40</b>
4.1.1.1	Cenário atual .....	40
4.1.1.2	Cenário futuro .....	42
<b>4.1.2</b>	<b>Processo de Corte e Dobra .....</b>	<b>43</b>
4.1.2.1	Cenário atual .....	43
4.1.2.2	Cenário futuro .....	47
4.2	DISCUSSÃO DO CASO.....	51

4.3	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS .....	53
5	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS .....	57

## 1 INTRODUÇÃO

Um sistema de capacidade finita opera em níveis de detalhe maiores do que no planejamento infinito, pois leva-se em consideração as limitações dos recursos, conforme Ritzman e Krajewski (2004). Sistemas de programação da produção com capacidade finita tem como característica, de acordo com Severo Filho (2006), considerar a capacidade produtiva e as características tecnológicas do sistema produtivo como restrição a tomada de decisão no momento do planejamento, com o intuito de assegurar que o programa de produção resultante seja viável, ficando dentro da capacidade disponível.

Os lotes de produção podem ser grandes ou pequenos. Os lotes de pequeno tamanho segundo Ritzman e Krajewski (2004) possuem três vantagens: primeiro diminuem o estoque cíclico, o que restringe o tempo e o espaço envolvidos na fabricação e manutenção do estoque; em segundo lugar reduzem os tempos de espera fazendo com que o material em processo diminua; e ainda lotes pequenos ajudam a obter uma carga uniforme na produção. O mesmo autor também lembra que em casos onde se faz necessário a preparação de máquina com maior frequência, os lotes pequenos não são viáveis. Por outro lado, quanto maior for o tamanho do lote, maior o *lead time*, inventário e prazo de entrega, conforme Albertin e Pontes (2016). Algumas estratégias para a redução dos lotes são apontadas por Krajewski e Ritzman (2009), tais como: repetitividade de lotes de produtos, melhora nas previsões de demanda, redução de *lead times*, redução de incertezas na oferta e mínimo de folga na capacidade.

O tempo total de processamento basicamente entende-se como o período total para concluir um grupo de tarefas. Segundo Russomano (2000), a capacidade produtiva mostra a relação entre o tempo necessário para a realização de uma atividade com o tempo disponível total para a produção desta. Para o planejamento da produção por capacidade finita faz-se necessário roteiros de produção atualizados para obter-se uma maior confiabilidade na programação, roteiros com tempos padrões desatualizados, com centros produtivos inexistentes fisicamente, sem tempo de *setup* entre outros fatores comprometem o planejamento da produção. Para Martins e Laugeni (2005), os tempos padrões são importantes também para trazer confiabilidade no planejamento, fornecer dados para a determinação de custo padrão, determinar orçamentos, entre outros.

De acordo com Krajewski e Ritzman (2004), a eficiência é a relação entre tempo produtivo e tempo total, demonstrado em porcentagem. A eficiência pode ser medida levando em consideração um conjunto de vários fatores. Entre os maiores causadores da falta de eficiência estão os desperdícios, que segundo Ohno (1997) são sete os tipos de desperdícios:

desperdício de superprodução, de tempo disponível, de transporte, do processamento em si, de estoque disponível, de movimentação e de produzir produtos defeituosos. Estes fatores estão diretamente ligados as perdas de produção, que interferem no prazo final de entrega de um produto ou serviço.

Na empresa em estudo, questões foram analisadas para a migração de um sistema de capacidade infinita para capacidade finita. Correções aconteceram, tais como: ajustes de estoque; ordens de fabricação e requisições de compra antigas que ainda estão em aberto no sistema sem necessidade; roteiros de fabricação desatualizados estão sendo corrigidos, tempos de produção são cronometrados e não estimados; manutenções preventivas são sinalizadas no sistema; itens por *Material Requirement Planning* (MRP) ou Planejamento das Necessidades de Materiais estão com seus estoques de segurança e lotes sendo revisados. Outra questão importante é o envolvimento de outras áreas, como o setor de Tecnologia da Informação (TI), oferecendo o suporte necessário internamente e junto a empresa fornecedora do *software* de programação, o setor de custos avalia o impacto que esta mudança passa a gerar. Contudo, um estudo detalhado foi realizado para o sucesso da aplicação desta ferramenta.

As mesmas restrições encontradas na empresa em análise, de acordo com Giacon e Mesquita (2011), outras empresas que optam por utilizar a ferramenta de capacidade finita também encontram, tais como: customização dos procedimentos, apontamentos de horas no chão de fábrica, cadastros desatualizados, disciplina em cumprir com o planejado, adaptação do usuário, entre outros vários fatores.

Percebe-se que as técnicas de capacidade finita podem ser usadas para determinar com precisão e confiabilidade a viabilidade ou não de produção de determinado produto no prazo desejado, pois levam em consideração praticamente todas as variáveis e restrições pertinentes em um ambiente produtivo. Para isso, variáveis importantes como tamanho de lote, tempo de processamento e eficiência foram analisados. Além disso, com a implementação do sistema de capacidade finita, as empresas são obrigadas a ajustar diversas falhas em seus processos para que o funcionamento desta ferramenta tenha sucesso, pois pelo método de capacidade infinita alguns problemas são menos relevantes devido à falta de restrições na programação da produção. Este trabalho foca nesta temática, por estar inserido em um ambiente onde sabe-se que é de suma importância uma mudança na metodologia atual de planejamento.

Para isso este trabalho é dividido em cinco capítulos. No primeiro é exibida a introdução, a justificativa do estudo, os objetivos, tal como a abordagem e delimitações do trabalho.

No Capítulo 2 é realizada uma fundamentação teórica, com a revisão bibliográfica abordando os conceitos de capacidade infinita e capacidade finita, bem como suas diferenças. Além disso, os conceitos de estoque, cronoanálise e roteiros de fabricação.

No terceiro Capítulo é detalhada a metodologia do trabalho. Dessa forma, apresenta-se a descrição detalhada do caso de análise, as etapas de aplicação do estudo e os resultados esperados.

No Capítulo 4 são analisados os dados obtidos comparando os resultados e propondo um modelo de solução de problemas em concordância com o contexto analisado. No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões obtidas a partir do trabalho desenvolvido, esclarecendo as suas delimitações e perspectivas futuras de trabalho.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Todo sistema que possui uma meta definida deve possuir ao menos um componente que limite seu desempenho em relação a meta original, caso contrário a empresa também teria lucratividade infinita, logo, tal componente é a restrição do sistema no planejamento por capacidade finita, segundo Souza (2005).

De acordo com Girotti e Mesquita (2014), carga finita é a carga considerada de um período de tempo que deve ser limitada a capacidade efetiva dos recursos, já a lógica de capacidade infinita considera os recursos de forma ilimitada. O mesmo autor também fala que no planejamento por capacidade infinita o tempo de fila de cada operação está incluso no *lead time* previamente estimado, em contrapartida com a capacidade finita este tempo é calculado, também na carga infinita se utiliza tempos pré-definidos normalmente em dias ou semanas, na carga finita o tempo pode ser medido em horas ou até minutos, gerando assim um maior nível de detalhe e confiabilidade na programação.

Em um estudo de caso realizado em uma empresa siderúrgica por Caetano et al. (2016), a análise de tempos proporcionou, através dos dados levantados, visualizar as divergências entre os tempos reais e os tempos do sistema. Também neste caso, se mostrou uma ferramenta eficiente para definir o tempo efetivo de produção e possibilitar a correção dos roteiros no sistema, reduzindo o impacto no planejamento da produção. Como no estudo de caso citado anteriormente, na empresa em análise é necessário revisar e atualizar os roteiros. Para um planejamento por capacidade finita os roteiros são importantes, pois ao planejar a produção o setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) passa a considerar tempos de fabricação coerentes com a realidade, gerando um planejamento mais eficiente, e confiável.

O apontamento das operações na produção é importante no que diz respeito principalmente a previsão da carga de trabalho, segundo estudo realizado por Braga e Andrade (2012) em uma empresa fabricante de equipamentos médico-hospitalares, ocorreu a implantação de um sistema de apontamento de operações na produção, benefícios foram alcançados, tais como visualizar em tempo real no sistema onde determinada peça está sem a necessidade de ir até o chão de fábrica, programar a produção com maior confiabilidade, entre outros. Logo, na empresa em estudo o apontamento das operações precisa ser realizado após o término de cada operação, pois programar a produção por capacidade finita em um cenário que esta atividade é realizada eficazmente traz benefícios, tais como certeza na análise da ocupação ou disponibilidade de um centro produtivo, previsão de entrega de uma peça ou projeto com um maior grau de certeza.

Sobre estoques, segundo estudo realizado por Cardoso e Pereira (2014), foram detectados pontos fortes e fracos na gestão de estoques de sua empresa que devem ser considerados, pode-se citar como pontos fortes o sistema informatizado integrado e utilização do leitor de código de barras para controle, como pontos a serem trabalhados são os inventários sem periodicidade regular e erros na conferência de mercadorias no recebimento. Estas características devem ser citadas pois são reflexo em boa parte das empresas que trabalham com estoques, inclusive na empresa em estudo. Assegurar que os estoques sejam confiáveis também garantem um planejamento por capacidade finita adequado e refinado, gerando assim dados que possibilitem revisar e alterar os níveis de estoque com a frequência devida, o que é importante.

No que se refere ao módulo de produção dentro do *Enterprise Resource Planning* (ERP) ou Planejamento dos Recursos da Empresa, utilizado pelo PCP para planejamento, uma etapa importante para que ocorra a migração de um planejamento de capacidade infinita para capacidade finita, é que sejam filtradas e excluídas todas as ordens de produção que tem *status* liberado, reservado ou iniciado, mas que não se encontram mais em processo de fabricação. Estas ordens, permanecendo em aberto no momento da programação da produção pelo PCP, irão ocupar uma parte da capacidade produtiva sem necessidade, distorcendo assim a situação real da capacidade fabril.

## 1.2 OBJETIVOS

Nessa seção são apresentados os objetivos geral e específicos.

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é simular um cenário de capacidade finita no planejamento, programação e controle de produção em uma empresa fabricante de máquinas para a indústria de bebidas.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) revisar os roteiros de fabricação de itens selecionados;
- b) determinar a capacidade teórica e capacidade real dos processos estudados;
- c) revisar os níveis de estoque;
- d) analisar a disponibilidade de materiais em estoque;
- e) propor melhorias no atual sistema de informação de planejamento e programação da produção.

## 1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

A pesquisa nesse trabalho caracteriza-se pela abordagem qualitativa e quantitativa. Qualitativa no que se refere à análise do problema e quantitativa na parte que remete as técnicas do balanceamento de linha. Quanto à natureza essa pesquisa pode ser classificada como causal, visto que busca entender a relação que existe entre a taxa de produção desejada e o tempo de ciclo.

O trabalho proposto segue o método de estudo de caso para seu desenvolvimento. Yin (2001) classifica os estudos de caso segundo o seu conteúdo e objetivo final (exploratórios, explanatórios ou descritivos) ou quantidade de casos (caso único – holístico ou incorporado ou casos múltiplos – também categorizados em holísticos ou incorporados). A principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que estes tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como foram implementadas e quais resultados foram alcançados (MIGUEL, 2007).

Dessa forma, uma das etapas do trabalho foi revisar os roteiros de fabricação, ou seja, cronometrar os tempos e não estimar, considerar tempos de *setup* e movimentação de material em processo, e atualizar centros produtivos.

Outra questão é a capacidade produtiva, então paralelamente foi necessário envolver a fábrica no que se refere ao apontamento das ordens de fabricação logo ao término da operação, assim como filtrar ordens de fabricação em aberto no sistema que não estão mais em processamento na fábrica.

Uma última etapa desenvolvida é a revisão dos estoques de itens manufaturados e comerciais, para posteriormente determinar os níveis ideais dos estoques.

Entende-se como delimitações deste trabalho o fato do tempo de execução ser relativamente curto, menos de um ano, também os dados necessários para o andamento do trabalho que devem ser extraídos na empresa.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesse capítulo são apresentados os conceitos necessários à aplicação do método de trabalho, bem como uma revisão sobre os aspectos discutidos posteriormente na seção de resultados.

### 2.1 CONCEITO DE CAPACIDADE

O tema capacidade está vinculado as etapas do planejamento e controle da produção, segundo Albertin e Pontes (2016). A gestão da capacidade tem o objetivo de disponibilizar e utilizar a capacidade da forma mais eficiente possível. A capacidade divide-se em: capacidade instalada, capacidade real, utilização da capacidade e rendimento da capacidade.

De acordo com Fusco et al. (2003), a capacidade instalada deve estar em harmonia com o plano de produção para o plano produtivo se tornar realidade, uma análise deve ser feita com relação a quantidade de recursos disponíveis, onde recursos em excesso geram ociosidade, logo a demanda deve ser elevada ou os recursos dispensados, e em contrapartida, recursos insuficientes demandam providências de aquisições ou os planos de trabalho devem ser reduzidos. Segundo o mesmo autor, como consequência deste tipo de análise, a gerência define sobre decisões, como adquirir novos equipamentos, alteração nos turnos de trabalho, contratação e treinamento de mão de obra, terceirização de alguns serviços, além de outras ações para assegurar as condições de cumprimento do plano de produção.

A capacidade real para Albertin e Pontes (2016), é o quanto se pode produzir em um determinado período levando em consideração todas as perdas possíveis, tais como perdas por falta de qualidade, quebras de máquina, tempos de espera, entre outros.

Segundo Krajewski e Ritzman (2004) para que o planejamento da produção possa ser realizado, é necessário conhecer a capacidade atual de um processo e de sua utilização. A utilização ou o grau em que a mão de obra ou equipamento é utilizado, pode ser calculado em porcentagem pela Equação 1.

$$Utilização = \left( \frac{Taxa\ média\ de\ produção}{Capacidade\ máxima} \right) \times 100\% \quad (1)$$

O índice de utilização mostra a necessidade, ou de aumento da capacidade devido à falta de recursos para atendimento da demanda ou de se eliminar capacidade desnecessária.

Quanto ao rendimento, é importante buscar o melhor rendimento da planta fabril, para isto existem algumas formas de aumento de ganho de produção, como o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) ou Eficiência Global dos Equipamentos, que busca exatamente isto através do monitoramento dos gargalos dos centros produtivos, gerando um melhor rendimento do equipamento monitorado e, como consequência, de toda a fábrica.

### 2.1.1 Capacidade infinita

De acordo com Hopp e Spearman (2000), em um sistema de produção onde se usa o sistema de planejamento por capacidade infinita não existe nenhuma variabilidade, o tempo de ciclo de produção e o tempo de entrega para o cliente é simples, pois são os mesmos. O autor cita que o “sortudo” gerente deste tipo de sistema poderia dizer ao cliente que o tempo de entrega é igual ao tempo de processamento de um determinado produto e ter absoluta certeza de que este seria entregue sem problemas, porém nenhum real sistema é perfeito assim, logo sabe-se que qualquer processo contém variáveis como tempo de espera e tempo de ciclo por exemplo, que aumentam consideravelmente o *lead time* de entrega de um produto.

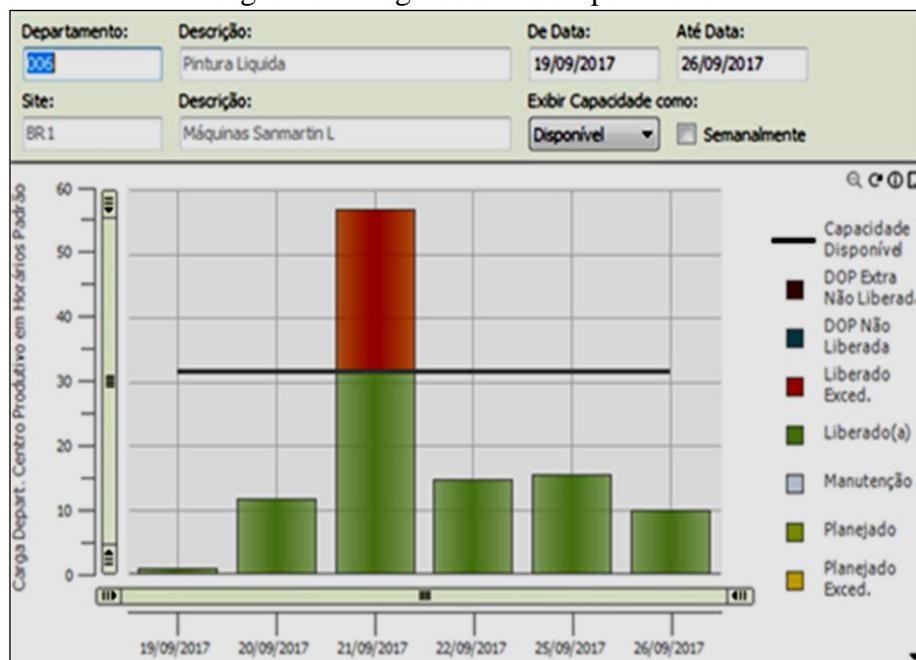
Em um sistema por MRP, onde a ordem de produção é gerada de acordo com os pedidos colocados pelo cliente, se for assumida a suposição da capacidade que é baseada em um tempo infinito, problemas podem ocorrer, por exemplo, se um planejamento for executado com um modelo MRP de capacidade infinita, as datas de entregas geradas neste planejamento podem ser bem anteriores se comparadas com a real necessidade, resultando assim em materiais sendo recebidos antes da data necessária, aumentando os estoques sem necessidade.

Um dos problemas da utilização do módulo *Capacity Requirements Planning* (CRP) ou Planejamento de Requisitos de Capacidade, assim como o próprio MRP, é que ambos assumem de forma implícita um horizonte de capacidade infinita, isto devido a não consideração das cargas dos centros produtivos no momento do planejamento, gerando assim ordens de produção com datas fixas. Em um exemplo de centro produtivo sem ter trabalho no início, recebendo uma carga de trabalho de um produto similar, com demandas distintas, tende a ser agrupada para evitar o aumento do número de *setups*, neste centro produtivo a carga de trabalho terá uma sobrecarga em um dia específico e ociosidade nos demais dias (HOPP; SPEARMAN, 2000).

Na Figura 1, é mostrado um gráfico de carga de trabalho de um determinado centro produtivo, onde este cenário de capacidade infinita é claramente visto. No primeiro dia é

alocado menos de 10% de trabalho para este recurso, e no terceiro dia a capacidade disponível é extrapolada em quase 100%.

Figura 1 - Carga CRP centro produtivo



Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2017).

Algumas características de uma planta fabril onde o planejamento da produção considera recursos infinitos são descritas abaixo de acordo com Cox e Spencer (2008):

- as regras de priorização e sequenciamento de produção não reconhecem a dependência dos recursos;
- os centros produtivos são programados pelas datas de entrega dos pedidos;
- os centros produtivos são programados em blocos;
- um lote é processado em um centro produtivo antes de ser enviado para o próximo centro de trabalho;
- fabricação e montagem são vistas e analisadas como distintas uma da outra;
- a montagem é programada com base na data de entrega do pedido.

