



Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA  
Engenharia Automotiva

**Médias e pequenas cervejarias, controle,  
aperfeiçoamentos e gerenciamento: Um estudo  
de caso.**

Autor: Mateus Martins Cavalcanti Goncalves  
Orientador: Prof. Dr. Fábio Cordeiro de Lisboa

Brasília, DF  
2019





Mateus Martins Cavalcanti Goncalves

**Médias e pequenas cervejarias, controle,  
aperfeiçoamentos e gerenciamento: Um estudo de caso.**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Automotiva.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof. Dr. Fábio Cordeiro de Lisboa

Brasília, DF

2019

---

Mateus Martins Cavalcanti Goncalves

Médias e pequenas cervejarias, controle, aperfeiçoamentos e gerenciamento:  
Um estudo de caso./ Mateus Martins Cavalcanti Goncalves. – Brasília, DF, 2019-  
62 p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Cordeiro de Lisboa

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB  
Faculdade UnB Gama - FGA , 2019.

1. Controle, cervejaria, gerenciamento , MRP, estoques.. 2. . I. Prof. Dr. Fábio  
Cordeiro de Lisboa . II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV.  
Médias e pequenas cervejarias, controle, aperfeiçoamentos e gerenciamento: Um  
estudo de caso.

CDU 00:000:000.0

---

Mateus Martins Cavalcanti Goncalves

**Médias e pequenas cervejarias, controle,  
aperfeiçoamentos e gerenciamento: Um estudo de caso.**

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Automotiva da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Automotiva.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, em estado de avaliação:

---

**Prof. Dr. Fábio Cordeiro de Lisboa**  
Orientador

---

**Prof. Dr. Mario de Oliveira Andrade**  
Convidado 1

---

**Prof. Dra. Roseany de Vasconcelos  
Vieira Lopes**  
Convidado 2

Brasília, DF  
2019



# Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Antônio Carlos e Neuzirene, que sempre me incentivaram a seguir meu caminho, sempre estiveram ao meu lado nos momentos difíceis e me apoiaram independente de qualquer coisa.

Agradeço aos meus amigos por estarem sempre ao meu lado principalmente quando precisei. Obrigado por me ensinarem e por terem me ajudado a chegar onde estou.

Agradeço ao meu orientador Fábio Lisboa por me inspirar e fornecer todas as ferramentas para concluir este trabalho. A Prof. Dr. Grace Ghesti pela ajuda e por fornecer seu espaço para o estudo.



*"A person who never made a mistake never tried anything new."*

- Albert Einstein



# Resumo

Fornecer uma visão prática sobre a gestão de materiais na indústria cervejeira, focando em pequenas e médias cervejarias. O estudo de caso foi utilizado, baseado nos métodos apresentados na literatura. Portanto, discutiremos questões relacionadas ao planejamento e controle de estoques, a teoria relacionada ao Planejamento de Requisitos de Materiais (MRP) e uma breve abordagem ao sistema just-in-time, além de uma explicação sobre produção de cerveja. O estudo consiste em mapear os processos produtivos e mostrar como os métodos de planejamento e controle são utilizados no contexto real, com o intuito de fornecer uma análise crítica das perdas e consequências na eficiência da produção de cerveja, com práticas comumente utilizadas na indústria. No final, as melhorias e as individualidades dos dois locais de estudo foram discutidas com base nos resultados obtidos.

**Palavras-chaves:** Gestão de materiais; Fluxo de materiais; Estudo de caso; Cervejaria; Perda de extrato; *Material Requirements Planning*.



# Abstract

Provide a practical insight into materials management in the brewing industry, focusing on small and medium-sized breweries. The case study was used, based on methods present in the literature. Therefore, we will discuss issues related to inventory planning and control, any theory related to Material Requirements Planning (MRP) and a brief approach to the just-in-time systems, as well as a review on beer production. The study consists of mapping the productive processes and showing how the planning and control methods are used in a real context, with the intention of providing a critical analysis of the losses and consequences in the efficiency of beer production, with practices commonly used in the industry itself. In the end, improvements and the individualities of the two study places were discussed based on the results obtained.