### 2.1.2 Capacidade finita

Os sistemas de planejamento por capacidade finita costumam dividir-se em duas categorias: baseados em simulação e em otimização, o último também faz uso da simulação, isto conforme Hopp e Spearman (2000).

De acordo com Hopp e Spearman (2000), os programas baseados em simulação para programação por capacidade finita utilizam o *status* atual das estações de trabalho. Esta informação é obtida no plano mestre de produção do ERP da empresa. Segundo os mesmos autores, para a criação de um cronograma o modelo é executado e então registram-se as entradas e saídas de cada estação de trabalho, horários diferentes são gerados para os centros produtivos, qualquer um é avaliado de acordo com o seu desempenho com a finalidade de encontrar o cronograma mais adequado para as diversas situações.

Neste tipo de programação por capacidade finita a simulação de cenários é comum, trazendo diversas vantagens como imitar o comportamento de um sistema real, facilitando a compreensão dos operadores. Outra vantagem é a variedade de dados que podem ser conseguidos com a alteração da data de entrega, gerando assim informações diversas de carga máquina por exemplo. Porém, simular também traz algumas desvantagens, como a dependência de uma quantidade considerável de dados referentes aos processos que devem estar sempre atualizados com a realidade. Outra questão é que como o modelo de programação não é responsável pela variabilidade, pode existir uma diferença razoável entre o previsto e o real comportamento do cenário planejado, porém, para impedir que o erro se empilhe e invalide totalmente o planejamento ao longo do tempo, é importante sempre atualizar o planejamento estabelecido. Um terceiro problema é que as datas de entrega por vezes são alteradas, tornando assim a simulação dos cenários previamente feitos impossíveis de se cumprir em alguns casos (HOPP; SPEARMAN, 2000).

Para os mesmos autores, a simulação utilizada na otimização, normalmente é usada como um complemento do MRP. Em um planejamento por simulação, os tempos de liberação do MRP são usados para definir o trabalho a ser inserido no modelo. Ainda, se a data de entrega gerada no MRP é inviável, a data de entrega na simulação não pode o tornar viável.

Os programas para o planejamento e programação por capacidade finita utilizam procedimentos heurísticos, onde existem poucas garantias de desempenho. Neste tipo de programação, utiliza-se um algoritmo que procura o melhor planejamento possível.

Dentre as ferramentas que utilizam esta lógica está o *Optimized Production Technology* (OPT) ou Tecnologia Otimizada da Produção, que envolve quatro etapas básicas para sua execução, que para Hopp e Spearman (2000) são:

- a) determinar o gargalo da produção;
- b) propagar as datas de entrega do final da linha, utilizando um *buffer* de tempo para o gargalo;
- c) programar o gargalo de forma mais eficiente;

- d) propagar os requisitos de material do gargalo para trás, usando um tempo de execução fixo para determinar um planejamento correto.

Outro procedimento heurístico citado pelos autores baseado em otimização utilizado para planejamento por capacidade finita é a pesquisa de feixe, que ao invés de verificar cada etapa e processo gerado, verifica algumas etapas apenas de acordo com algum tipo de critério pré-estabelecido; assim ocorre mais rapidamente, gerando uma solução boa, porém não pode garantir uma solução ótima por não levar em consideração todas as restrições.

Outra abordagem a ser considerada é o *Supply Chain Management* (SCM) ou Gestão da Cadeia de Suprimentos, para Prado e Souza (2014), é um conjunto de atividades, ferramentas e *softwares*, capazes de integrar a produção de uma empresa aos vários parceiros de negócios. O SCM tem algumas funcionalidades, entre elas está o planejamento e controle da produção com capacidade finita. As ferramentas disponíveis neste tipo de sistema fazem uso de técnicas de matemáticas avançadas e modelos de pesquisa operacional para agregar o planejamento de capacidade finita aos sistemas ERP. O principal objetivo é permitir um controle mais eficiente sobre atividades de produção, além disso esse tipo de controle se estende para todos os níveis da cadeia de suprimentos, como distribuidores, fabricantes, fornecedores, isto para se adaptar as variações da demanda.

Para o autor Severo Filho (2006), é de fundamental importância analisar o impacto que um sistema de planejamento por capacidade finita pode trazer para uma empresa. Segundo o autor, existem vários tipos de sistemas para este tipo de programação disponíveis comercialmente, devendo assim a empresa interessada buscar o que melhor se enquadre para o seu processo produtivo. Também é destacado que nem todos os sistemas produtivos precisam deste tipo de solução para a gestão da sua capacidade produtiva, e ainda que este tipo de sistema deve ser trabalhado de forma integrada aos demais sistemas utilizados pelo PCP. Além disso, em alguns casos é necessário o uso de sistemas híbridos, onde alguns processos produtivos fazem uso da capacidade finita e outros não, devido ao nível de complexidade, então neste momento abre-se a possibilidade de reavaliar o processo complexo para verificar se este é desnecessariamente complexo, assim com a possível melhoria do processo pode ser aplicada a programação com capacidade finita.

Uma outra visão deste tema é escrita por Greeff e Ghoshal (2004), segundo estes autores o planejamento pelo *Finite Capacity Scheduling* (FCS) ou Planejamento Finito da Capacidade, surgiu como resposta às limitações do MRP (o MRP assume capacidade infinita e disponibilidade de material sempre). O próprio FCS não é novo e durante anos surgiram versões

do FCS para aprimorar a precisão do plano de produção, para melhor gerenciamento dos estoques, recursos e satisfação do cliente. Inicialmente, os sistemas FCS eram simples, envolvendo apenas o recurso primário para fazer o trabalho, outras várias restrições foram posteriormente adicionadas para fornecer um modelo mais preciso dos recursos de produção.

O planejamento de capacidade finita e suprimentos é um processo em que um plano de produção sequencia as operações para cumprir ordens, e é gerado com base na capacidade real e na sequência de atividades. Os recursos necessários podem ser, mão de obra, áreas de armazenamento, matéria-prima, guinchos, caminhões de entrega, ferramentas ou qualquer coisa que possa restringir os processos de produção (GREEFF; GHOSHAL, 2004).

A importância do FCS está na precisão e no processo detalhado de sequenciamento de processos e equipamentos que não pode ser obtido no planejamento de capacidade infinita tradicional. Com esta precisão, os níveis de matéria-prima podem ser sincronizados com a demanda do chão de fábrica, isso ajuda na redução dos níveis de estoque e os principais recursos são utilizados da melhor forma e o fluxo de trabalho é melhor controlado. O *Work in Process* (WIP) ou Trabalho em Processo, tem desempenho em um nível relativamente constante, os prazos de entrega são mais previsíveis e as datas de entrega são mais confiáveis. O FCS permite que a administração se concentre no equilíbrio da demanda variável com a capacidade disponível, pois existe um ponto ótimo de tempo e custo a ser alcançado para uma determinada necessidade de produção.

Para Mckay e Wiers (2004), a abordagem de capacidade finita não permite que duas coisas sejam feitas ao mesmo tempo no mesmo recurso, a menos que o recurso realmente possa fazê-lo. Pode-se modelar o que a máquina ou o centro de trabalho pode fazer, por exemplo, o número de peças, os critérios de chegada e de partida para cada parte, se as peças vão em lotes, em intervalos cronometrados, se as peças saem juntas ou sozinhas.

De acordo com Mckay e Wiers (2004), geralmente existem duas estratégias usadas no planejamento de uma sequência usando análise de capacidade finita:

- a) se o trabalho for carregado para frente (ou seja, a partir da data de lançamento mais adiantada e empurrado através do sistema), um dos processos será atrasado até que o outro seja feito ou um recurso alternativo seja providenciado. Se houver pouca folga, fila, estoque de segurança e capacidade futura na programação, esse atraso não causará problemas nas operações e nas datas de vencimento. Se não houver tempo ou capacidade no futuro, o trabalho será atrasado e sua data de recebimento será reprogramada;

- b) se o trabalho for carregado para trás (a partir da data de vencimento e puxado de cada operação anterior), um dos processos será iniciado antes do outro trabalho e terá estoque em processo maior. Isso é bom se houver estoque, tempo e a capacidade de fazê-lo antes, se não houver, então alguma atividade terá que ser iniciada antes de hoje, e isso é impossível.

Este é o principal benefício para Mckay e Wiers (2004), a capacidade finita do sistema é reconhecida e o trabalho é entregue ou iniciado antes do que uma análise infinita indicaria, a utilização nos principais recursos não excederá 100%. Por vezes é necessário e possível misturar visões infinitas e finitas de fabricação quando um sistema de suporte as decisões é construído. Pode-se modelar ou descrever aspectos do sistema que têm pouca variabilidade como finitos e estreitamente limitados, e aspectos que possuem variabilidade maior como infinitas, isso permite que o sistema de planejamento aplique restrições reais implicadas pelos recursos principais sem que o usuário tenha que ajustar tudo.

O planejamento de capacidade finita foi realizado tradicionalmente como uma tarefa do sistema separadamente com um *software* fornecido por um terceiro ou o fornecedor MRP/ERP. Para Mckay e Wiers (2004), alguns dos fornecedores de ERP incluem ferramentas integradas de análise de carga finita com gráficos de *gant* interativos e um conjunto relativamente pequeno de funções para manipular ordens e funções. Para alguns casos, estas opções dentro do ERP podem ser suficientes, em outros não. A capacidade de modelar o fluxo complexo e as relações finitas geralmente está ausente no ERP/MRP e uma ferramenta separada é necessária. É difícil criar uma ferramenta que seja boa para todos os fins.

## 2.2 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

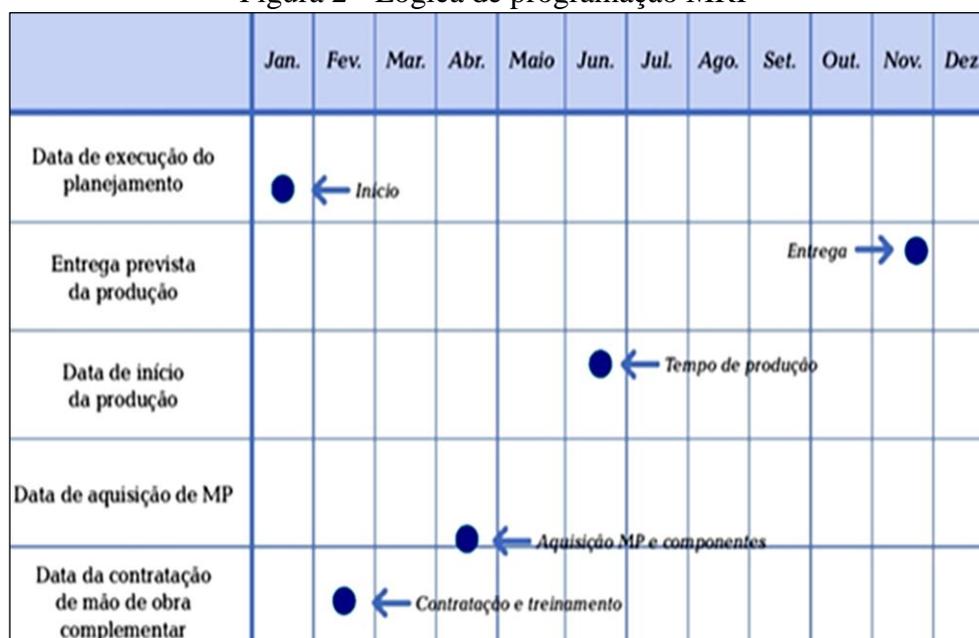
A programação da produção é, de acordo com Bezerra (2013), uma etapa de sequenciamento de tarefas. Trata-se de um programa de produção que envolve volumes de produtos, capacidade de equipamentos e prazos de entrega, sendo esta uma atividade complexa devido à variedade de combinações possíveis. Para o mesmo autor, boa parte dos problemas encontrados na programação da produção está relacionada a restrições da capacidade produtiva, principalmente para um planejamento por capacidade finita. Restrições devem ser consideradas, tais como tempos de roteiros desatualizados, estoques em processo, equipamentos em manutenção, entre outros.

A programação da produção inicia com o *Master Production Schedule* (MPS) ou Plano Mestre de Produção, este irá fornecer informações para o sistema que faz o detalhamento das

necessidades de material, mão de obra e matéria-prima, para posteriormente comparar com os estoques e assim determinar a quantidade do material a ser comprado ou manufaturado para o que não possui estoque, além de gerar informações como horas de produção necessárias, número de pessoas para a execução das tarefas, quantidade de equipamentos a serem utilizados (PARANHOS FILHO, 2012).

O sistema de planejamento de materiais mais usual é o MRP. Este sistema trabalha com a lógica inversa do fluxo de produção, como mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Lógica de programação MRP



Fonte: Paranhos Filho (2012).

Para Paranhos Filho (2012), um sistema de planejamento por MRP em um cenário de capacidade finita tem entradas e saídas em seu processo, que são descritas abaixo.

Como entradas podem ser destacados:

- previsão de vendas;
- lista de materiais ou estrutura do produto;
- capacidades dos centros produtivos;
- estoque de matéria-prima e produtos acabados;
- prazos de fabricação e compra de insumos (*lead times*).

As saídas são:

- ordens de compra;
- ordens de produção;
- ordens de montagem.

Na programação da produção em um cenário de utilização de capacidade finita, algumas restrições devem ser consideradas, diferentemente de um ambiente de capacidade infinita que trabalha com uma perspectiva infinita de disponibilidade. No Quadro 1 são representadas diferenças entre os dois tipos de programação.

Quadro 1 - Capacidade finita × infinita

<b>Descrição</b>	<b>Finita</b>	<b>Infinita</b>
Foco	Otimização da capacidade	Viabilidade do plano de materiais
Dificuldade	Administrar a necessidade de materiais	Balancear a carga máquina
Tempos de fila	Calculado pelo sistema	Estimado, inclusive <i>lead time</i>
Capacidade	Carga limitada	Carga ilimitada
Unidade de tempo	Contínuo: horas e minutos	Discreto: dias ou semanas
Orientação	Programação para a frente	Programação para trás
Sequenciamento	Sim	Difícil
Sistema	Apoio às decisões	Transacional
Capacidade de simulação	Alta	Baixa
Capacidade de otimização	Alta	Baixa
Complexidade	Alta	Baixa

Fonte: Girotti e Mesquita (2014).

Uma etapa importante entre o planejamento da produção e o controle diz respeito ao CRP, segundo Caiçara Júnior (2007), a função desta atividade é antecipar futuras necessidades e visualizar possíveis ociosidades que possam ocorrer. Esta verificação deve ser feita com antecedência para aumentar a eficiência da produção, pois capacidade insuficiente gera descumprimentos de prazos de entrega. Além disso, o CRP auxilia a gestão da produção com tomada de decisões quanto às ordens de produção, ou seja, a necessidade ou não da alteração no planejamento em função da disponibilidade dos recursos.

### 2.3 CONTROLE DE PRODUÇÃO

O controle da produção tem como objetivo, garantir que o planejamento e a programação realizados ocorram nos prazos e volumes definidos, logo para que o controle ocorra são necessárias informações atualizadas sobre: material em processo, estoques de

matéria-prima e peças acabadas, *status* em tempo real das ordens de fabricação em processo na fábrica, dados sobre a utilização dos centros produtivos. Na etapa de controle produtivo, dependendo da análise feita é necessária a reprogramação a curto prazo, alteração do sequenciamento das ordens de produção e compras de última hora. Em suma, para garantir a programação todos os ajustes necessários durante o processo produtivo precisam ser realizados (ALBERTIN; PONTES, 2016).

De acordo com Chiavenato (2008), o controle da produção possui algumas finalidades, entre elas estão: avaliar e monitorar de forma contínua o sistema produtivo; comparar o programado com o realizado; verificar falhas, erros ou desvios durante o processo; criar relatórios de controle. Além destas atividades, alguns outros aspectos críticos precisam ser monitorados pelo PCP durante o controle, tais como: previsão das vendas; planos de produção; compras; almoxarifado; estoques.

Alguns controles de processo e produção podem ser citados para a atividade de controle da produção, para um planejamento por capacidade finita, tais como:

- a) controle no chão de fábrica: é necessário o controle sobre a eficiência dos recursos produtivos e isto pode ser feito através da análise de informações obtidas por um *software* de coleta de dados, sendo possível acompanhar em tempo real o que a fábrica está produzindo, e além disso ter a certeza de que a fila de produção estabelecida na programação seja respeitada, isto mediante a uma simples trava no *software*, previamente parametrizado, um exemplo deste tipo de sistema é o *Manufacturing Execution Systems* (MES) ou Sistema de Programação da Produção;
- b) controle das datas término: para Chiavenato (2008) é um tipo de controle de produção onde verifica-se se os prazos de produção foram ou não atendidos. É um controle que pode ser feito por planilhas, através da informação registrada pela produção com um leitor de código de barras por exemplo, entre outros métodos;
- c) controle de entradas e saídas: de acordo com Bezerra (2013), é um relatório que permite por meio da comparação das entradas e saídas planejadas, identificar problemas de excesso ou incapacidade de produção, comparando o planejado com o realizado. Este controle permite além do acompanhamento da capacidade dos centros produtivos, também possibilita a medição da eficiência dos colaboradores. Os desvios encontrados neste tipo de controle devem ser corrigidos, impedindo assim ociosidade ou sobrecarga nos processos seguintes. Um exemplo deste tipo de controle é mostrado na Tabela 1;

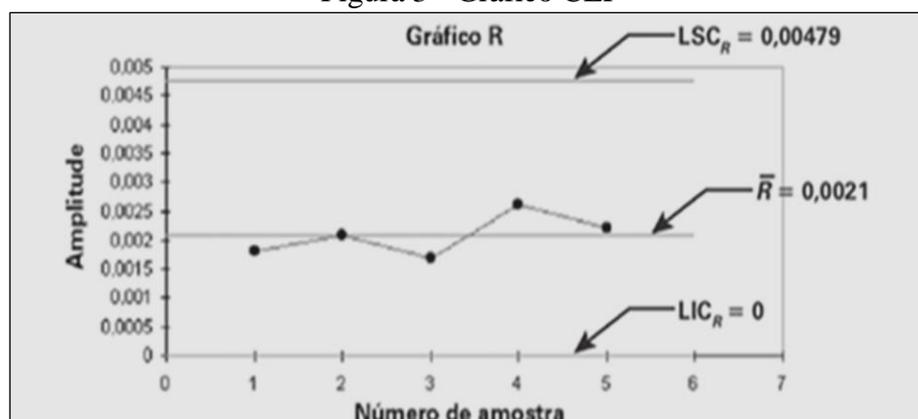
Tabela 1 - Controle de entradas e saídas

		Anterior	1	2	3	4
<b>Entrada</b>	Planejada		320	350	310	340
	Executada		280	370	290	330
	Desvio		-40	20	-20	-10
	Desvio acumulado		-40	-20	-40	-50
<b>Saída</b>	Planejada		320	350	310	340
	Executada		320	310	320	310
	Desvio		0	-40	10	-30
	Desvio acumulado		0	-40	-30	-60
	Desvio total acumulado	50	10	70	40	60

Fonte: Bezerra (2013).