**Key-words:** *Material Requirements Planning*; Inventory control; Brewery; Losses; Materials Management; Materials flow; Case study.



# Lista de ilustrações

Figura 1 – Gráfico do custo total. (DIAS, 2010) . . . . .	26
Figura 2 – Gráfico da curva ABC. Fonte: Autor . . . . .	27
Figura 3 – Estoque de segurança com D variável e TA constante. (MARTINS; ALT, 2006) . . . . .	28
Figura 4 – Exemplo de BOM. Fonte: Autor . . . . .	30
Figura 5 – Esquema do MRP. (GONÇALVES, 2007, Adaptado) . . . . .	31
Figura 6 – Exemplo de uma árvore de estrutura. (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001, Adaptado) . . . . .	32
Figura 7 – Sistema MRP II. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013, Adaptado) . . . . .	37
Figura 8 – Exemplo de planilha S&OP para produção para estoque . (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013) . . . . .	39
Figura 9 – Fluxograma da preparação do mosto. Os aditivos em amarelo não são necessários. (ESSLINGER, 2009, Adaptado) . . . . .	41
Figura 10 – Fluxograma da fermentação. Os aditivos em amarelo não são necessá- rios. (ESSLINGER, 2009, Adaptado) . . . . .	42
Figura 11 – Tanques de brassagem. Fonte: Autor . . . . .	44
Figura 12 – Mapa dos processos. Fonte: Autor . . . . .	45
Figura 13 – Processo da perda de extrato. Fonte: Autor . . . . .	47
Figura 14 – Equipamento utilizado para brassagem e filtragem. Fonte: Autor . . . . .	47
Figura 15 – Tanque para fermentação. Fonte: Autor . . . . .	48
Figura 16 – Situação atual do estoque. Fonte: Empresa A . . . . .	51
Figura 17 – Planilha para dimensionar a capacidade do processo de envase. Fonte: Empresa A, Adaptado . . . . .	52
Figura 18 – Processo de compra. Fonte: Autor . . . . .	53
Figura 19 – Primeira produção. Fonte: Autor . . . . .	55

Figura 20 – Segunda produção.

Fonte: Autor . . . . . 56

# Lista de abreviaturas e siglas

<i>TCC</i>	Trabalho de Conclusão de Curso
<i>BOM</i>	<i>Bill of Materials</i>
<i>LEC</i>	Lote econômico de compra
<i>LEF</i>	Lote econômico de fabricação
<i>MRP</i>	<i>Material Requirements Planning</i>
<i>PCP</i>	Planejamento e Controle da Produção
<i>JIT</i>	<i>Just-in-time</i>
<i>MRPII</i>	<i>Manufacturing Resources Planning</i>
<i>S&amp;OP</i>	<i>Sales and Operations Planning</i>
<i>ERP</i>	<i>Enterprise Resource Planning</i>
<i>MPS</i>	<i>Master Production Schedule</i>
<i>RCCP</i>	<i>Rough Cut Capacity Planning</i>
<i>SFC</i>	<i>Shop Floor Control</i>



# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>19</b>
<b>1.1</b>	<b>Contextualização</b>	<b>19</b>
<b>1.2</b>	<b>Organização do trabalho</b>	<b>20</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b>	<b>21</b>
1.3.1	Objetivo Geral	21
1.3.2	Objetivos Específicos	21
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>23</b>
<b>2.1</b>	<b>Dimensionamento e Controle de Estoques</b>	<b>23</b>
2.1.1	Custo dos estoques	24
2.1.1.1	Custo de armazenagem	24
2.1.1.2	Custo de pedido (B)	25
2.1.1.3	Custo total	25
2.1.2	Lote Econômico	25
2.1.3	Análise ABC	27
2.1.4	Estoques de segurança	28
<b>2.2</b>	<b>Planejamento e controle da produção (PCP)</b>	<b>29</b>
2.2.1	Material Requirements Planning (MRP)	30
2.2.1.1	Elementos do MRP	32
2.2.1.2	MRP no computador	34
2.2.1.3	Utilização, problemas e críticas ao MRP	35
2.2.1.4	MRP para MRP II	36
<b>2.3</b>	<b>MRP II</b>	<b>36</b>
2.3.1	Planejamento de vendas e operações ou S&OP	37
<b>2.4</b>	<b>Just-in-time e Kanban</b>	<b>39</b>
<b>2.5</b>	<b>Produção de cerveja</b>	<b>39</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Estudo de caso</b>	<b>43</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÕES E PRÓXIMOS PASSOS</b>	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>Empresa A</b>	<b>51</b>
<b>4.2</b>	<b>Empresa B</b>	<b>54</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>59</b>