- d) Controle Estatístico de Processo (CEP): para Ritzman e Krajewski (2004) é uma ferramenta de análise de dados que através da aplicação de técnicas estatísticas determina-se se o resultado está de acordo com o planejado. Usualmente usa-se gráficos de controle como o da Figura 3, com o intuito de encontrar produtos defeituosos ou também para indicar se o processo de produção teve alterações;

Figura 3 - Gráfico CEP

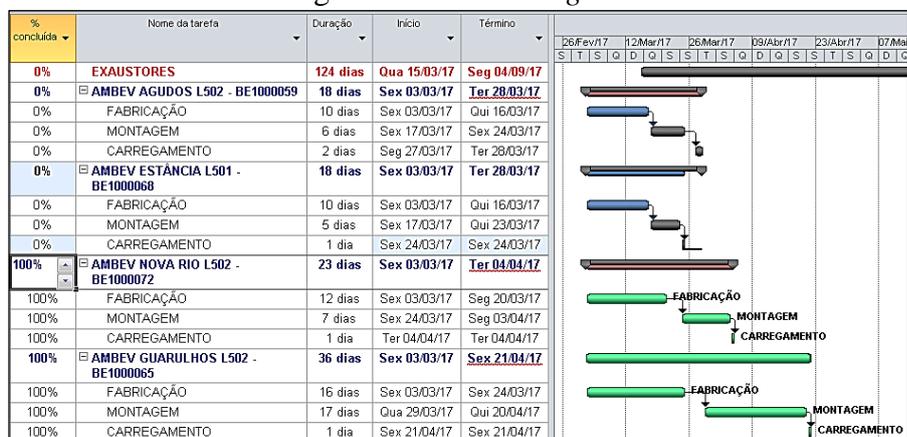


Fonte: Ritzman e Krajewski (2004).

- e) gráfico de *Gantt*: segundo Bezerra (2013), esta ferramenta permite o acompanhamento visual da carga de trabalho planejada e executada dos centros produtivos ou operadores, através da plotagem das demandas, bem como outras características comuns ao processo, como pausas ocasionadas por diversos fatores

ou até períodos de inatividade. Esta ferramenta permite o acompanhamento mais próximo à execução, como visto na Figura 4;

Figura 4 - Gráfico de *gant*



Fonte: o autor (2017).

- f) controle de eficiência por OEE: segundo Albertin e Pontes (2016) este método é composto por três indicadores relacionados as perdas de produção que reduzem a eficiência de um equipamento. As perdas são: por disponibilidade, velocidade e qualidade. A gestão de OEE busca aumentar a capacidade do equipamento com foco nos gargalos da fábrica, trazendo assim um melhor rendimento para todo o processo produtivo.

### 3 PROPOSTA DE TRABALHO

Nesse capítulo são caracterizados o cenário atual do planejamento e controle da produção por capacidade infinita, assim como uma proposta das etapas a serem desenvolvidas para possibilitar a simulação de um planejamento por capacidade finita.

#### 3.1 CENÁRIO ATUAL

Na empresa em estudo, a atual forma de planejamento da produção é desenvolvida baseada em um cenário de capacidade infinita, ou seja, restrições inerentes ao processo como tempos de espera, ocupação dos centros produtivos, *lead times* de entrega dos fornecedores, manutenções, não são consideradas.

Para o PCP executar o planejamento da produção em um cenário de capacidade infinita é relativamente fácil, pois qualquer programação é aceita pelo sistema como possível. Porém, algumas desvantagens são percebidas em um ambiente que faz uso desta metodologia, tais como:

- a) controle da produção através do uso das datas geradas no sistema torna-se inviável, tanto para itens comerciais como para manufaturados;
- b) toda programação é aceita pelo sistema, logo é um risco não ter capacidade para atender uma demanda, mas não ter conhecimento prévio disto, descobrindo a incapacidade da fábrica quando não existem mais alternativas de reprogramar a produção;
- c) sequenciamento da produção é feito pela data mais tarde, porém sem a certeza do cumprimento desta data;
- d) não considerar restrições como ocupação dos centros produtivos, manutenções, falta de material, tempos de espera.

Como citado anteriormente, entre as diversas dificuldades de ter um planejamento por capacidade infinita, a principal talvez seja a data de necessidade gerada pelo sistema no ato da programação não ser a data real, dificultando o controle do que se está produzindo na fábrica e também do que está sendo comprado junto aos fornecedores. Na Figura 5 é mostrado uma ordem de produção onde a data real de término de acordo com a necessidade é 30/10/17, porém a data gerada via sistema no planejamento é de 01/02/18, data esta que não atende a necessidade do cliente.

Figura 5 - Ordem de fabricação

<b>Data:</b> 11/10/2017		<b>MAQUINAS SANMARTIN LTDA</b>		<b>Ordem:</b> 1649161			
<b>Ordem de Fabricação</b>							
<b>Cliente:</b> MAQUINAS SANMARTIN LTDA		<b>Projeto:</b> D1102017		<b>Dop Id:</b> 60629			
<b>OT:</b> 030 PCP 0300 - 197097 Paletizadora Modelo Flex Pal 240 Duas Entradas, N° de Série:197097		<b>Pedido:</b>					
<b>Item:</b> 194232/1		<b>Descrição:</b> Mont. Sistema Pneumático Trava Segurança		<b>Unid:</b> PCS			
<b>Qtd. Ordem:</b> 1,00		<b>Data Início:</b> 01/02/2018		<b>Data Término:</b> 01/02/2018			
<b>Depart. Execução:</b> Montagem Paletizadoras		<b>Depart. Destino:</b>					
<b>Data Limite de Entrega de Peças: 30/10/2017</b>							
<b>Alocações de Material</b>							
<b>Compon</b>	<b>Descrição</b>	<b>Qtd. p/ M</b>	<b>Qtd Total</b>	<b>AX</b>	<b>Baia</b>	<b>Corredor</b>	<b>Prateleira</b>
808498/E	CONEXÃO RÁPIDA "L" Pneumática 1/4"x Ø10	4,0000	4,0000	MAG PALETIZADO	-	-	-
808505	MANGUEIRA Pneumática FUN Poliuretano Azul Ø Interno 7mm Ø Externo 10mm	2,0000	2,0000	MAG PALETIZADO	-	-	-
832734/E	VÁLVULA DE RETENÇÃO HB-3/8"-OS-10 Festo Ref.153457	1,0000	1,0000	MAG PALETIZADO	-	-	-
350681	Niple 1/4" x 3/8" BSP	1,0000	1,0000	MAG PALETIZADO	-	-	-
832741/E	RESERVATORIO de Ar 1/4 CRVZS-0,75 Festo Ref.	1,0000	1,0000	MAG PALETIZADO	-	-	-

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2017).

A data real de necessidade que aparece na Figura 5 é inserida manualmente no programa de impressão de ordens, como mostrado na Figura 6, considerando a data mais tarde possível de entrega, isto baseado na necessidade do cliente caso seja uma venda de peças, ou de acordo com a necessidade da montagem de um equipamento, fazendo-se uso do gráfico de *gantt* para análise. Tal informação é importante pois é esta data que mostra a sequência que a produção deve seguir, desconsiderando-se assim a data gerada pelo sistema.

Figura 6 - Programa de impressão de ordens

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2017).

Abaixo é mostrado como a data do sistema foi gerada no planejamento da produção. No cadastro do projeto efetuado pelo setor de gerenciamento de projetos, conforme a Figura 7, a data colocada no campo “Datas Inicial/Conclusão” é a data considerada como data real de necessidade de entrega do projeto no momento do planejamento, e é deste campo do ERP onde buscam-se as informações para gerar as datas de necessidade, tanto para compras, não considerando *lead time* de entrega de fornecedor, como para fabricação, não levando em consideração a capacidade dos recursos ou roteiros de produção, entre outros fatores.

Entretanto, quando o projeto é criado no sistema ainda existem certas indefinições junto ao cliente, também referentes ao prazo de entrega, e uma vez preenchida esta data no cadastro do projeto, não há mais como fazer alterações.

Figura 7 - Cadastro do projeto

Elemento de Custo	Descrição do Elemento de Custo	Custo Estimado	Custo Planejado	Custo de Linha de Base	Custo do Valor Obtido
MATERIAIS	MATERIAIS				
Somar Custo		0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2017).

Em contrapartida, mesmo que a data cadastrada fosse correta e não houvessem mais alterações, a data de necessidade gerada para as ordens de fabricação e requisições de compra continuaria sendo incorreta, devido a não consideração das restrições no momento da programação da produção.

Na Figura 8, se tem a estrutura de produto “explodida” em cinco níveis. O nível zero é o equipamento vendido e sua data de necessidade é a data incluída no cadastro do projeto que é 05/02/18. Para cada nível abaixo o sistema joga de forma automática a necessidade em um dia para trás desconsiderando sábados e feriados nacionais. Para todos os níveis um a data de necessidade é a mesma, 04/02/18, para os níveis dois a data é 02/02/18, níveis três 01/02/18 e níveis quatro 31/01/18. Como estas datas são assumidas sem considerar o tamanho da estrutura que está sendo programada, sem avaliar também a demanda que esta venha a gerar ou demandas em paralelo, é correto afirmar que na maioria dos casos estas datas não serão atendidas, pois ocorre um empilhamento de programação para um dia, e centros produtivos ociosos em outros períodos, neste caso uma reprogramação seria necessária para realocar o material de acordo

com a disponibilidade, porém isto somente seria possível em um cenário de planejamento por capacidade finita.

Figura 8 - Estrutura de produto

ID Ordem DOP:	Cod Mat:	Descrição:	Site:	Wo No:	Mr Order No:	Mr Line No:		
1	197097	Paletizadora Modelo Flex Pal 240 Duas Ent	BR1					
Descrição Cod Condição:	Configurável:	UM:	Status:					
	Não Configurado	UN	Iniciado					
<p>ponentes <b>Todos os Níveis Inferiores</b> Operações Alarmes Alarmes dos Componentes Fornecer Uso em Excesso Estrutura da Árvore</p>								
Nível da Estr...	Cod Mat	Descr Material	Qtd Ord ...	UM	Data Inicio R...	Data Necess...	Tipo Material	Tipo Forn
**1	351369/3	Montagem do Sistema Balancin 1266mm	2	PCS	04/02/2018	04/02/2018	Manufaturado	DOP
****2	351378/3	Montagem Suporte Fixo do Balacin 1265,85mm	1	PCS	02/02/2018	02/02/2018	Manufaturado	DOP
*****3	351282/3	Conjunto Suporte Fixo do Balacin 1265,85mm	0	PCS	01/02/2018	01/02/2018	Manufaturado	DOP
*****4	351278/1	Tubo Quadrado Suporte do Balacin NBR6591 60x60x1...	2	PCS	31/01/2018	31/01/2018	Manufaturado	DOP
*****4	351281/3	Chapa de Fixação do Eixo Direita NBR6656 8x213x245mm	2	PCS	31/01/2018	31/01/2018	Manufaturado	DOP
*****4	351281/4	Chapa de Fixação do Eixo Esquerda NBR6656 8x213x2...	2	PCS	31/01/2018	31/01/2018	Manufaturado	DOP
*****4	351279	Chapa de Fixação do Suporte SAE1020 4,76x101,3x28...	4	PCS	31/01/2018	31/01/2018	Manufaturado	DOP
*****3	363856	Suporte do Sensor SAE1020 4,76x50x180mm	2	PCS	01/02/2018	01/02/2018	Manufaturado	DOP
****2	351361/3	Montagem Suporte Movel do Balacin 1106,7mm	1	PCS	02/02/2018	02/02/2018	Manufaturado	DOP
*****3	351355/3	Conjunto Suporte Movel 1106,7mm	0	PCS	01/02/2018	01/02/2018	Manufaturado	DOP
*****4	351266/1	Tubo do Suporte ASTM A106 Ø33,4x1121mm	2	PCS	31/01/2018	31/01/2018	Manufaturado	DOP
*****4	351283/3	Braço do Balancin Direito NBR6656 6,35x243,3x580,25mm	2	PCS	31/01/2018	31/01/2018	Manufaturado	DOP
*****4	351283/4	Braço do Balancin Esquerdo NBR6656 6,35x243,3x580,...	2	PCS	31/01/2018	31/01/2018	Manufaturado	DOP
*****4	355432	Reforço NBR6656 6,35x50x100mm	8	PCS	31/01/2018	31/01/2018	Manufaturado	DOP
*****3	351362/1	Eixo do Suporte Movel do Balancin SAE1020 Ø15x1132mm	2	PCS	01/02/2018	01/02/2018	Manufaturado	DOP
*****3	351372/2	Montagem Rolo TDP Livre Simetrico 1100mm	0	PCS	01/02/2018	01/02/2018	Manufaturado	DOP

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2017).

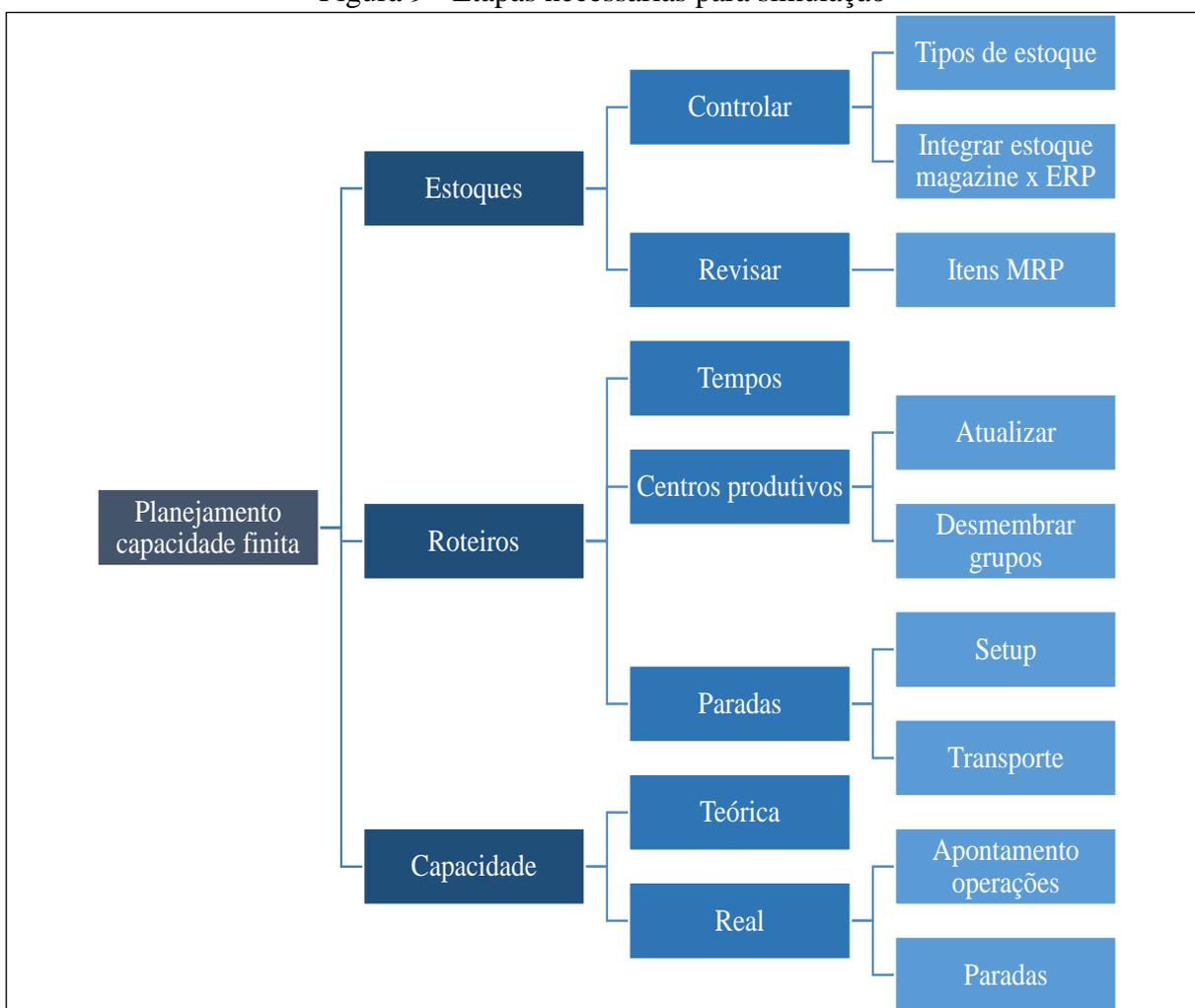
O sequenciamento da produção ocorre pela data mais tarde, inserida manualmente no momento da impressão, como mostrado anteriormente na Figura 6, logo a orientação para todos os setores da fábrica é que produzam de acordo com as ordens com data de entrega mais próximas do seu vencimento, a fim de que nenhuma ordem seja produzida depois da data determinada pelo PCP. No entanto, a dificuldade para o PCP é que o controle destas ordens não ocorre em tempo real via sistema devido a data gerada pelo ERP ser incorreta, o controle então é feito de forma visual na produção.

Para os itens comerciais o problema também existe, pois, o setor de compras ou aquisições não possui a data de necessidade correta de cada material gerado pelo PCP, assim compra-se buscando sempre o menor prazo possível. Com o planejamento por capacidade finita, as datas de necessidade dos materiais são reais, logo algumas vantagens são percebidas como: a gestão da empresa efetuar o controle do fluxo de caixa de uma melhor forma; possibilidade de reduzir os níveis de estoque; poder maior de negociação perante o fornecedor, entre outros ganhos.

## 3.2 PROPOSTA DE TRABALHO

Para atingir o objetivo de simular um cenário de capacidade finita no planejamento e controle da produção, cumpriram-se etapas, parâmetros foram ajustados e *softwares* ainda precisam ser agregados ao ERP da empresa e outras atividades foram revistas com relação ao processo produtivo. Na Figura 9, resumidamente etapas realizadas para possibilitar a simulação da capacidade finita no planejamento da produção estão apresentadas.

Figura 9 - Etapas necessárias para simulação



Fonte: O autor (2017).