**REFERÊNCIAS** ..... **61**

# 1 Introdução

## 1.1 Contextualização

A disputa pelo mercado exige das empresas maior nível de organização e crescente produtividade. Neste contexto a gestão de materiais entra como fator decisivo, uma vez que permite níveis de automação da produção que impulsionam a produtividade e reduzem desperdícios. Outro ponto é o advento de novas tecnologias de processo e gestão de manufatura, vários conceitos diferentes e de sistemas de integrados por computador (CORRÊA; GIANESI, 1993). É possível perceber esse crescimento na indústria, pois muitas das grandes empresas tem mecanismos próprios bastante arrojados para controlar toda essa cadeia produtiva e estão cada vez mais informatizadas.

A principal intenção da empresa é ter retorno sobre o capital investido. Os estoques, em si, não geram retorno, são produtos parados. O aumento do estoque não aumentaria a lucratividade ou as vendas, como alguns pensam apenas por ter o produto final sempre disponível ou pronto pra produção. Por outro lado a insuficiência de estoques pode, por exemplo, comprometer a produção e prejudicar as vendas. (DIAS, 2010). Tendo em vista este fato, é necessário obter um planejamento e controle eficiente, principalmente com a quantidade de tecnologia existente hoje, para que o investimento nesses estoques traga algum valor.

Esse planejamento deve englobar a matéria-prima, produto acabado e o produto em processo, ou seja, englobar toda a cadeia de forma conjunta, avaliando as perdas e a capacidade dos equipamentos na produção, pois são dependentes. Um ponto importante é a criação de novas metodologias para redução de estoques, que influenciam toda a cadeia produtiva, muitas delas são mais eficientes do que outras. Muitas teorias antigas e clássicas neste assunto já foram reavaliadas, inclusive metodologias como a do Lote Econômico de Compra. Esse ponto é importante destacar, pois com o advento de diversas teorias e formas individuais de operar de cada empresa reforça a necessidade de um estudo de caso nesta área, é sempre importante notar a teoria e como ela é aplicada por trás dos processos e como é a tomada de decisão (DIAS, 2010).

O fluxo de materiais para cada empresa varia, alguns são mais lentos que outros, pois depende do produto/serviço oferecido, o ritmo de produção e do processo produtivo (CHIAVENATO, 2005). No contexto atual onde o ideal buscado é a eficiência, é necessário um baixo desperdício e um fluxo rápido dos produtos, destacando a importância de manter uma boa funcionalidade em todas as áreas que influenciam o fluxo de materiais, por isso o uso da tecnologia da informação nesses processos virou foco principal para or-

ganizar a quantidade de informações inerentes a esse fluxo e o planejamento dos materiais desempenha uma funcionalidade importante.

No contexto de planejamento e controle da produção engloba o MRP, que, basicamente, representa a necessidade de não existir materiais ausentes, dessa forma, ele está intimamente ligado aos tempos de espera. Ele possui dois objetivos principais: determinar exigências e manter as prioridades atuais (ARNOLD, 2012). Na essência, o MRP é empregado em praticamente todas as fabricas de porte considerável, porém nem todas funcionam de forma eficiente. O MRP pode ser realizado até manualmente se levar em conta uma empresa que produz poucos produtos. porém o emprego dos computadores, muitas vezes projetados para esse serviço, tem produzido e transmitido informações rapidamente. Em geral, muitas industrias têm investido na área de tecnologia da informação para essa área ao longo dos anos, logo o estudo de caso nesta área mostra-se relevante.