### 3.2.1 Estoques

Para um melhor entendimento, na empresa em estudo utiliza-se dois tipos de demanda, MRP e *Dynamic Order Process* (DOP) ou Processamento Dinâmico da Ordem. O MRP é usado para itens com alta rotatividade de estoque, onde define-se estoque de segurança e lote mínimo

para cada um destes baseado em histórico de consumo, *lead time* entre outros fatores, a programação por MRP é feita três vezes por semana, logo nestes dias ordens de fabricação de MRP são entregues para a produção com a necessidade de atender demandas futuras e as já existentes, e requisições de compra são liberadas para o setor de aquisições. A demanda por DOP é gerada a partir de uma real necessidade. Neste conceito trabalha-se com produção apenas sob demanda. Abaixo, detalhes sobre formas de controlar e revisar os níveis de estoque:

- a) para revisar os níveis de estoque, uma questão importante a ser tratada são os itens cadastrados por MRP, um estudo continua sendo realizado do que já existe por MRP para revisão dos estoques de segurança e lotes mínimos, assim também como o cadastramento de novos itens por MRP. Peças fabricadas ou compradas por MRP basicamente são as que definem os níveis de estoque, pois a demanda por DOP é gerada apenas para atender uma necessidade;
- b) para controle dos estoques, é necessário ressaltar que todo material comercial ou manufaturado é armazenado em equipamentos chamados magazines, são 12 no total divididos cada um destes em 60 gavetas de armazenagem, sendo a dimensão de cada gaveta 4300mm de comprimento, 900mm de largura por 120mm de altura, cada gaveta com capacidade máxima de armazenagem de 700 kg. Entende-se que ainda é preciso fazer a integração do estoque do sistema ERP com o estoque do *software* do magazine, para não gerar divergência entre o estoque físico e estoque do sistema. Em um segundo momento a fim de aumentar a confiabilidade do estoque, conferências diárias estão sendo realizadas via relatório gerado pelo ERP do material armazenado no magazine no dia, para itens comerciais confronta-se com o lançamento das notas fiscais do dia e para manufaturados com as ordens de fabricação fechadas no dia também. Além disso é claro, periodicamente contagens cíclicas estão sendo realizadas;
- c) a indisponibilidade de material no sistema no momento da baixa na ordem de fabricação é um dos fatores que ocasionam “furos” de estoque de matéria-prima e não fechamento das ordens de fabricação. Atualmente o estoque no sistema ainda é dividido em “estoque por projeto” e “estoque padrão”, logo todo material que tem sua demanda originada em um projeto, para que possa ser utilizada em outro é necessário que seja feita uma transferência de local de estoque, para o “estoque padrão”, caso contrário a baixa do material do estoque não pode ser feita, ocasionando assim entregas de material pelo almoxarifado e ordens processadas sem que seja feita a baixa da matéria-prima do estoque, essa questão precisa ser

solucionada pela TI. Outro fato é que uma ordem de produção pode ser iniciada e apontada até sua última operação, porém está só pode ser finalizada quando sua matéria-prima estiver baixada do estoque, porém como descrito anteriormente a matéria-prima não fica disponível para baixa devido ao tipo de estoque que está alocada. Uma solução para este problema foi solicitar junto a TI que seja gerada uma rotina pelo sistema de forma automática em transferir todo material em estoque para o “estoque padrão”, logo havendo material em estoque a baixa pode ser efetuada sem as restrições desnecessárias existentes atualmente.

### 3.2.2 Roteiros

A revisão e atualização dos roteiros de fabricação é de extrema importância, seja para alteração nos centros produtivos devido a uma melhoria feita no processo, ou alteração dos tempos de operação. Na sequência abordam-se estes temas, de acordo com o cenário atual da empresa em estudo:

- a) os tempos de *setup* atualmente não estão contabilizados nos roteiros de produção, e como a produção existente hoje na empresa tem um elevado número de lotes produzidos em pequenas quantidades, gerados por demanda da DOP, ocorrem inúmeros *setups* que não são contabilizados no roteiro, distorcendo assim o tempo de processamento de cada lote, logo é necessário ainda que se inclua esses tempos no roteiro padrão;
- b) o tempo de movimentação do material é informado atualmente no roteiro, porém foi necessária a revisão destes tempos pois, definiu-se um tempo padrão de 15 minutos para todas as operações, sendo assim este tempo é contabilizado para todo roteiro, independentemente do tamanho do lote ou centros produtivos que efetuem o processo de fabricação;
- c) os tempos de processamento de cada peça contabilizados no roteiro precisam constantemente sofrer revisões, pois o processo evolui, são desenvolvidas novas ferramentas que processam determinadas peças em menor tempo do que o medido anteriormente, logo a cronoanálise está sendo feita para manter estes dados o mais próximo possível da realidade;
- d) a atualização dos centros produtivos no roteiro também está sendo efetuada, devido as máquinas que são adquiridas ou também pela revisão do processo produtivo que altera o processo de produção para outro equipamento;

- e) desmembrar grupos de máquinas de alguns setores está ocorrendo, no Quadro 2 um exemplo deste cenário, onde no setor de usinagem que faz uso do *Computer Numeric Control* (CNC) ou Controle Numérico Computadorizado. Atualmente o roteiro considera todos os tornos CNC como parte do mesmo grupo, porém, como proposto a seguir, pelo menos deveriam dividir-se em 2 grupos, um para os tornos com alimentador que processam peças recebidas em barra, e outro grupo de tornos que produzem peças cujas matérias-primas são recebidas no tamanho da peça a ser processada. Com o cenário existente, a programação enxerga os recursos de igual forma, quando na realidade não são.

Quadro 2 - Grupo de máquinas usinagem

Cenário atual		Cenário proposto	
	Descrição		Descrição
Grupo único de tornos	Torno Logic 195 II	Grupo de tornos sem alimentador	Torno Logic 195 II
	Torno GL 350M		Torno GL 350M
	Torno GL 350M		Torno GL 350M
	Torno GL 350B		Torno GL 350B
	Torno GL 350B		Torno GL 350B
	Torno GL 280M		Torno GL 280M
	Torno GL 280M		Torno E 280
	Torno GL 280M		Torno Centur 35D
	Torno GL 280M		Torno Centur 35D
	Torno E 280		Torno GL 280M
	Torno Centur 35D	Torno GL 280M	
	Torno Centur 35D	Torno GL 280M	
		Grupo de tornos com alimentador	

Fonte: O autor (2017).

### 3.2.3 Capacidade produtiva

Para o planejamento da produção utilizando o conceito de capacidade finita, é indispensável que a capacidade de produção seja conhecida, e mantenha-se atualizada.

A capacidade teórica foi ajustada, e basicamente se faz necessário as seguintes informações para manter os dados sobre capacidade atualizados:

- centros produtivos não existentes mais fisicamente que ainda constam como ativos no ERP e são considerados em alguns roteiros de produção não podem mais ser considerados e foram cadastrados como inativos;
- informação quanto ao número de funcionários ativos, descontando os afastados por doença, férias ou que estão prestando serviço momentaneamente no cliente, estes

dados estão sendo atualizados no sistema, principalmente para o planejamento do setor de montagem onde se considera hora/homem, e não hora/máquina.

A fim de obter a capacidade real no planejamento da produção, principalmente em um cenário de capacidade finita, restrições precisam ser consideradas, tais como:

- a) informar no sistema o cronograma de manutenções preventivas dos equipamentos, e cadastrar estas programações de paradas no ERP assim como máquinas paradas por quebra ou outros motivos. Esta informação está sendo atualizada no sistema, e é importante para o planejamento dos recursos de produção, desconsiderando-se assim estes centros produtivos nos períodos de manutenção ou quebra;
- b) o apontamento das operações ainda precisa ser realizado ao término de cada peça produzida pois, atualmente mesmo com colaboradores específicos para este tipo de atividade, peças são produzidas sem o registro da operação. Uma solução está sendo avaliada para o controle da produção, que seria adquirir um *software* de monitoramento da produção que vincula o início e fim da operação de máquinas CNC, e efetua o apontamento instantâneo no ERP, resolvendo este problema de horas não apontadas que impactam diretamente na capacidade real da fábrica. Enquanto isso, o apontamento através dos terminais na fábrica precisa ser realizado em sua totalidade.

### **3.2.4 Implicações gerenciais**

Para colocar em prática o conceito proposto é necessário investir em um *software* paralelo para planejamento e programação da produção que atue interligado com o ERP da empresa, pois as funcionalidades do módulo de planejamento da produção no ERP atualmente não consideram nenhuma restrição, impossibilitando o planejamento adequado por capacidade finita. Assim sendo, ocorreram visitas a três empresas que fazem o uso desta ferramenta e pode-se verificar as vantagens e desvantagens em se fazer uso desta ferramenta. Após isto, foi conversado com representantes de duas empresas que comercializam o *software* onde estes apresentaram as suas funcionalidades para a gerência da fábrica e PCP. É necessário ainda definir o *software* a ser adquirido. É aconselhável que ao adquirir o *software*, inicialmente cenários sejam gerados dentro do ERP, porém em outra estância, até que todos tenham domínio das funcionalidades da nova metodologia de trabalho, minimizando assim erros no planejamento com o uso efetivo da capacidade finita.

É importante também adquirir outro *software* para controle da produção, que também atue interligado com o ERP, este irá auxiliar no controle além de possibilitar o uso das informações em tempo real no momento da reprogramação dentro do ERP.

Em se fazendo o uso do planejamento da produção com o conceito de capacidade finita, os benefícios são diversos onde o maior deles é ser mais competitivo. Concorre-se atualmente com mais três empresas europeias que atuam a mais tempo e dominam o mercado mundial em que a empresa em estudo está inserida, e por se entender que entre os critérios mais determinantes para fechar uma venda estejam preço e prazo de entrega, se faz necessário um planejamento confiável e bem direcionado, onde os recursos são usados da melhor forma possível, com menos ociosidade e horas extras somente quando necessário, assim tendo menores custos de produção e mais confiáveis, possibilitando que o cálculo do preço de venda ocorra com base em dados sólidos. Quanto ao tempo de entrega de um equipamento, atualmente este é estimado e sempre para mais, e não se tem a certeza do cumprimento deste prazo, e com o planejamento por capacidade finita espera-se ter um *lead time* de entrega mais curto, podendo este assim ser um dos fatores determinantes para o fechamento de uma venda.

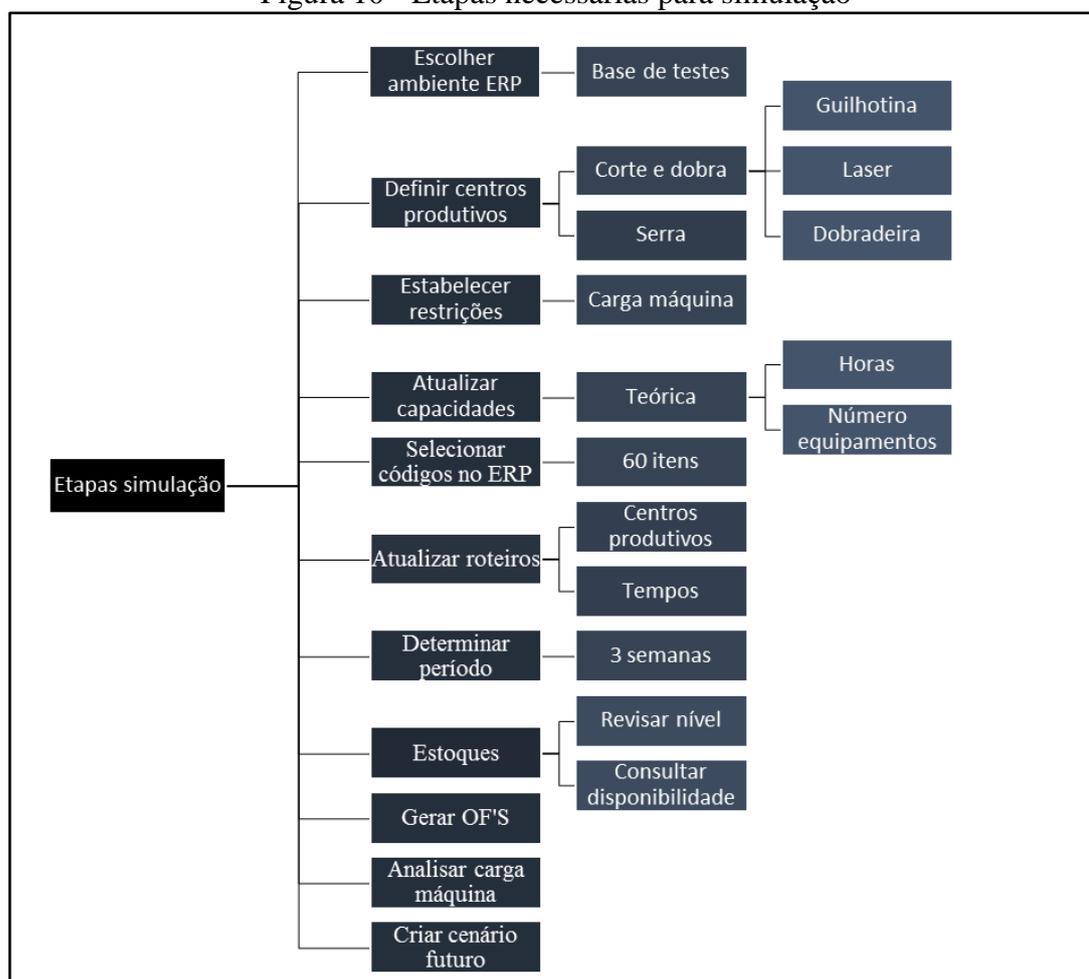
## 4 RESULTADOS

Nesse capítulo são especificados a descrição e análise do caso, contemplando uma simulação de um mesmo cenário para capacidade infinita e finita, desenvolveu-se também a discussão do caso e seus resultados, além das implicações gerenciais.

### 4.1 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO CASO

Nesta etapa, uma simulação foi desenvolvida através do planejamento dentro do ERP, considerando dois cenários, com capacidade infinita chamado de cenário atual e com capacidade finita denominado cenário futuro. O planejamento foi gerado manualmente, basicamente por tentativa e erro a fim de encontrar o melhor cenário possível de acordo com a demanda criada para a simulação. O organograma da Figura 10, mostra as etapas necessárias que possibilitaram a simulação.

Figura 10 - Etapas necessárias para simulação



Fonte: O autor (2018).

De acordo com o organograma acima, em um primeiro momento definiu-se em qual ambiente dentro do ERP seria viável desenvolver a simulação, eram três possíveis:

- a) módulo de produção: descartou-se inicialmente este, devido ao impacto que iria gerar ao restante do trabalho que estava sendo desenvolvido na prática;
- b) base temporária: desconsiderada também, pois esta é apagada diariamente pela TI ao fazer o *backup* de dados, logo não seria possível armazenar os dados a serem simulados ao longo do período necessário;
- c) base de testes: a escolhida, dado o impacto zero que traria ao restante do trabalho em processo dentro do ERP.

Posteriormente, foram definidos os centros produtivos, onde precisou-se os equipamentos envolvidos na criação de cenários, sendo definidos dois processos, primeiro considerando apenas o corte com serra que é o primeiro processo e não há precedências de outros centros produtivos, em um segundo momento criou-se um cenário envolvendo três equipamentos que trabalham com chaparia, no início do processo o material que é cortado na guilhotina e laser, e segue para dobra na dobradeira, este então um processo com precedência de equipamentos.

Com relação ao estabelecimento de precedências, respeitou-se a disponibilidade de equipamentos com base apenas na carga de trabalho, sendo desconsiderada a precessão de matéria-prima, manutenção, entre outras possíveis paradas, isto devido a inviabilidade de parametrizar estas restrições dentro do ERP, visto que se trabalhou com a base de testes.

Para a atualização das capacidades dos centros produtivos, onde o PCP havia definido quatro centros produtivos, serra, guilhotina, laser e dobradeira, estes equipamentos estavam com suas capacidades desatualizadas na base de testes, então o número de equipamentos foi corrigido no cadastro destes e após isto os tempos foram atualizados automaticamente. Foi definido um parâmetro no ERP de utilização de 90% da capacidade para cada um destes centros produtivos.

O processo de seleção dos códigos ocorreu por uma pesquisa no ERP, filtrando-se os códigos de peças cujos roteiros de fabricação fazem uso dos centros produtivos a serem trabalhados, selecionou-se 60 itens, 30 para a simulação do processo de serra e os outros 30 para o processo de corte e dobra. Posteriormente, estes 60 itens foram revisados com relação a atualização dos centros produtivos alocados caso fosse necessário, e correção dos tempos através de cronoanálise realizada por uma pessoa do PCP.

A etapa para determinar o período de simulação foi simples, especificou-se o intervalo de tempo de três semanas para a análise dos dois processos, 07/05/18 a 29/5/18 para o processo de serra, e 15/05/18 a 04/06/18 para o processo de corte e dobra.

A revisão dos níveis de estoque para os itens selecionados foi realizada neste momento, onde verificou-se a disponibilidade dos mesmos no momento em que os 60 itens foram planejados no ERP, e os itens por MRP tiveram seus lotes e estoques de segurança ajustados conforme a necessidade.

A geração das ordens de fabricação para o cenário atual se deu nesta etapa, foram criadas as ordens de produção dentro da base de testes do ERP, utilizando e respeitando as informações anteriores.

Analisou-se a carga máquina de acordo com o reflexo do planejamento efetuado, selecionando as ordens de produção que extrapolaram a capacidade de cada centro produtivo, com base nas informações mostradas nos gráficos de *gantt* que serão vistos na sequência. Ocorreu neste momento então a criação do cenário futuro, fez-se a reprogramação das ordens de fabricação selecionadas a fim de gerar um cenário bom, respeitando a capacidade dos equipamentos em análise.

#### **4.1.1 Processo de Serra**

Para o processo de corte com serra, analisou-se dois cenários, sendo o primeiro com o planejamento por capacidade infinita, chamado de cenário atual, e o segundo com a lógica de capacidade finita que se entende por cenário futuro.

O período de análise para ambos os casos foi o mesmo e contempla o período de três semanas, entre os dias 07/05/18 a 29/5/18, a capacidade deste recurso é de 16 horas por dia com dois equipamentos.

##### **4.1.1.1 Cenário atual**

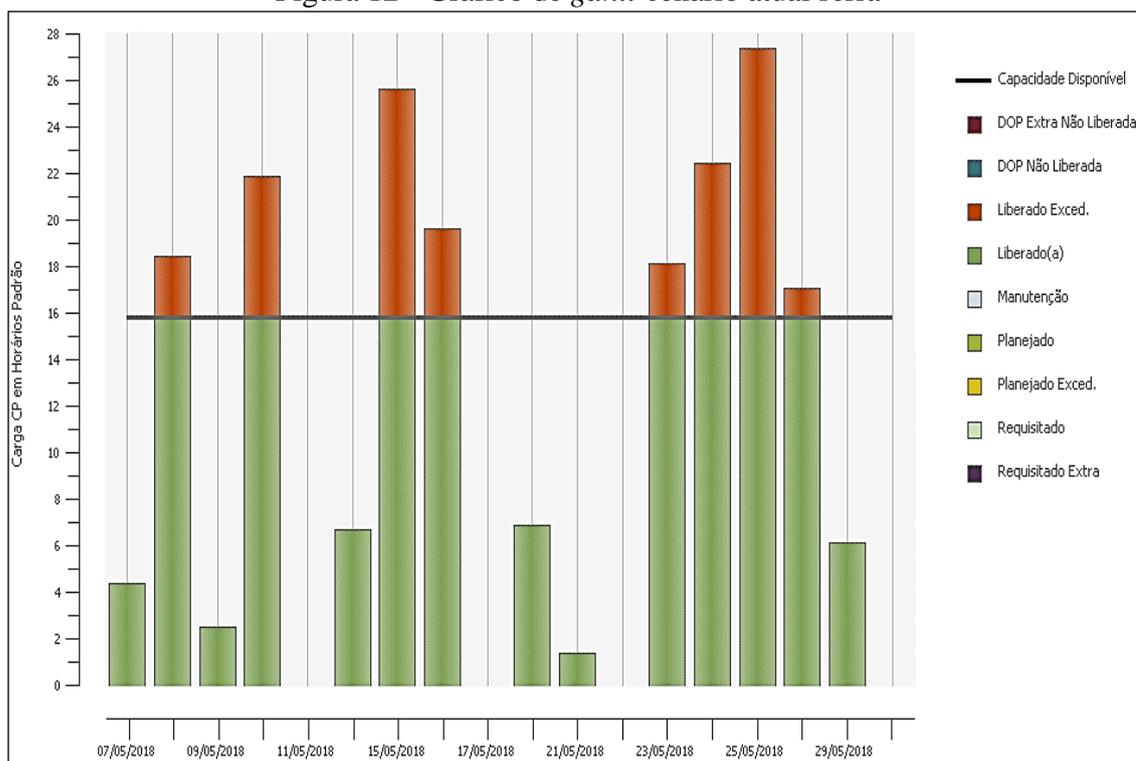
O planejamento criado para o processo de serra é mostrado na Figura 11, onde visualiza-se o material a ser processado, quantidade a produzir, tempo de operação, assim como data de início e fim baseado no roteiro de fabricação.