O estudo de caso investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, principalmente se eles não estiverem claramente definidos. A escolha de um dos dois tipos de estudo determina a linha de pesquisa. É importante definir bem as questões de um estudo, suas proposições, entidade de análise, lógica que une os dados às proposições e os critérios para se interpretar as descobertas.(YIN, 2015).O estudo de caso é bastante útil, pois a análise de como e porque os métodos de gestão dos materiais são empregados na industria cervejeira. Levando em consideração que essa indústria faz parte de um mercado influenciado por diversos fatores e vem se modernizando, tendo em vista o crescente aumento de novas cervejarias pequenas e médias, permitindo um crescimento da tecnologia empregada nos processos de produção. Dessa forma uma boa eficiência mantendo a qualidade é importante para qualquer cervejaria independente do porte.

A motivação inicial do trabalho é fornecer um material com informações valiosas na área de controle e gerenciamento dos materiais, problematizando uma situação real dentro da indústria.

## 1.2 Organização do trabalho

Para o estudo de caso é importante a presença do protocolo, a sequencia de itens define a ordem cronológica seguida para a realização do estudo:

- Estruturação do estudo: foi feito o mapeamento dos processos, apresentação da empresa e destacados os principais pontos observados.
- Aplicação do estudo: Realizado um trabalho de campo, mediante visitas às fabricas, conversa com os empregados da empresa e especialistas na área de produção de cerveja.

- Registro dos dados e tratamentos: Foi feito o registro das informações e das imagens necessárias para apresentar o sistema empregado e, posteriormente, alguns dados utilizados de acordo com o objetivo do estudo.
- Análise e apresentação dos resultados: Na parte final, foi feita uma análise crítica com base na documentação e apresentados os resultados, acompanhados de uma conclusão referente aos objetivos do estudo.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

Demonstrar a aplicação de métodos de gerenciamento da produção e dos materiais aplicados aos processos de uma indústria cervejeira de pequeno e médio porte.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Saber quais métodos utilizados no controle dos materiais;
- Como esses métodos são aplicados;
- Se a teoria quanto a controle de estoques e gestão de materiais pode ser identificada na prática;
- Se os métodos adotados são eficientes;
- E o que pode ser feito para melhorar.



## 2 Fundamentação Teórica

### 2.1 Dimensionamento e Controle de Estoques

Segundo João Caldeira Lélis "podemos denominar o estoque como tudo aquilo que é guardado de forma adequada por um determinado período até o momento de sua necessidade de utilização através de sua incorporação ao produto ou ao processo ou para atender a necessidade de um cliente"(LÉLIS, 2007, p.5). O estoque representa um custo muito alto para a empresa, gerenciar essa área exige muita responsabilidade e possui um alto grau de dificuldade, tornando alvo de decisões importantes na indústria, pois afeta toda a cadeia produtiva.

Na ótica da produção, é importante a existência de estoques mínimos seja de insumos ou matérias-primas, mesmo que seja adotado técnicas de produção como a produção puxada, que é a ideia de sincroniza-la em função da demanda de produtos, mesmo que em pequenas quantidades para evitar situações imprevisíveis. Por outro lado temos a ótica da armazenagem, pois para armazenar esses estoques é necessário espaço, logo vem gastos como refrigeração, luz, aluguel. Além de outros fatores como extravio, perda, movimentação, controle e obsolescência (GONÇALVES, 2007). Essas questões geram embates dentro da indústria seja o gerente com o setor financeiro, vendas ou produção. Os principais tipos de estoque no ramo industrial são de matérias-primas, produtos em processo, produtos acabados, peças de manutenção e materiais auxiliares. Portanto é aceitável a ideia de cada indústria adotar sua política em relação aos estoques, seja estocando mais determinado insumo ou matéria-prima, seja determinando estoques zero para produtos acabados.