Figura 11 - Carga trabalho cenário atual serra

Operações de Ordem de Fabricação por Centro Produtivo : 8002 - BR-Pcp - Thailor Bartz Lutke @ Ambiente de TESTE - IFS Applications							
Operações de Ordem de Fabricação por Centro Produtivo : 8002							
Centro Produtivo:	Descrição:	Site:	Departamento:				
8002	Serras	BR.1	001				
Descrição Operação	Nº Ordem	Cod Mat	Qtyd Resta...	Descr Material	Horas de Manufatu...	Data Inicial	Data Fim da Op
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668881	317647	80	Cubo da Pinça SAE1020 220x220x220mm	13,333333	07/05/2018 13:55:00	09/05/2018 10:25:00
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668884	316922	53	Polia Polietileno Ø120x100mm	3,534983	07/05/2018 16:39:43	08/05/2018 11:16:49
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668879	373779	32	Travessa SAE1020 84,6x152,4x4757,5mm	4	08/05/2018 10:38:10	08/05/2018 15:38:10
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668878	341844	52	Rampa da Corrente	3,806456	08/05/2018 11:17:20	08/05/2018 16:05:43
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668880	038936	41	Bucha Bronze Ø50x48,2mm	3,482267	09/05/2018 16:44:34	10/05/2018 11:18:30
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668883	300818	62	Roda Dentada Nylon Tecast Fundido Ø89x7...	2,818182	10/05/2018 08:40:29	10/05/2018 11:29:34
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668895	323952	45	Tubo ASTM A106 Ø60,3x1438mm	6,364922	10/05/2018 10:08:06	10/05/2018 17:30:00
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668890	162161/12	75	Eixo Escalonamento Inox 304 Ø40x11939mm	5	10/05/2018 11:30:00	10/05/2018 17:30:00
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668909	162161/8	75	Eixo Escalonamento Inox 304 Ø40x853mm	5	10/05/2018 11:30:00	10/05/2018 17:30:00
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668886	323658	41	Braço Inox	2,928571	14/05/2018 09:04:17	14/05/2018 12:00:00
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668889	162161/12	37	Eixo Escalonamento Inox 304 Ø40x11939mm	2,466667	14/05/2018 14:29:30	14/05/2018 16:57:30
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668891	162161/10	60	Eixo Escalonamento Inox 304 Ø40x1023mm	4	14/05/2018 16:10:00	15/05/2018 11:15:00
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668892	139305	97	REDUÇÃO DIAM. 3/4"BSP x 1/2" BSP INOX 3...	6,703061	15/05/2018 08:55:19	15/05/2018 16:37:30
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668893	106879/1	47	Forquilha PVDF (Preto) Ø35x62mm	3,15119	15/05/2018 11:30:26	15/05/2018 15:39:30
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668897	146609	54	Niple Inox Ø85x55,5mm	10,418094	15/05/2018 13:25:49	16/05/2018 15:55:54
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668901	332177/3	80	Distanciador do Rolamento 6,5mm	6,942636	15/05/2018 13:59:46	16/05/2018 13:01:20
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668898	146610	87	Tubo Inox 134xØ31,7	6,04964	15/05/2018 14:16:01	16/05/2018 11:24:00
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668903	316935/1	56	Eixo da Elevação SAE8620 Ø63,5x3633mm	9,333333	15/05/2018 15:13:16	16/05/2018 16:38:16
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668900	106879/1	125	Forquilha PVDF (Preto) Ø35x62mm	8,380825	18/05/2018 09:34:39	21/05/2018 10:02:30
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668896	373781	32	Travessa SAE1020 84,6x152,4x4757,5mm	4,571429	23/05/2018 08:57:43	23/05/2018 14:32:00
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668902	348137	214	Guia da Malha RBT Polietileno Ø104x42mm	14,273328	23/05/2018 09:36:56	24/05/2018 16:58:20
SERRAR NO COMPRIMENTO	1668894	327724/1	41	Tubo Inox AISI304 30x30x254mm	4,079602	23/05/2018 09:40:36	23/05/2018 14:45:23

Fonte: ERP Máquinas Sammartin (2018).

Na Figura 12, é mostrado no gráfico de *gantt* o planejamento atual do centro produtivo serra onde percebe-se algumas situações, tais como: três dias com 100% de ociosidade, períodos de carga de trabalho relativamente baixa e em oito dias a capacidade diária é extrapolada, no dia 25/05/18 excede em 69%.

Figura 12 - Gráfico de *gantt* cenário atual serra

Fonte: ERP Máquinas Sammartin (2018).

#### 4.1.1.2 Cenário futuro

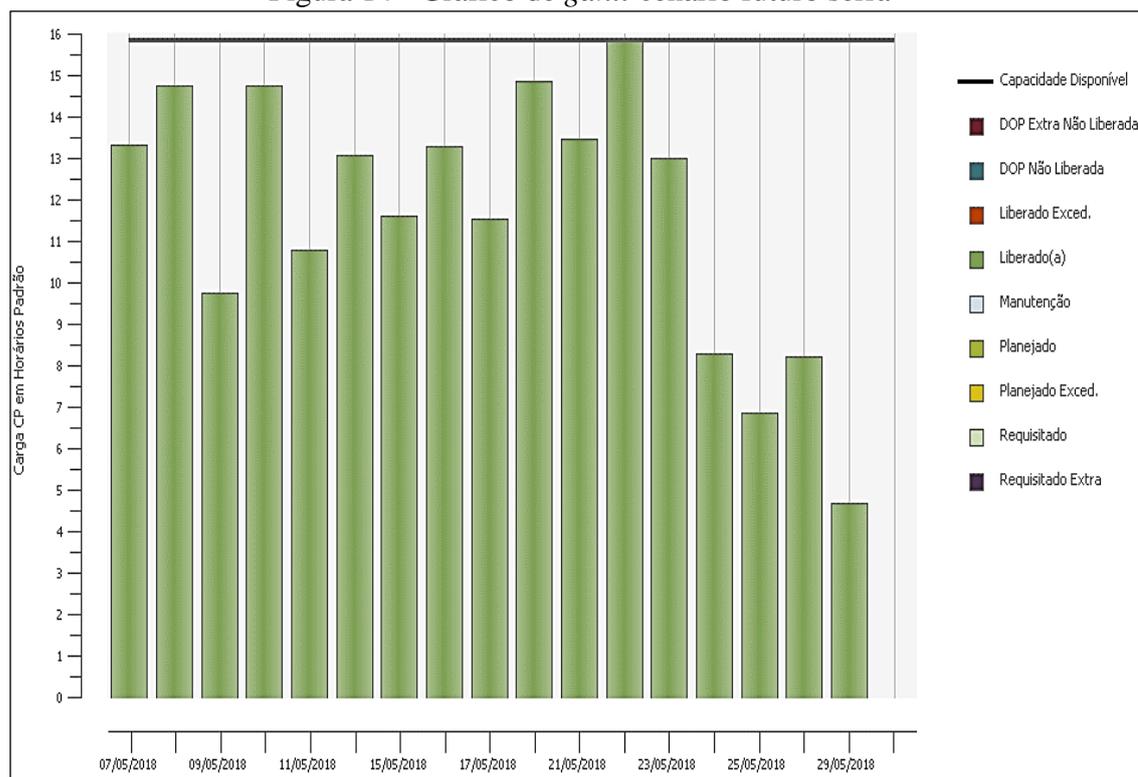
O cenário futuro teve sua simulação desenvolvida na base de testes do ERP, foi criado um cenário de capacidade finita para o planejamento da produção, com a mesma demanda de trabalho do cenário anterior.

Na Figura 13 aparece a carga de trabalho para o equipamento serra, as linhas grifadas em amarelo são as ordens de produção que sofreram reprogramação, e o resultado do cenário proposto pode ser percebido no *gantt* da Figura 14. Diferentemente do cenário de programação com capacidade infinita, nesta simulação eliminou-se a sobrecarga de trabalho, ou seja, a capacidade do centro produtivo foi respeitada no momento do planejamento da produção pelo PCP.

Figura 13 - Carga trabalho cenário futuro serra

Operações de Ordem de Fabricação por Centro Produtivo : 8002								
Centro Produtivo:	Descrição:	Site:	Departamento:					
8002	Serras	BR1	001					
	Descrição Operação	Nº Ordem	Cod Mat	Qtyd Resta...	Descr Material	Horas de Manufatu...	Data Inicial	Data Fim da Op
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668884	316922	53	Polia Polietileno Ø120x100mm	3,534983	04/05/2018 16:39:43	07/05/2018 11:16:49
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668878	341844	52	Rampa da Corrente	3,806456	07/05/2018 11:17:20	07/05/2018 16:05:43
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668881	317647	80	Cubo da Pinça SAE1020 220x220x220mm	13,333333	07/05/2018 13:55:00	09/05/2018 10:25:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668898	146610	87	Tube Inox 134xØ31,7	6,04964	07/05/2018 14:16:01	08/05/2018 11:24:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668879	373779	32	Travessa SAE1020 84,6x152,4x4757,5mm	4	08/05/2018 10:38:10	08/05/2018 15:38:10
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668890	162161/12	75	Eixo Escalonamento Inox 304 Ø40x11939mm	5	09/05/2018 13:55:00	10/05/2018 10:00:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668909	162161/8	75	Eixo Escalonamento Inox 304 Ø40x853mm	5	09/05/2018 13:55:00	10/05/2018 10:00:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668880	038936	41	Bucha Bronze Ø50x48,2mm	3,482267	09/05/2018 16:44:34	10/05/2018 11:18:30
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668883	300818	62	Roda Dentada Nylon Tecast Fundido Ø89x7...	2,818182	10/05/2018 08:40:29	10/05/2018 11:29:34
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668895	323952	45	Tube ASTM A106 Ø60,3x1438mm	6,364922	10/05/2018 10:08:06	10/05/2018 17:30:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668897	146609	54	Niple Inox Ø85x55,5mm	10,418094	11/05/2018 10:50:49	14/05/2018 14:20:54
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668892	139305	97	REDUÇÃO DIAM. 3/4"BSP x 1/2" BSP INOX 3...	6,703061	11/05/2018 11:21:49	14/05/2018 10:09:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668886	323658	41	Braço Inox	2,928571	14/05/2018 09:04:17	14/05/2018 12:00:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668889	162161/12	37	Eixo Escalonamento Inox 304 Ø40x11939mm	2,466667	14/05/2018 14:29:30	14/05/2018 16:57:30
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668891	162161/10	60	Eixo Escalonamento Inox 304 Ø40x1023mm	4	14/05/2018 16:10:00	15/05/2018 11:15:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668893	106879/1	47	Forquilha PVDF (Preto) Ø35x62mm	3,15119	15/05/2018 11:30:26	15/05/2018 15:39:30
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668901	332177/3	80	Distanciador do Rolamento 6,5mm	6,942636	15/05/2018 13:59:46	16/05/2018 13:01:20
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668903	316935/1	56	Eixo da Elevação SAE8620 Ø63,5x3633mm	9,333333	15/05/2018 15:13:16	16/05/2018 16:38:16
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668907	323658	150	Braço Inox	10,714286	16/05/2018 14:42:09	17/05/2018 17:30:00
	SERRAR EM ANGULO NA M...	1668906	323661/1	112	Tube Quadrado Inox 870mm	12,990026	17/05/2018 13:52:53	21/05/2018 10:02:17
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668900	106879/1	125	Forquilha PVDF (Preto) Ø35x62mm	8,380825	18/05/2018 09:34:39	21/05/2018 10:02:30
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668908	170251/1	90	Tube do Rolo de Retorno 2271xØ60,3mm	6	21/05/2018 10:30:00	21/05/2018 17:30:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668904	309912	115	Bucha Separadora Nylon Ø70x125mm	13,500822	21/05/2018 14:04:57	23/05/2018 10:45:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668899	300768/M	90	Roda Dentada Dupla Nylon Tecast Z14 P.19...	15,277542	21/05/2018 16:22:57	23/05/2018 15:49:36
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668896	373781	32	Travessa SAE1020 84,6x152,4x4757,5mm	4,571429	23/05/2018 08:57:43	23/05/2018 14:32:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668882	333314	50	Suporte Inox AISI304 6,35x76,2x4559mm	4,218697	24/05/2018 09:31:53	24/05/2018 14:45:00
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668894	327724/1	41	Tube Inox AISI304 30x30x254mm	4,079602	24/05/2018 09:40:36	24/05/2018 14:45:23
	SERRAR NO COMPRIMENTO	1668902	348137	214	Guia da Malha RBT Polietileno Ø104x42mm	14,273328	25/05/2018 09:36:56	28/05/2018 16:58:20
	SERRAR EM ANGULO NA M...	1668905	323661/2	48	Tube Quadrado Inox 680mm	5,567154	28/05/2018 16:39:05	29/05/2018 14:18:07

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

Figura 14 - Gráfico de *gantt* cenário futuro serra

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

#### 4.1.2 Processo de Corte e Dobra

A análise se deu com dois cenários, sendo o primeiro com o planejamento por capacidade infinita, denominado cenário atual, e o segundo com a lógica de capacidade finita chamado de cenário futuro, assim como no processo de serra.

A simulação de planejamento para o processo de corte e dobra ocorreu considerando três equipamentos, o processo inicial se dá no corte com guilhotina, que possui um equipamento com capacidade diária de 8 horas, posteriormente corte a laser com dois equipamentos e 16 horas de capacidade diária, e na sequência dobradeira com dois equipamentos e capacidade diária também de 16 horas. O período analisado foi de três semanas para ambos os cenários, do dia 15/05/18 a 04/06/18.

##### 4.1.2.1 Cenário atual

No cenário atual, a simulação ocorreu com a lógica de capacidade infinita, ou seja, sem considerar as restrições de capacidade produtiva, para os centros produtivos de corte a laser, guilhotina e dobradeira.

Para o centro produtivo guilhotina a relação de ordens de produção alocadas é mostrada na Figura 15, onde aparece o material a ser cortado, quantidade, tempo padrão e data de início e término previsto com base no roteiro de produção.

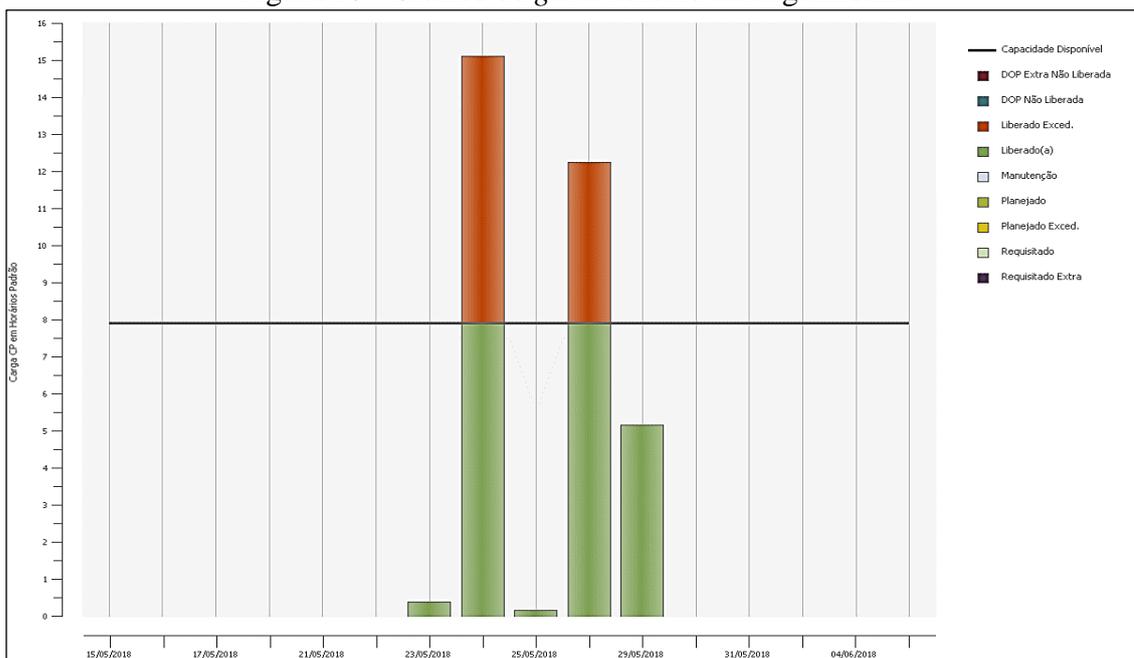
Figura 15 - Carga trabalho cenário atual guilhotina

Descrição Operação	Nº Ordem	Cod Mat	Qty Resta...	Descr Material	Horas de Manufatu...	Data Inicial	Data Fim da Op
CORTAR (guilhotina)	1668945	308449	145	Base SAE 1020 6,35x219x311x340mm	8,342923	23/05/2018 17:04:25	24/05/2018 17:30:00
CORTAR (guilhotina)	1668946	319078	125	Fundo da Cabeceira Inox AISI304 150x509x1024mm	7,192175	24/05/2018 09:18:28	24/05/2018 17:30:00
CORTAR (guilhotina)	1668947	319079	180	Aba Inox AISI304 51x104x1018mm	10,356732	25/05/2018 17:18:36	29/05/2018 10:50:00
CORTAR (guilhotina)	1668949	075919/3	70	SEPARADOR DA CALHA 100/300/500 GALV	1,186501	28/05/2018 10:04:24	28/05/2018 11:15:35
CORTAR (guilhotina)	1668951	319392/30	65	Modulo Piso da Plataforma SAE 1020 50x278x1500mm	2,166667	28/05/2018 11:15:00	28/05/2018 14:25:00
CORTAR CHAPA CONF. DIRETRIZ	1668950	080323/3	59	JUNTA TELESCOPICA 100x100 GALVANIZAD	0,250013	28/05/2018 13:30:53	28/05/2018 13:45:53
RECORTAR (GUILHOTINA)	1668950	080323/3	59	JUNTA TELESCOPICA 100x100 GALVANIZAD	0,184375	28/05/2018 14:38:30	28/05/2018 14:49:34
CORTAR (guilhotina)	1668948	324656	62	Corpo Inox AISI304 36x36x377mm	3,444444	28/05/2018 16:58:20	29/05/2018 11:30:00

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

Na Figura 16, o gráfico de *gant* mostra o resultado do planejamento efetuado, percebe-se que em dois dias a carga de trabalho excede a capacidade, e em um destes dias o excesso foi de cerca de 90%, mesmo com ociosidade nos dias anteriores, isto devido a capacidade infinita considerada no momento do planejamento da produção.

Figura 16 - Gráfico de *gant* cenário atual guilhotina



Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

No centro produtivo de corte a laser, a lista de ordens de fabricação alocadas é mostrada na Figura 17, assim como suas respectivas descrições, demandas, tempos e datas estimadas para seu início e conclusão.

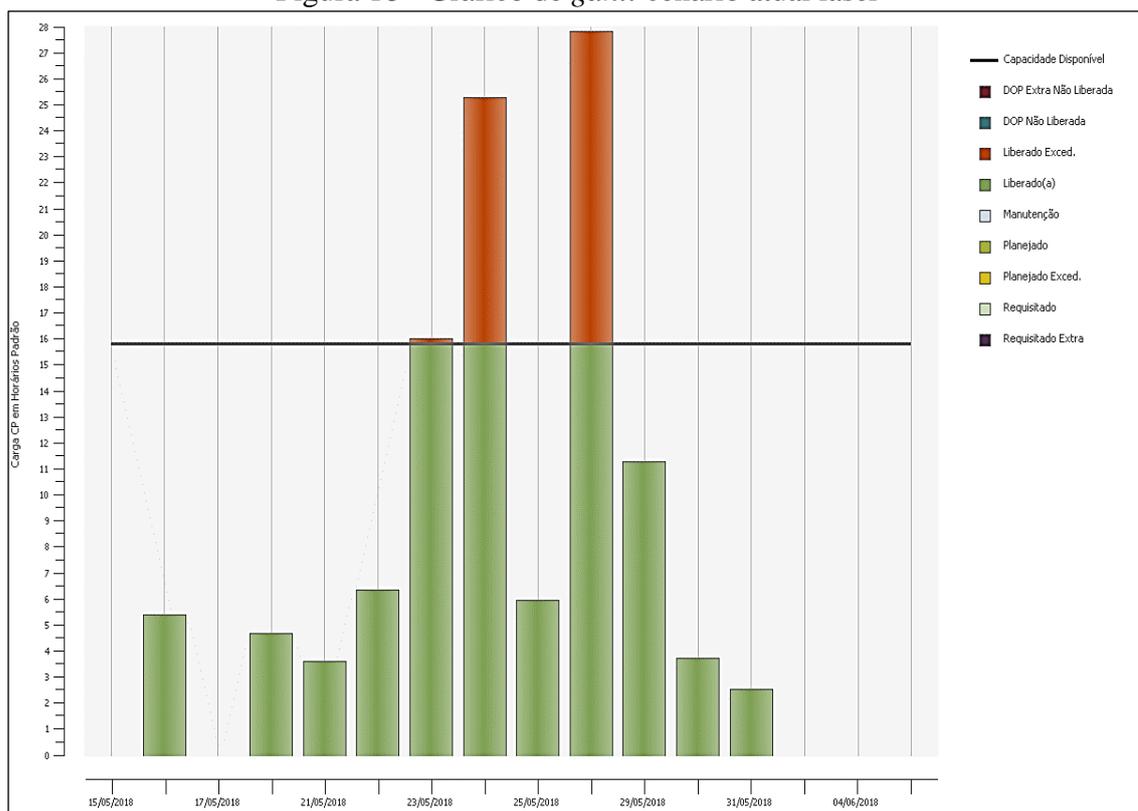
Figura 17 - Carga trabalho cenário atual laser

Operações de Ordem de Fabricação por Centro Produtivo : 8003 - BR-Pcp - Thailor Bartz Lutke @ Ambiente de TESTE - IFS Applications								
Operações de Ordem de Fabricação por Centro Produtivo : 8003								
Centro Produtivo:	Descrição:	Site:	Departamento:					
8003	Máquinas de Corte a Laser	BR1	001					
Descrição Operação	Nº Ordem	Cod Mat	Qtd Resta...	Descr Material	Horas de Manufatu...	Data Inicial	Data Fim da Op	
CORTE LASER	1668938	332724/1	150	Lateral Conduzida Esquerda Inox AISI304 29x177x500mm	2,727273	16/05/2018 09:52:17	16/05/2018 13:25:55	
CORTE LASER	1668937	332723/1	150	Lateral Conduzida Direita Inox AISI304 29x177x500mm	2,727273	16/05/2018 09:52:17	16/05/2018 13:25:55	
CORTE LASER	1668918	320566/2	70	Lateral Duplo Exo Esquerda Inox AISI304 29x177x2600mm	5,833333	18/05/2018 11:45:00	21/05/2018 09:40:00	
CORTE LASER	1668916	318317	180	Suporte para Espelho SAE1020 27,3x60x148mm	9	21/05/2018 14:54:03	22/05/2018 15:59:03	
CORTE LASER	1668925	303305	70	Flange Anti-giro SA57 NBR6656 6,35x120x260,5mm	1,4	23/05/2018 10:43:25	23/05/2018 13:07:25	
CORTE LASER	1668917	332204/5	120	Proteção Guia da Corrente 25x50x3x1706mm	8	23/05/2018 10:52:58	24/05/2018 10:57:58	
CORTE LASER	1668927	328731/6	45	Lateral Condutora Direita SAE1020 29x177x3000mm	3	23/05/2018 13:08:30	23/05/2018 16:08:30	
CORTE LASER	1668928	328731/16	45	Lateral Condutora Esquerda SAE1020 29x177x3000mm	3	23/05/2018 13:08:30	23/05/2018 16:08:30	
CORTE LASER	1668940	180358	120	Braço de Torção SAE1020 30x60x315mm	10	23/05/2018 15:25:00	24/05/2018 17:30:00	
CORTE LASER	1668921	300262	74	Proteção do Sensor SAE1020	3,7	23/05/2018 16:32:00	24/05/2018 11:19:00	
CORTE LASER	1668915	300262	55	Proteção do Sensor SAE1020	2,75	24/05/2018 09:50:00	24/05/2018 13:35:00	
CORTE LASER	1668943	316168	130	Atuador do Sensor SAE1020 28x48x75mm	0,83871	24/05/2018 11:46:34	24/05/2018 13:36:53	
CORTE LASER	1668922	318317	80	Suporte para Espelho SAE1020 27,3x60x148mm	4	24/05/2018 13:30:00	24/05/2018 17:30:00	
CORTE LASER	1668926	333366	98	Base da Sapata SAE1020 100x110x115mm	3,92	24/05/2018 13:34:48	24/05/2018 17:30:00	
CORTE LASER	1668933	328156/1	38	Base do Suporte Direita SAE1020 35x70x110mm	0,76	24/05/2018 13:43:54	24/05/2018 14:29:30	
CORTE LASER	1668911	327502	61	Suporte do Trilho SAE1020 70x120x175mm	-4,066667	25/05/2018 13:57:07	28/05/2018 09:06:07	
CORTE LASER	1668929	328154/2	120	Suporte da Varanda Esquerda SAE1020 35x63x265mm	2,4	25/05/2018 15:13:00	28/05/2018 08:42:00	
CORTE LASER	1668932	330040	49	Suporte da Varanda SAE1020 120x162x236mm	1,96	25/05/2018 17:19:00	28/05/2018 10:21:36	
CORTAR LASER	1668914	341918/3	45	Varanda Lavadora de Caixas Inox AISI304 20x30x3738mm	2,37831	28/05/2018 09:07:18	28/05/2018 11:30:00	
CORTE LASER	1668923	332204/7	58	Proteção Guia da Corrente 25x50x3x2106mm	3,866667	28/05/2018 09:19:16	28/05/2018 14:11:16	
CORTE LASER	1668919	319486/1	70	Lateral Direita Inox AISI304 29x177x515mm	7	28/05/2018 09:55:00	29/05/2018 09:00:00	
CORTE LASER	1668944	319813	75	Suporte Inox AISI304 85x140x170mm	6,25	28/05/2018 10:45:00	29/05/2018 09:05:00	
CORTAR LASER	1668912	133132	75	Presilha Aletado Direito Starfire 00PFC04992029 Chiller Cinza	0,25	28/05/2018 14:58:35	28/05/2018 15:13:35	
CORTE LASER	1668930	328154/1	120	Suporte da Varanda Direita SAE1020 35x63x265mm	2,4	28/05/2018 15:13:00	29/05/2018 08:42:00	
CORTE LASER	1668920	319486/2	48	Lateral Esquerda Inox AISI304 29x177x515mm	4,8	28/05/2018 15:19:00	29/05/2018 11:12:00	
CORTE LASER	1668931	330038	62	Suporte da Varanda SAE1020 120x161x169mm	2,48	28/05/2018 15:22:00	29/05/2018 08:55:48	
CORTE LASER	1668924	317860	61	Extensão do Suporte do Sensor SAE1020 90x90x137mm	2,652174	29/05/2018 10:00:46	29/05/2018 13:39:54	
CORTE LASER	1668936	317958/1	45	Orelha Suporte SAE1020 20,67x59,81x70mm	2,25	29/05/2018 10:45:00	29/05/2018 14:00:00	
CORTE LASER	1668913	333175/1	140	Alça Direita Inox AISI304 50x60x130mm	1,647059	29/05/2018 13:15:11	29/05/2018 14:54:00	
CORTE LASER	1668934	328156/2	38	Base do Suporte Esquerda SAE1020 35x70x110mm	0,76	29/05/2018 13:28:54	29/05/2018 14:14:30	
CORTE LASER	1668935	332565	60	Lateral Duplo Exo Inox AISI304 29x177x1000mm	1,714286	30/05/2018 15:24:09	30/05/2018 17:07:00	
CORTE LASER	1668941	180362	94	Proteção da Corrente SAE1020 65x285x843,5mm	2,088889	30/05/2018 15:24:40	30/05/2018 17:30:00	
CORTE LASER	1668942	184233	65	Suporte da Bandeja Inox AISI304 1,9x30x230mm	0,541667	31/05/2018 10:15:30	31/05/2018 10:48:00	
CORTE LASER	1668939	330892	51	Suporte da Calha Inox AISI304 86x110x190mm	2,04	31/05/2018 10:38:42	31/05/2018 13:41:06	

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

O cenário de programação com o uso de capacidade infinita para o centro produtivo laser é mostrado na Figura 18 através do gráfico de *gantt*, nota-se assim como nas simulações anteriores períodos de ociosidade, chegando a dias com zero de ocupação, carga de trabalho regular e dias de excesso de demanda, isto devido ao fato do planejamento ter ocorrido sem considerar as restrições, como pode-se ver, no dia 28/05/18, o volume de trabalho chegou a cerca de 28 horas, porém a capacidade é de 16 horas por dia, ou seja, uma sobrecarga de ordens de fabricação alocadas de cerca de 75%.

Figura 18 - Gráfico de gantt cenário atual laser



Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

No centro produtivo dobradeira, a lista de ordens de fabricação alocadas é mostrada na Figura 19, assim como suas respectivas descrições, demandas, tempos e datas estimadas para início e conclusão. Esta relação tem a soma total de ordens de fabricação mostradas anteriormente nas Figuras 14 e 16, pois são precedentes da dobradeira.

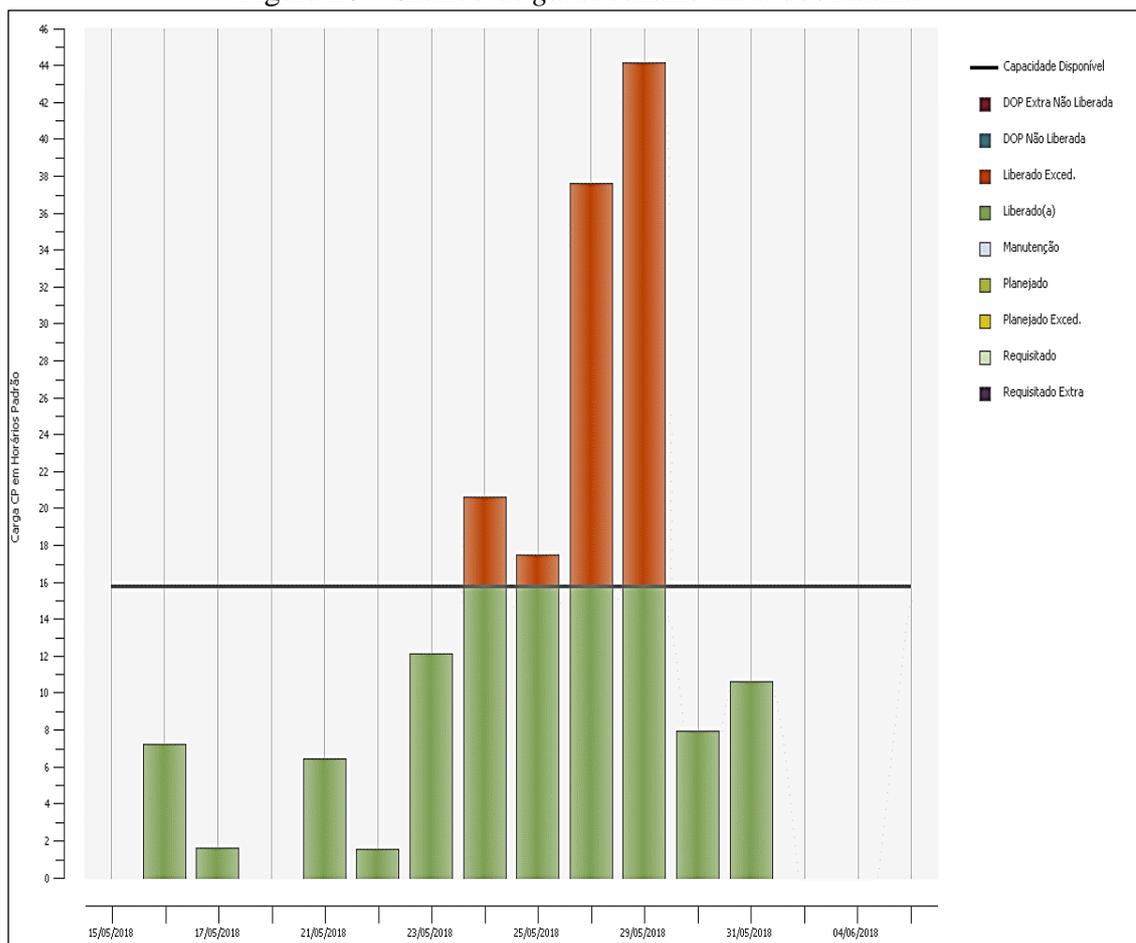
Figura 19 - Carga trabalho cenário atual dobradeira

Centro Produtivo:	Descrição:	Site:	Departamento:				
8001	Dobradeiras	BR1	001				
Descrição Operação	Nº Ordem	Cod Mat	Qtd Resta...	Descr Material	Horas de Manufatu...	Data Inicial	Data Fim da Op
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668938	332724/1	150	Lateral Condutora Esquerda Inox AISI304 29x177x500mm	4,500045	16/05/2018 13:50:55	17/05/2018 09:25:55
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668937	332723/1	150	Lateral Condutora Direita Inox AISI304 29x177x500mm	4,500045	16/05/2018 13:50:55	17/05/2018 09:25:55
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668918	320566/2	70	Lateral Duplo Eixo Esquerda Inox AISI304 29x177x2600mm	7	21/05/2018 09:55:00	22/05/2018 09:00:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668916	318317	180	Suporte para Espelho SAE1020 27,3x60x148mm	15	22/05/2018 16:14:03	24/05/2018 15:24:03
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668925	303305	70	Flange Anti-giro SA57 NBR6656 6,35x120x260,5mm	2,100021	23/05/2018 13:22:25	23/05/2018 15:28:25
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668928	328731/16	45	Lateral Condutora Esquerda SAE1020 29x177x3000mm	2,02502	23/05/2018 16:23:30	24/05/2018 09:30:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668927	328731/6	45	Lateral Condutora Direita SAE1020 29x177x3000mm	2,02502	23/05/2018 16:23:30	24/05/2018 09:30:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668917	332204/5	120	Proteção Guia da Corrente 25x50x3x1706mm	2,4	24/05/2018 11:12:58	24/05/2018 14:36:58
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668921	300262	74	Proteção do Sensor SAE1020	4,933333	24/05/2018 11:34:00	24/05/2018 17:30:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668915	300262	55	Proteção do Sensor SAE1020	3,666667	24/05/2018 13:50:00	24/05/2018 17:30:00
DOBRAR CONF. DESENHO	1668943	316168	130	Atuador do Sensor SAE1020 28x48x75mm	1,477273	24/05/2018 13:51:53	24/05/2018 15:20:31
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668933	328156/1	38	Base do Suporte Direito SAE1020 35x70x110mm	0,569997	24/05/2018 14:44:30	24/05/2018 15:18:42
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668946	315078	125	Fundo da Cabeceira Inox AISI304 150x509x1024mm	12,5	25/05/2018 09:20:00	28/05/2018 14:55:00
DOBRAR CONF. DESENHO	1668940	180358	120	Braço de Torção SAE1020 30x60x315mm	3,600036	25/05/2018 14:01:00	28/05/2018 08:42:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668922	318317	80	Suporte para Espelho SAE1020 27,3x60x148mm	6,666667	25/05/2018 14:37:22	28/05/2018 13:22:22
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668926	333366	98	Base da Sapata SAE1020 100x110x115mm	2,940029	25/05/2018 15:02:56	28/05/2018 09:04:20
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668945	308449	145	Base SAE 1020 6,35x219x31x340mm	14,5	25/05/2018 15:55:00	29/05/2018 14:35:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668929	328154/2	120	Suporte da Varanda Esquerda SAE1020 35x63x265mm	1,799991	28/05/2018 08:57:00	29/05/2018 10:45:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668911	327502	61	Suporte do Tribo SAE1020 70x120x175mm	5,490055	28/05/2018 09:21:07	29/05/2018 15:50:31
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668932	330040	49	Suporte da Varanda SAE1020 120x162x236mm	2,539941	28/05/2018 10:36:36	29/05/2018 14:33:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668949	075919/3	70	SEPARADOR DA CALHA 100/300/500 GALV	0,575	28/05/2018 11:30:35	28/05/2018 13:23:05
DOBRAR MANUAL	1668914	341918/3	45	Varanda Lavadora de Caixas Inox AISI304 20x30x3738mm	4,090909	28/05/2018 11:46:51	28/05/2018 16:52:18
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668923	332204/7	58	Proteção Guia da Corrente 25x50x3x2106mm	1,16	28/05/2018 14:26:16	28/05/2018 15:35:52
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668951	319392/30	65	Módulo Piso da Plataforma SAE1020 50x278x1500mm	2,166667	28/05/2018 14:40:00	28/05/2018 16:50:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668950	080323/3	59	JUNTA TELESCÓPICA 100x100 GALVANIZAD	1,475	28/05/2018 15:04:34	28/05/2018 16:33:04
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668930	328154/1	120	Suporte da Varanda Direita SAE1020 35x63x265mm	1,799991	29/05/2018 08:57:00	29/05/2018 10:45:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668931	330038	62	Suporte da Varanda SAE1020 120x161x169mm	3,719926	29/05/2018 09:10:48	29/05/2018 13:54:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668919	319486/1	70	Lateral Direita Inox AISI304 29x177x515mm	7	29/05/2018 09:15:00	29/05/2018 17:15:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668944	319813	75	Suporte Inox AISI304 85x140x170mm	5	29/05/2018 09:20:00	29/05/2018 15:20:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668947	315079	180	Ala Inox AISI304 51x104x1018mm	18	29/05/2018 11:05:00	31/05/2018 14:15:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668920	319486/2	48	Lateral Esquerda Inox AISI304 29x177x515mm	4,8	29/05/2018 11:27:00	29/05/2018 17:15:00
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668948	324656	62	Corpo Inox AISI304 36x36x377mm	2,790028	29/05/2018 11:58:12	29/05/2018 15:45:36
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668924	317860	61	Extensão do Suporte do Sensor SAE1020 90x90x137mm	1,830018	29/05/2018 13:54:54	29/05/2018 15:44:42

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

O gráfico de *gantt* da Figura 20 apresenta o resultado da programação efetuada para o centro produtivo da dobradeira, pode-se analisar através dos dados que, assim como nas máquinas de corte há períodos de ociosidade absoluta, relativa carga de trabalho e dias de excesso de demanda, chegando a 182% de sobrecarga de trabalho para o dia 29/05/18, mesmo com dias subsequentes de ociosidade.