Para organizar um setor de controle de estoques, inicialmente deveremos descrever seus objetivos que estão baseados no "o que"deve permanecer em estoque, "quando"o estoque deve ser reabastecido, "quanto"de estoque será necessário para um período, em acionar o departamento de compras, saber quando receber, onde armazenar de acordo com as necessidades, manter inventários periódicos para avaliação das quantidades e estados dos materiais, possibilitando a identificação e retirada de materiais obsoletos ou danificados (GONÇALVES, 2007).

Tendo esses conceitos sobre estoques esclarecidos é possível iniciar os estudo referente ao custos dos estoques, estoques de segurança, será abordado ferramentas como Classificação ABC e Lote econômico.

### 2.1.1 Custo dos estoques

O armazenamento gera determinados custos que podem ser agrupados em custos de capital, com pessoal, com edificação e manutenção. Nesse caso, existem duas variáveis que aumentam esses custos, são eles a quantidade em estoque e o tempo em estoque. (DIAS, 2010). Esses custos de armazenagem foram ignorados por muito tempo, vários autores destacam a importância atual desses custos, pois se tornaram cada vez maiores, e seu poder para enfrentar a concorrência. Esses custos de armazenagem listados anteriormente alteraram proporcionalmente em relação ao quantidade e tempo do estoque, adiante será mostrado os tipos de custos.

#### 2.1.1.1 Custo de armazenagem

A partir de agora será introduzida a fórmula para o custo de armazenagem para determinado material utilizando a seguinte expressão:

$$\text{Custo de armazenagem} = \frac{Q}{2} * T * P * I \quad (2.1)$$

onde:

- Q = quantidade de material em estoque no tempo considerado
- P = Preço unitário do material
- I = Taxa de armazenagem, expressa geralmente em termos de porcentagem do custo unitário
- T = Tempo considerado de armazenagem

Essa taxa I é calculada com a soma dos custos. A importância de certas taxas de armazenagem varia de empresa para empresa, já que leva em conta o tipo de material. As fórmulas de algumas taxas são:

$$\text{Taxa de retorno de capital : } I_a = 100 * \frac{\text{lucro}}{\text{valor estoques}} \quad (2.2)$$

$$\text{Taxa de armazenagem físico : } I_b = 100 * \frac{S * A}{C * P} \quad (2.3)$$

$$\text{Taxa de seguro : } I_c = 100 * \frac{\text{custo anual do seguro}}{\text{valor estoque} + \text{edifícios}} \quad (2.4)$$

$$\text{Taxa de movimentação : } I_c = 100 * \frac{\text{depreciação anual do equipamento}}{\text{valor do estoque}} \quad (2.5)$$

$$\text{Taxa de obsolescência : } I_e = 100 * \frac{\text{perdas anuais por obsolescência}}{\text{valor do estoque}} \quad (2.6)$$

$$\text{Outras taxas (água, luz, etc.) : } I_f = 100 * \frac{\text{despesas anuais}}{\text{valor do estoque}} \quad (2.7)$$

Na fórmula (2.3) tem-se a área ocupada pelo estoque (S), custo anual da metragem de armazenamento(A), Consumo anual (C). No contexto da empresa cada custo terá um comportamento diferente. Em alguns casos, a taxa que envolve a área ocupada pelo estoque pode ter muita importância em relação a taxa de movimentação, por exemplo. É importante entender o funcionamento para cada indústria ao adotar esses cálculos (DIAS, 2010)

#### 2.1.1.2 Custo de pedido (B)

Esse custo pedido é o custo de um pedido de compra no período de um ano, dessa forma é multiplicado o custo de cada pedido pelo número de vezes que foi processado. Se (N) for o número de pedido efetuados durante um ano, logo:

$$B * N = \text{Custo total anual de pedidos (CTP)} \quad (2.8)$$

Essas despesas que entram no CTP podem ser listados e ao final são somados. São custos referentes a mão-de-obra, com os gastos em salários do pessoal do departamento de compras, material utilizado para confecção do pedido e alguns custos indiretos, como telefone, correios, viagens e etc (DIAS, 2010).