Figura 20 - Gráfico de *gantt* cenário atual dobradeira



Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

#### 4.1.2.2 Cenário futuro

Para o planejamento do cenário futuro, foi utilizada a lógica de capacidade finita, contemplando os centros produtivos de corte a laser, guilhotina e dobradeira, assim como no cenário atual mostrado anteriormente.

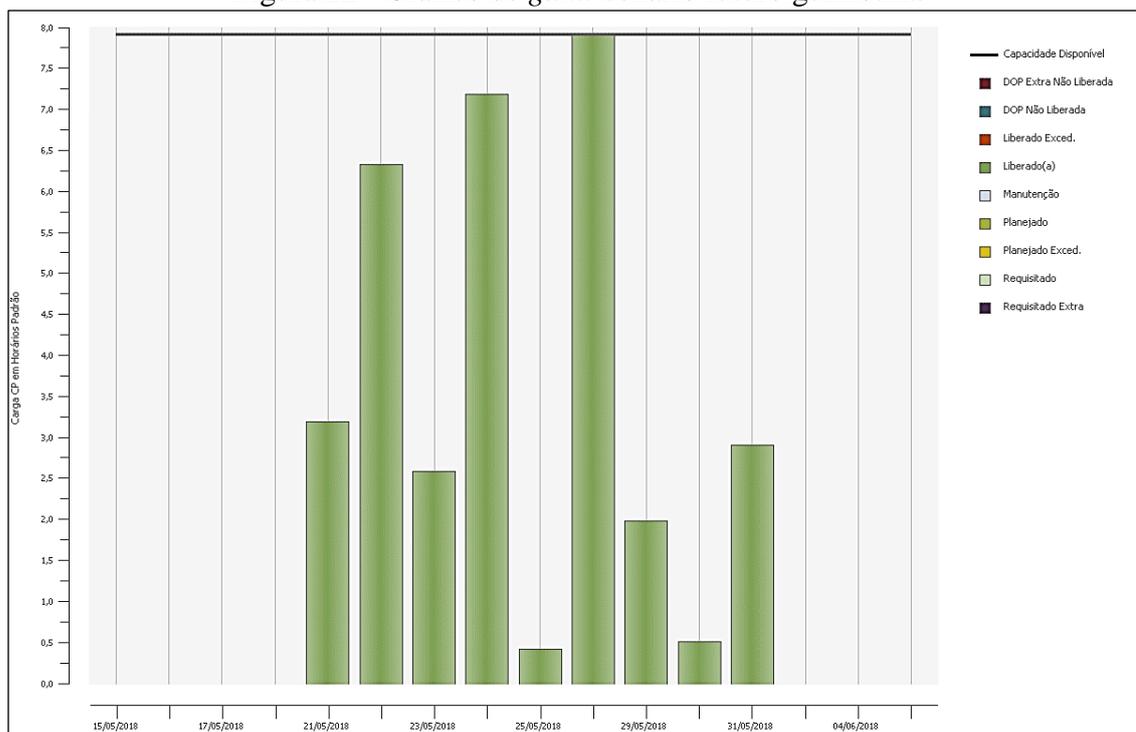
Na Figura 21 é mostrado a relação de ordens na fila de produção para a máquina de corte com guilhotina, as linhas que aparecem grifadas em amarelo, são as que foram reprogramadas utilizando o conceito de capacidade finita.

Figura 21 - Carga trabalho cenário futuro guilhotina

Descrição Operação	Nº Ordem	Cod Mat	Qty Resta...	Descr Material	Horas de Manufatu...	Data Inicial	Data Fim da Op
CORTAR (guilhotina)	1668949	075919/3	70	SEPARADOR DA CALHA100/300/500 GALV	1,186501	21/05/2018 10:04:24	21/05/2018 11:15:35
CORTAR (guilhotina)	1668945	308449	145	Base SAE 1020 6,35x219x311x340mm	8,342923	21/05/2018 15:29:25	22/05/2018 15:55:00
CORTAR (guilhotina)	1668951	319392/30	65	Modulo Piso da Plataforma SAE1020 50x278x1500mm	2,166667	23/05/2018 11:30:00	23/05/2018 14:40:00
CORTAR CHAPA CONF. DIRETRIZ	1668950	080323/3	59	JUNTA TELESCOPICA 100x100 GALVANIZAD	0,250013	23/05/2018 13:30:53	23/05/2018 13:45:53
RECORTAR (GUILHOTINA)	1668950	080323/3	59	JUNTA TELESCOPICA 100x100 GALVANIZAD	0,184375	23/05/2018 14:38:30	23/05/2018 14:49:34
CORTAR (guilhotina)	1668946	319078	125	Fundo da Cabecera Inox AISI304 150x509x1024mm	7,192175	24/05/2018 09:18:28	24/05/2018 17:30:00
CORTAR (guilhotina)	1668947	319079	180	Aba Inox AISI304 51x104x1018mm	10,356732	25/05/2018 17:03:36	29/05/2018 10:35:00
CORTAR (guilhotina)	1668948	324656	62	Corpo Inox AISI304 36x36x37mm	3,444444	30/05/2018 16:58:20	31/05/2018 11:30:00

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

No gráfico de *gant* da Figura 22, a reprogramação resultou em um cenário ainda com alguns períodos de ociosidade, mas isto se deve ao número relativamente baixo de projetos em andamento na fábrica no momento em que foi realizado o planejamento, o ganho real que se tem é não ocasionar sobrecarga de trabalho para o centro produtivo guilhotina.

Figura 22 - Gráfico de *gant* cenário futuro guilhotina

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

Na Figura 23 é mostrado a relação de ordens na fila de produção para a máquina de corte a laser, as linhas que aparecem grifadas em amarelo, são as que foram reprogramadas utilizando o conceito de capacidade finita.

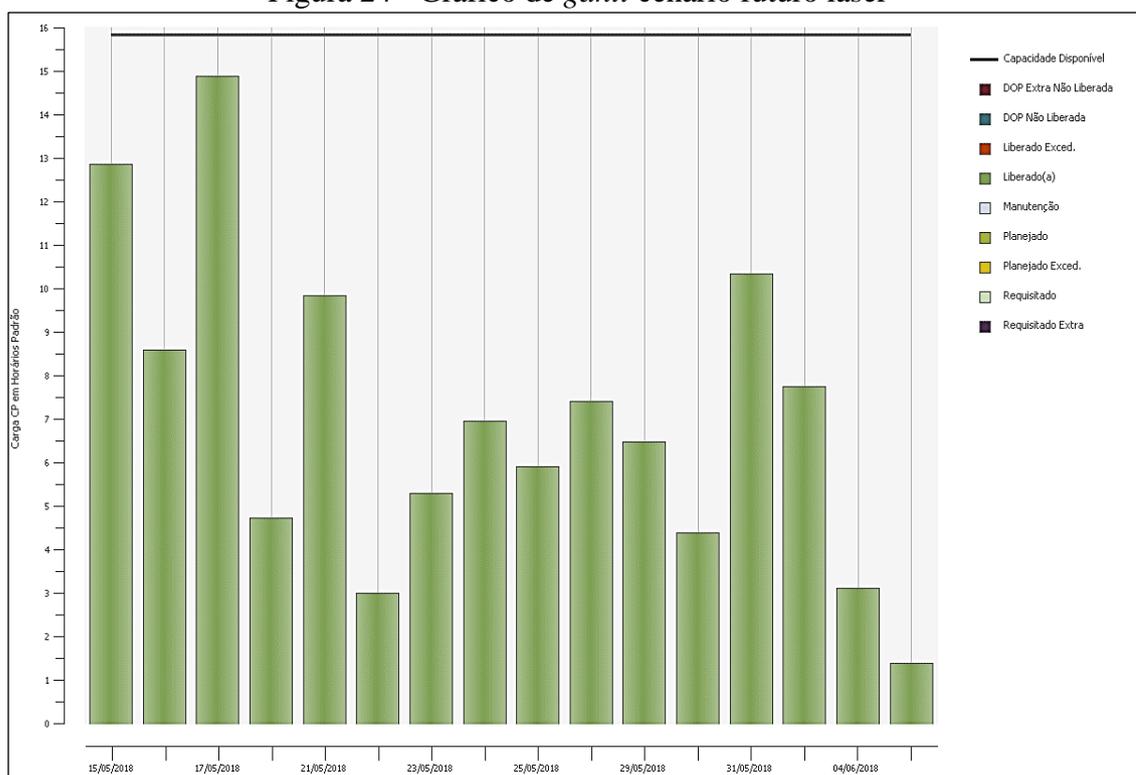
Figura 23 - Carga trabalho cenário futuro laser

Descrição Operação	Nº Ordem	Cod Mat	Qtd Resta...	Descr Material	Horas de Manufatu...	Data Inicial	Data Fim da Op
CORTE LASER	1668922	318317	80	Suporte para Espelho SAE1020 27,3x60x148mm	4	15/05/2018 09:30:00	15/05/2018 14:30:00
CORTE LASER	1668917	332204/5	120	Proteção Guia da Corrente 25x50x3x1706mm	8	15/05/2018 10:37:58	16/05/2018 10:42:58
CORTE LASER	1668928	328731/16	45	Lateral Condutora Esquerda SAE1020 29x177x3000mm	3	15/05/2018 11:38:30	15/05/2018 15:38:30
CORTE LASER	1668924	317860	61	Extensão do Suporte do Sensor SAE1020 90x90x137mm	2,652174	16/05/2018 10:00:46	16/05/2018 13:39:54
CORTE LASER	1668916	318317	180	Suporte para Espelho SAE1020 27,3x60x148mm	9	16/05/2018 14:54:03	17/05/2018 15:59:03
CORTAR LASER	1668912	133132	75	Presilha Aleatado Direito Starfire 00PSC04992029 Chiller Cinza	0,25	16/05/2018 15:13:35	16/05/2018 15:28:35
CORTE LASER	1668921	300262	74	Proteção do Sensor SAE1020	3,7	16/05/2018 16:32:00	17/05/2018 11:19:00
CORTE LASER	1668915	300262	55	Proteção do Sensor SAE1020	2,75	17/05/2018 09:50:00	17/05/2018 13:35:00
CORTE LASER	1668927	328731/6	45	Lateral Condutora Direita SAE1020 29x177x3000mm	3	17/05/2018 14:30:00	17/05/2018 17:30:00
CORTE LASER	1668918	320566/2	70	Lateral Duplo Eixo Esquerda Inox AISI304 29x177x2600mm	5,833333	18/05/2018 11:45:00	21/05/2018 09:40:00
CORTE LASER	1668919	319486/1	70	Lateral Direita Inox AISI304 29x177x515mm	7	21/05/2018 09:55:00	22/05/2018 09:00:00
CORTE LASER	1668920	319486/2	48	Lateral Esquerda Inox AISI304 29x177x515mm	4,8	21/05/2018 15:19:00	22/05/2018 11:12:00
CORTE LASER	1668926	333366	98	Base da Sapata SAE1020 100x110x115mm	3,92	23/05/2018 10:22:44	23/05/2018 15:17:56
CORTE LASER	1668925	303305	70	Flange Anti-giro SA57 NBR6656 6,35x120x260,5mm	1,4	23/05/2018 10:43:25	23/05/2018 13:07:25
CORTE LASER	1668923	332204/7	58	Proteção Guia da Corrente 25x50x3x2106mm	3,866667	24/05/2018 09:19:16	24/05/2018 14:11:16
CORTE LASER	1668936	317958/1	45	Orelha Suporte SAE1020 20,67x59,81x70mm	2,25	24/05/2018 11:00:00	24/05/2018 14:15:00
CORTE LASER	1668943	316168	130	Atuador do Sensor SAE1020 28x48x75mm	0,83871	24/05/2018 11:46:34	24/05/2018 13:36:53
CORTE LASER	1668944	319813	75	Suporte Inox AISI304 85x140x170mm	6,25	25/05/2018 10:45:00	28/05/2018 09:05:00
CORTE LASER	1668932	330040	49	Suporte de Varanda SAE1020 120x162x236mm	1,96	25/05/2018 17:19:00	28/05/2018 10:21:36

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

A reprogramação com capacidade finita do centro produtivo laser, resultou no gráfico de *gant* da Figura 24, não foi registrado um dia com ociosidade, e nos demais dias houve trabalho alocado sem excesso de capacidade.

Figura 24 - Gráfico de *gant* cenário futuro laser



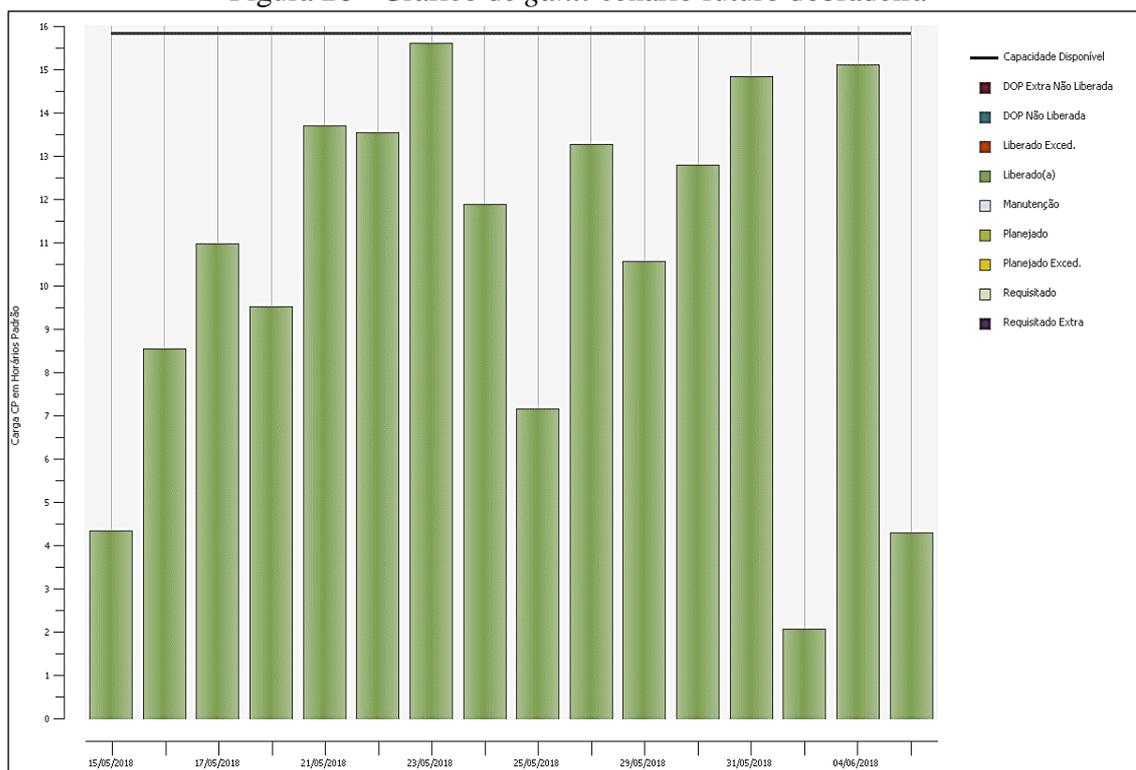
Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

O resultado do cenário futuro do equipamento dobradeira obtido através da reprogramação se deu com o replanejamento das ordens grifadas em amarelo mostrado na sequência através da Figura 25, estas ordens foram identificadas como as que ocasionavam o excesso de trabalho do centro produtivo. Após análise e simulação de cenários o gráfico de *gantt* da Figura 26 demonstra o resultado de um planejamento da produção utilizando o conceito de capacidade finita, respeitando o limite de carga de trabalho do equipamento, considerando precedência e demandas paralelas, assim sendo, não ocorre sobrecarga, não há registro de carga zero de trabalho em nenhum dia, isto indica que o que foi planejado pelo PCP tem recursos e disponibilidade de ser cumprido com um maior grau de certeza do que no planejamento com capacidade infinita, mostrado anteriormente no cenário atual.