#### 2.1.1.3 Custo total

Somando os dois custos é possível obter o custo total relacionando as duas fórmulas. Seguindo a ideia de minimizar os estoques, é possível achar um ponto de mínimo para a equação dos custos totais (DIAS, 2010). Essas ferramentas fornecem uma arma poderosa para a empresa, levando em conta o contexto para realizar os cálculos das taxas e despesas, sem grandes dificuldades como sugere a literatura. Na realidade, não é tão simples o funcionamento desses métodos, pois muitas variáveis podem aparecer, porém aplicando-os de forma estruturada pode oferecer uma vantagem competitiva.

### 2.1.2 Lote Econômico

Como definido anteriormente, o lote econômico, como o próprio nome diz está diretamente ligado aos custos do estoque. Realmente esse conceito do lote econômico não predomina tanto quanto antes devido à informatização, fato esse que determina o fim das fichas de estoques, mesmo que ainda comum em muitas empresas, e o *kardex*, que são um

tipo de arquivo especial (MARTINS; ALT, 2006). A Figura 1 mostra as curvas dos custos mencionados na seção anterior. Portanto para deduzir a expressão, presente logo abaixo, para o LEC, basta derivar a expressão do custo total em relação a Q e igualar a zero, pois a intenção é obter o ponto de mínimo no gráfico ou a inclinação da curva igual a zero.

$$LEC = Q = \sqrt{\frac{2 * B * C}{I * P}} \quad (2.9)$$

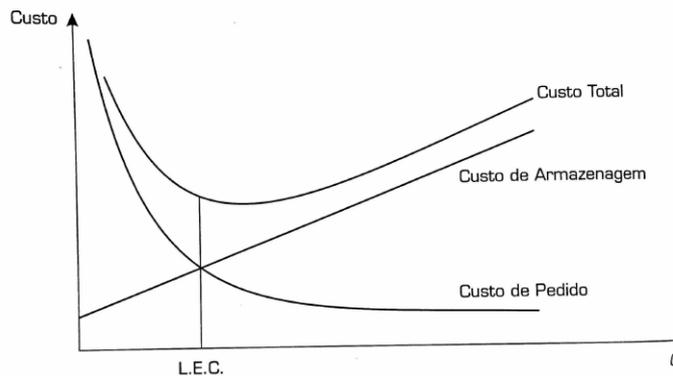


Figura 1 – Gráfico do custo total. (DIAS, 2010)

Diferentemente do LEC, no lote econômico de fabricação assume a hipótese de que todo o lote é entregue de uma vez só e instantaneamente, devido ao fato de, normalmente, uma industria manufatureira produz internamente os intes, peças ou componentes utilizados em outro processo produtivo(MARTINS; ALT, 2006). Nesse caso, será colocado os tamanho do lote em relação a velocidade de fabricação, nisso é possível obter o tempo gasto para produzir aquele lote, logo é possível relacionar essas variáveis com o custo total, manipular e obter a seguinte fórmula:

$$CT = P * C + A * \frac{C}{Q} + \frac{I * Q}{2} * \left(1 - \frac{C}{W}\right) \quad (2.10)$$

Sendo W a taxa de produção, C o consumo e P neste caso refere-se ao custo de fabricação do item. Da mesma forma que no LEC, para obter o mínimo deriva-se e iguala a zero.

$$LEF = \sqrt{\frac{2 * A * C}{I * \left(1 - \frac{C}{W}\right)}} \quad (2.11)$$

Existem algumas críticas ao estudo do lote econômico nos dias de hoje. Atualmente a relação entre fornecedores e o departamento de compra baseia-se em acordos e interesses recíprocos, que fornecem uma visão diferente quanto a produção, além da ideia do *just-in-time*, em que o lote ideal é uma única peça e outras vertentes em que prioriza a

produção em lotes menores. Um ponto interessante é a importância desse assunto para a administração de materiais, pois fomenta a ideia de sempre minimizar os custos. Se necessário a empresa pode calcular as quantidades econômicas caso o software de gestão de estoques permita essa consulta(MARTINS; ALT, 2006).

### 2.1.3 Análise ABC

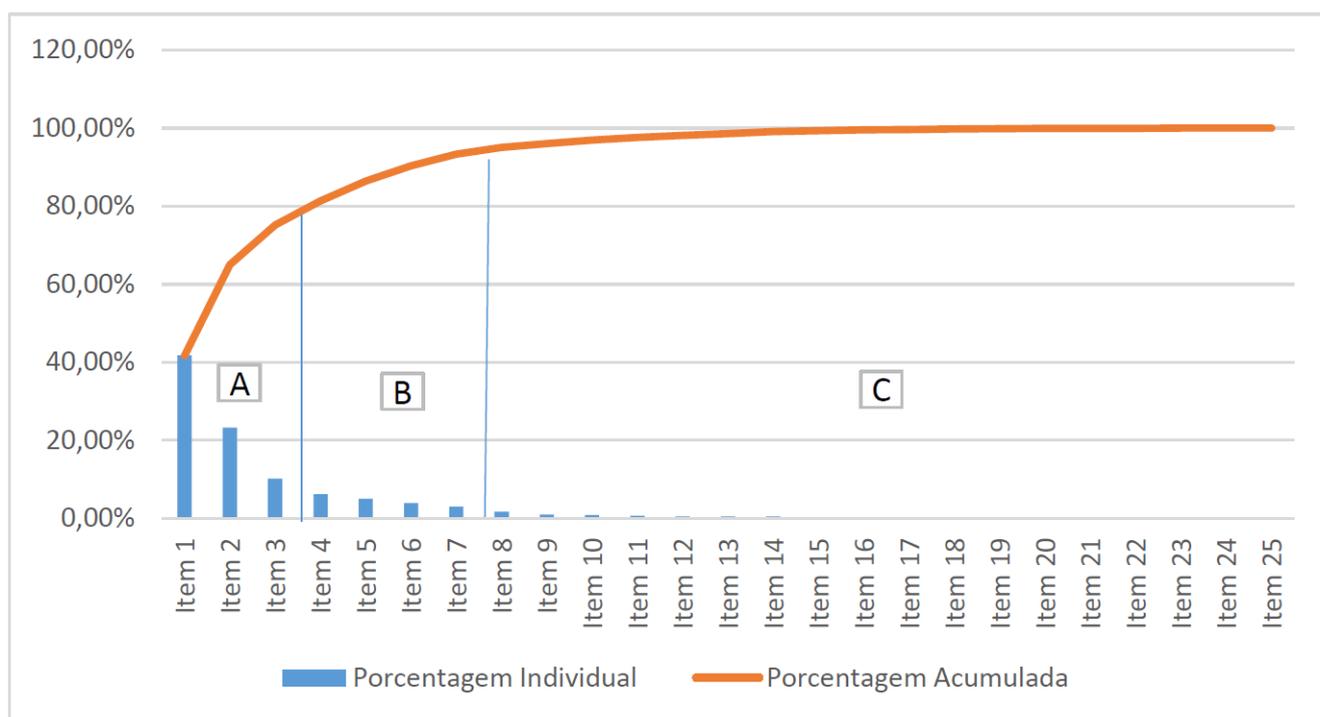


Figura 2 – Gráfico da curva ABC.  
Fonte: Autor

A curva ABC tem sido uma ferramenta útil e facilmente aplicado no controle de estoques. O uso dessa curva tem sua importância devido a identificação de produtos mais onerosos, ou seja, consiste em identificar de acordo com a quantidade de determinados itens e seus custos unitários e classificar em A, B ou C. Como ilustrado na Figura 2 é identificado através da relação entre as peças, custo por unidade, consumo dessas peças e o total desses valores.