Figura 25 - Carga trabalho cenário futuro dobradeira

Operações de Ordem de Fabricação por Centro Produtivo : 8001								
Centro Produtivo:		Descrição:	Site:	Departamento:				
8001		Dobreadeiras	BR1	001				
Descrição Operação	Nº Ordem	Cod Mat	Qtd Resta...	Descr Material	Horas de Manufatu...	Data Inicial	Data Fim da Op	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668922	318317	80	Suporte para Espelho SAE1020 27,3x60x148mm	6,666667	15/05/2018 14:45:00	16/05/2018 13:30:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668928	328731/16	45	Lateral Condutora Esquerda SAE1020 29x177x3000mm	2,02502	15/05/2018 15:53:30	16/05/2018 09:00:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668917	332204/5	120	Proteção Guia da Corrente 25x50x3x1706mm	2,4	16/05/2018 10:57:58	16/05/2018 14:21:58	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668924	317860	61	Extensão do Suporte do Sensor SAE1020 90x90x137mm	1,830018	16/05/2018 13:54:54	16/05/2018 15:44:42	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668921	300262	74	Proteção do Sensor SAE1020	4,933333	17/05/2018 11:34:00	17/05/2018 17:30:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668915	300262	55	Proteção do Sensor SAE1020	3,666667	17/05/2018 13:50:00	17/05/2018 17:30:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668912	133132	75	Presilha Aletado Direito Starfire 00PSC04992029 Chiller Cinza	1,124994	17/05/2018 15:33:35	17/05/2018 16:41:05	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668916	318317	180	Suporte para Espelho SAE1020 27,3x60x148mm	15	17/05/2018 16:14:03	21/05/2018 15:24:03	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668927	328731/6	45	Lateral Condutora Direita SAE1020 29x177x3000mm	2,02502	18/05/2018 15:53:30	21/05/2018 09:00:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668918	320566/2	70	Lateral Duplo Eixo Esquerda Inox AISI304 29x177x2600mm	7	21/05/2018 09:55:00	22/05/2018 09:00:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668949	075919/3	70	SEPARADOR DA CALHA100/300/500 GALV	0,875	21/05/2018 11:30:35	21/05/2018 13:23:05	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668919	319486/1	70	Lateral Direita Inox AISI304 29x177x515mm	7	22/05/2018 09:15:00	22/05/2018 17:15:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668920	319486/2	48	Lateral Esquerda Inox AISI304 29x177x515mm	4,8	22/05/2018 11:27:00	22/05/2018 17:15:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668945	308449	145	Base SAE 1020 6,35x219x311x340mm	14,5	22/05/2018 16:10:00	24/05/2018 14:50:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668925	303305	70	Flange Anti-giro SAE7 M8R655 6,35x120x260,5mm	2,100021	23/05/2018 13:22:25	23/05/2018 15:28:25	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668951	319392/30	65	Modulo Piso da Plataforma SAE1020 50x278x1500mm	2,166667	23/05/2018 14:55:00	23/05/2018 17:05:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668950	080323/3	59	JUNTA TELESCÓPICA100x100 GALVANIZAD	1,475	23/05/2018 15:04:34	23/05/2018 16:33:04	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668926	333366	98	Base da Sapata SAE1020 100x110x115mm	2,940029	23/05/2018 15:32:56	24/05/2018 09:34:20	
DOBRAR CONF. DESENHO	1668943	316168	130	Atuador do Sensor SAE1020 28x48x75mm	1,477273	24/05/2018 13:51:53	24/05/2018 15:20:31	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668923	332204/7	58	Proteção Guia da Corrente 25x50x3x2106mm	1,16	24/05/2018 14:26:16	24/05/2018 15:35:52	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668936	317938/1	45	Orelha Suporte SAE1020 20,67x59,81x70mm	3	24/05/2018 14:30:00	24/05/2018 17:30:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668946	319078	125	Fundo da Cabeceira Inox AISI304 150x509x1024mm	12,5	25/05/2018 09:20:00	28/05/2018 14:55:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668944	319813	75	Suporte Inox AISI304 85x140x170mm	5	28/05/2018 09:20:00	28/05/2018 15:20:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668932	330040	49	Suporte da Varanda SAE1020 120x162x236mm	2,939941	28/05/2018 10:36:36	28/05/2018 14:33:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668947	319079	180	Aba Inox AISI304 51x104x1018mm	18	29/05/2018 10:50:00	31/05/2018 14:00:00	
DOBRAR CONF. DESENHO	1668940	180358	120	Braço de Torção SAE1020 30x60x315mm	3,600036	29/05/2018 14:41:00	30/05/2018 09:22:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668913	333175/1	140	Alça Direita Inox AISI304 50x60x130mm	2,09999	29/05/2018 15:09:00	29/05/2018 17:15:00	
DOBRAR MANUAL	1668914	341918/3	45	Varanda Lavadora de Caixas Inox AISI304 20x30x378mm	4,090909	30/05/2018 13:01:51	30/05/2018 17:07:18	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668929	328154/2	120	Suporte da Varanda Esquerdo SAE1020 35x63x265mm	1,799991	31/05/2018 09:12:00	31/05/2018 11:00:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668948	324656	62	Corpo Inox AISI304 36x36x377mm	2,790028	31/05/2018 11:58:12	31/05/2018 15:45:36	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668938	332724/1	150	Lateral Condutora Esquerda Inox AISI304 29x177x500mm	4,500045	31/05/2018 12:00:00	31/05/2018 17:30:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668939	330892	51	Suporte da Calha Inox AISI304 86x110x190mm	0,764996	31/05/2018 13:56:06	31/05/2018 14:42:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668934	328156/2	38	Base do Suporte Esquerdo SAE1020 35x70x110mm	0,569997	31/05/2018 14:44:30	31/05/2018 15:18:42	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668937	332723/1	150	Lateral Condutora Direita Inox AISI304 29x177x500mm	4,500045	01/06/2018 15:32:44	04/06/2018 11:07:44	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668935	332565	60	Lateral Duplo Eixo Inox AISI304 29x177x1000mm	0,899996	01/06/2018 17:22:00	04/06/2018 09:21:00	
DOBRAR CONF. DESENHO	1668941	180362	94	Proteção da Corrente SAE1020 65x285x843,5mm	2,58718	04/06/2018 08:48:01	04/06/2018 11:23:15	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668931	330038	62	Suporte da Varanda SAE1020 120x161x169mm	3,719926	04/06/2018 09:10:48	04/06/2018 13:54:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668911	327502	61	Suporte do Trilho SAE1020 70x120x175mm	5,490055	04/06/2018 09:21:07	04/06/2018 15:50:31	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668930	328154/1	120	Suporte da Varanda Direita SAE1020 35x63x265mm	1,799991	05/06/2018 08:57:00	05/06/2018 10:45:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668942	184233	65	Suporte da Bandeja Inox AISI304 1,9x30x230mm	1,95002	05/06/2018 10:48:00	05/06/2018 13:45:00	
DOBRAR CONFORME DESENHO	1668933	328156/1	38	Base do Suporte Direita SAE1020 35x70x110mm	0,569997	05/06/2018 14:29:30	05/06/2018 15:03:42	

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

Figura 26 - Gráfico de *ganttt* cenário futuro dobradeira

Fonte: ERP Máquinas Sanmartin (2018).

## 4.2 DISCUSSÃO DO CASO

Depois de desenvolvido o estudo, pode-se refletir sobre os benefícios e dificuldades de utilizar o conceito de capacidade finita no planejamento, programação e controle da produção. Como um dos benefícios, pode-se citar o impacto no planejamento, pois, uma programação correta, gera demandas com datas de entrega possíveis de serem atendidas no período determinado pelo planejamento, diminuindo as reprogramações e elevando o grau de confiabilidade do que está em processo. Com um bom planejamento, aumenta-se também o nível de organização do processo como um todo, possibilitando que cada setor se organize com antecedência, a fim de executar suas atividades sem surpresas.

A análise de cenários pode ser percebida como uma vantagem também da capacidade finita, porém, com a utilização de um APS, poderiam ser observados cenários no momento da programação, com mais rapidez e eficiência.

A utilização das datas geradas no planejamento com capacidade finita é possível, tanto para itens comerciais quanto manufaturados, com capacidade infinita as datas não são consideradas devido a sua incoerência, reflexo de um planejamento que não considera as restrições.

Um planejamento com maior eficiência gera dados confiáveis, possibilitando ao PCP um controle mais efetivo sobre os itens comerciais e manufaturados, em consequência disto, se tem mais informações para a tomada de decisões no que se refere a cobrança que o PCP deve exercer sobre outros setores, como compras ou fábrica, a fim de garantir o cumprimento das datas de entrega geradas na programação.

Obter informações de forma antecipada sobre a falta de material ou a indisponibilidade deste para a data que foi gerado no planejamento pelo PCP, é um dado importante que não se tem com capacidade infinita. Neste cenário, o controle dos estoques é maior, possibilitando maior grau de acerto no momento de tomar decisões referentes a gestão dos níveis de estoque, lotes de compra e lotes de produção.

Certas dificuldades podem ser destacadas também em consequência de se optar por um planejamento com a lógica de capacidade finita, como quanto ao ERP, o planejamento da produção com a concepção de capacidade finita pode ser desenvolvido dentro do ERP, porém, este não foi concebido com as funcionalidades fundamentais para suportar a quantidade de análises necessárias para fazer a simulação das hipóteses, a fim de chegar a um cenário ótimo ao longo do período de análise, assim sendo, neste caso indica-se o uso de um APS.

Os roteiros de fabricação com centros produtivos desatualizados ou com tempos incorretos, também causam impacto substancial no planejamento por capacidade finita.

A estrutura de produto por sua vez não cadastrada corretamente, cria um problema na programação, pois as datas geradas no planejamento levam em consideração entre outros fatores, os níveis de estrutura do produto cadastrados pela engenharia.

O Quadro 3 apresenta um comparativo entre as expectativas da capacidade finita na teoria, comparadas com a lógica finita na prática. Nota-se que na maioria dos casos a teoria se replica na prática, porém, entende-se que apenas o ERP não é satisfatório para chegar aos resultados esperados, fazendo-se necessário utilizar um *software* APS para suprir a falta de recursos do ERP.

Quadro 3 - Capacidade finita teórica x capacidade finita prática

<b>Descrição</b>	<b>Finita teórica</b>	<b>Finita prática</b>
Foco	Otimização da capacidade	Possível, em se fazendo o uso de APS
Dificuldade	Administrar a necessidade de materiais	Utilizando apenas o ERP para controle faltam ferramentas
Tempos de fila	Calculado pelo sistema	Tempo calculado, considerando as restrições cadastradas e informadas no sistema

Capacidade	Carga limitada	A capacidade dos centros produtivos é respeitada no planejamento
Unidade de tempo	Contínuo: horas e minutos	Somente com o sistema considera-se dias e semanas, com APS seria mais justo o espaço de tempo
Orientação	Programação para a frente	Utiliza-se a programação para a frente
Sequenciamento	Sim	Feito dentro do sistema, porém seria mais eficiente com APS
Sistema	Apoio às decisões	Com informações corretas informadas é um sistema de apoio às decisões
Capacidade de simulação	Alta	Possível, em se fazendo o uso de APS
Capacidade de otimização	Alta	Possível, em se fazendo o uso de APS
Complexidade	Alta	Nível de complexidade realmente elevado

Fonte: O autor (2018).

#### 4.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

Em se fazendo o uso do planejamento da produção com o conceito de capacidade finita, decorrem alguns benefícios a nível gerencial.

Com relação a custos, com processos bem definidos, centros produtivos alocados corretamente, tempos mais precisos, tudo isto implica em um custo final do equipamento mais próximo do real. Ocorre também a redução dos custos com a carga de trabalho melhor balanceada, tais como: recursos humanos libera horas extras somente quando necessário, compras pode negociar com o fornecedor o preço de determinada matéria-prima pois conhece a data real de necessidade e não compra mais pela data mais cedo possível, entre outros.

Com referência ao preço de venda, este pode ser calculado corretamente com um custo mais realista, não havendo assim a necessidade de superestimá-lo com o intuito de não ocorrer prejuízo, por vezes até perdendo vendas devido a isto.

A nível comercial, um planejamento adequado respeitando as restrições do processo, proporciona maiores chances de cumprimento do prazo de entrega, assim também, é possível reduzir o *lead time* de entrega. O *lead time* pode ser visto como um diferencial competitivo, devido ao nível de concorrência que o mercado apresenta em todos os setores, melhorar neste

aspecto traz uma vantagem competitiva em relação a concorrência, principalmente no mercado de atuação em que a empresa está inserida.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi simular um cenário de capacidade finita no planejamento, programação e controle da produção. O método empregado foi criar dois cenários com dados idênticos dentro do ERP, um com o conceito de capacidade infinita e outro com capacidade finita, simular suas variações dentro do período de tempo determinado no estudo e analisar o impacto no planejamento com a mesma carga de trabalho. Verificou-se que existem vantagens e desvantagens em fazer uso da técnica de capacidade finita, mas como resultado entende-se que é necessário migrar o planejamento para a lógica finita, sendo preciso ainda realizar melhorias no ERP e principalmente agregar soluções a este.

Para tanto, o trabalho foi dividido em cinco objetivos específicos, sendo um destes a revisão dos roteiros de itens selecionados, onde ocorreu o ajuste dos tempos e atualização dos centros produtivos para os itens que fizeram parte do cenário criado para simulação. Para os demais itens, a revisão continua sendo feita, o tempo de *setup* por uma decisão da empresa ainda não é considerado no momento.

A determinação das capacidades dos processos envolvidos no estudo foi realizada, onde a capacidade teórica foi atualizada dentro do ERP através do ajuste de horas e número de equipamentos que estavam desatualizados, para os outros centros produtivos ainda é necessário concluir este trabalho. A capacidade real por sua vez, está mais próxima do correto, manutenções já são informadas no ERP, os apontamentos de produção estão sendo feitos com maior frequência, as ordens de fabricação antigas praticamente não existem mais em aberto no ERP, e entende-se que com um *software* de controle, as paradas não programadas principalmente e as horas produtivas serão apontadas na sua totalidade e em tempo real.

Referente a revisão dos níveis de estoque, a atividade mais importante é manter atualizado os parâmetros de estoque de segurança e lote mínimo do ERP, isto para que os lotes de fabricação e compra sejam gerados corretamente, esta tarefa é contínua e desenvolve-se através do PCP.

Para garantir a disponibilidade dos materiais no estoque, uma tarefa entre PCP e TI ainda precisa ser finalizada e tem como objetivo alterar parâmetros no ERP que inviabilizam a disponibilidade de materiais no sistema, além disso sob responsabilidade do almoxarifado, contagens cíclicas são cada vez maiores com o intuito de minimizar os erros de estoque. O que necessita ser executado ainda é a integração do estoque do magazine com o ERP, atividade esta deve ser desenvolvida entre TI, almoxarifado e o fabricante do magazine.

Com relação as melhorias no atual sistema de informação de planejamento e programação da produção, além de ajustes importantes já realizados no ERP, o proposto foi adquirir um *software* APS para que este trabalhe integrado ao sistema, aumentando assim os recursos para o planejamento feito pelo PCP. Em um segundo momento, analisar a possibilidade de investimento em *software* para controle de produção.

Entende-se que a simulação do cenário de capacidade finita foi importante por diversos fatores, a partir de então, houve a necessidade de atualização de processos que com um planejamento infinito não eram revistos, como a revisão dos roteiros de fabricação, que começou com os itens selecionados e continua sendo feita para todos os itens, conferência com maior frequência do material em estoque, além de contagem cíclicas regulares, reduzindo assim as divergências de estoques, revisão dos níveis de estoque através do estudo do MRP, reduzindo o valor de material em estoque, melhorias no ERP foram feitas, estes são ganhos para a empresa obtidos através das melhorias nos processos após o estudo. Após este período de estudos, em se migrando o planejamento da produção de capacidade infinita para finita, e principalmente adquirindo um APS para complementar a programação, os resultados se darão em níveis consideráveis, com ganhos através de um planejamento adequado, reduzindo-se custos de hora homem ao se fazer horas extras somente quando necessário, hora máquina ao utilizar os equipamentos de forma balanceada, evitando máquina parada, ganhos com matéria-prima ao comprar somente o necessário e para o prazo preciso, logo, os recursos serão melhor aproveitados devido a possibilidade de otimizações e simulações na programação, a fábrica estará trabalhando mais organizada, reduzindo-se assim o *lead time* de fabricação e de montagem, logo o prazo final de entrega de um equipamento será menor.

Esta lógica de planejamento por capacidade finita deveria ser aplicada em qualquer tipo de processo, pois, replica a realidade e gera dados factíveis e somente possíveis de serem cumpridos, obrigando o responsável pelo processo a fazer ajustes neste para minimizar as falhas, ajudando assim a atender a necessidade do seu cliente no menor tempo possível e com o menor número de recursos.

Posteriormente a capacidade finita, estudos futuros podem ser desenvolvidos, tais como a aplicação da teoria das restrições para determinação de gargalo na produção, análise de tempos, gestão de estoques, balanceamento de linha na montagem, entre outros estudos possíveis de serem realizados.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTIN, Marcos Ronaldo; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe. **Administração da produção e operações**. Curitiba: Intersaberes, 2016. Disponível em: <<https://ucs.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788544302354>>. Acesso em: 25 ago. 2017.
- BEZERRA, Cícero Aparecido. **Técnicas de planejamento, programação e controle da produção**: aplicações em planilhas eletrônicas. Curitiba: Intersaberes, 2013. <<https://ucs.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788582126516>>. Acesso em: 01 out. 2017.
- BRAGA, Francisco Andrea Simões; ANDRADE, José Henrique de. Relato do processo de implantação e uso de um sistema de apontamento da produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), XXXII. **Anais...** Bento Gonçalves, 2012.
- CAETANO et. al. Análise do impacto da utilização da cronoanálise nas atividades do planejamento e controle da produção. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), XXXVI. **Anais...** João Pessoa, 2016.
- CAIÇARA JÚNIOR, Cícero. **Sistemas integrados de gestão ERP**: uma abordagem gerencial. 2. ed. Curitiba: Ibpex, 2007.
- CARDOSO, Wellington José; PEREIRA, Eliphaz Levi. A importância da gestão de estoques nas estratégias competitivas da empresa Pinheiro Produtos de Papelaria LTDA. **Revista Perquirere**, Patos de Minas, v. 11, n. 2, p. 108-129, dez. 2014.
- CHIAVENATO, Idalberto. **Planejamento e controle da produção**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008. <<https://ucs.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788520427422>>. Acesso em: 03 out. 2017.
- COX, James F.; SPENCER, Michael S. **Manual da teoria das restrições**: prefácio de Eliyahu M. Goldratt. São Paulo: Bookman, 2008.
- FUSCO et. al. **Administração de operações**: da formulação estratégica ao controle operacional. São Paulo: Arte e ciência, 2003.
- GIACON, Edivaldo; MESQUITA, Marco Aurélio de. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. **Gestão e Produção**, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 487-498, 2011.
- GIROTTI, Leonel José; MESQUITA, Marco Aurélio de. Simulação e estudos de caso no ensino de planejamento e controle da produção: um survey com professores da engenharia de produção. **Production Journal**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 176-189, 2014.
- GREEFF, Gerhard; GHOSHAL, Ranjan. **E-manufacturing and supply chain management**. Oxford: Elsevier, 2004.
- HOPP, Wallace J.; SPEARMAN, Mark L. **Factory Physics**: foundations of manufacturing management. New York: McGraw-Hill, 2000.

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

MCKAY, Kenneth N.; WIERS, Vincent C. S. **Practical Production Control**: a survival guide for planners and schedulers. Boca Raton: J. Ross Publishing, 2004.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v.17, n.1, jan/abr. 2007.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da produção industrial**. Curitiba: Intersaberes, 2012. <<https://ucs.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788565704847>>. Acesso em: 03 out. 2017.

PRADO, Edmir P. V.; SOUZA, Cesar Alexandre de. **Fundamentos de sistemas de informações**. São Paulo: Elsevier Brasil, 2014.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Prentice Hall, 2004. Disponível em: <<https://ucs.bv3.digitalpages.com.br/users/publications/9788587918383>>. Acesso em: 28 ago. 2017.

RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e controle da produção**. 6. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

SEVERO FILHO, João. **Administração de logística integrada**: materiais, PCP e marketing. 2. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

SOUZA, Fernando Bernardi de. Do OPT à teoria das restrições: avanços e mitos. **Revista Produção**, v. 15, n. 2, p. 184-197, maio/ago. 2005.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.