Com esses dados é possível alocar os custos maiores advindos de um número de peças. Essa informação é importante para determinar quais itens importantes devem ser controlados rigidamente e ações rápidas podem ser aplicadas, pois adotar medidas rígidas para todos os itens geraria um custo muito grande, sendo os itens B e C tratados posteriormente. O uso mais específico dessa curva para estudos de estoques de acabado, vendas, prioridades de programação da produção, tomada de preços em suprimentos e dimensionamento de estoque (POZO, 2004).

### 2.1.4 Estoques de segurança

Como já discutido é importante a existência dos estoques, apesar de existirem muitas ideias difundidas quanto a zerar estoques, analisando panoramas reais é possível perceber que não ocorre dessa forma, portanto é importante uma quantidade de estoques de segurança. Não é possível saber tudo aquilo que irá acontecer no mercado, logo é necessária uma quantidade de itens caso tenha problemas na entrega ou aumento do consumo.

Existem três situações a serem consideradas para os modelos de estoques de segurança, consumo variável e tempo de atendimento constante, consumo constante e tempo de atendimento variável e consumo e tempo de atendimento variáveis (MARTINS; ALT, 2006).

Primeiramente será discutido a situação em que o consumo varia e o tempo de atendimento é constante. O gráfico para o consumo ( $D$ ) durante o período de atendimento ( $TA$ ) se aproxima de uma distribuição normal, de Poisson ou de uma exponencial negativa, neste caso será considerado uma normal com média  $D$  e desvio padrão  $S_d$ .

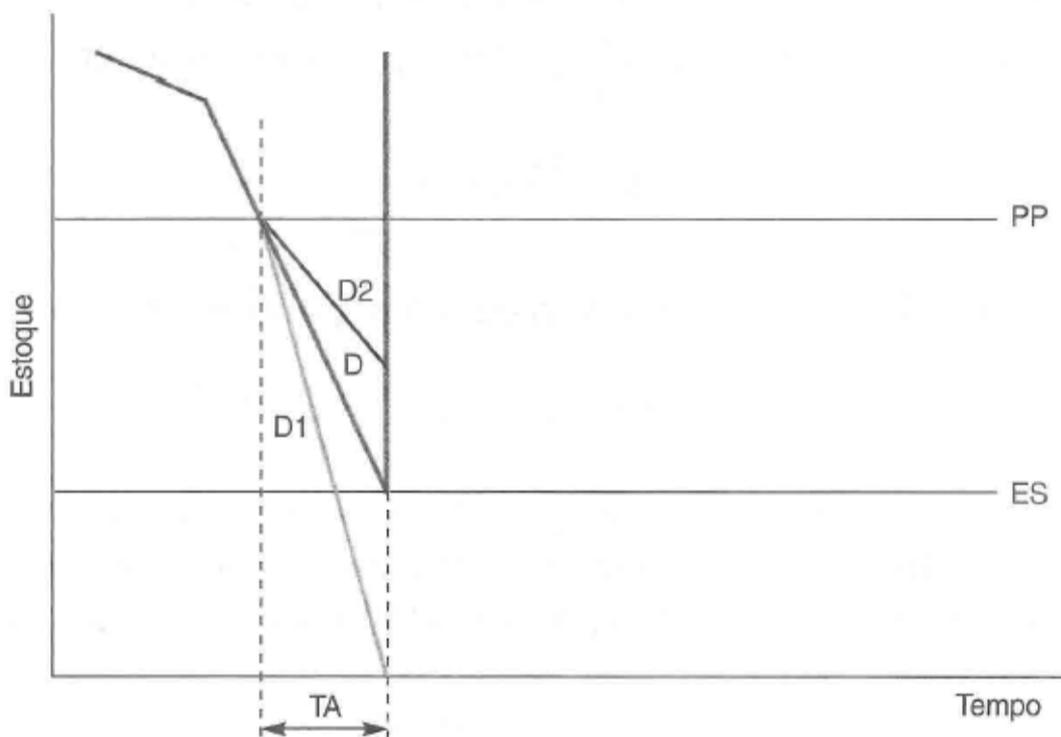


Figura 3 – Estoque de segurança com  $D$  variável e  $TA$  constante. (MARTINS; ALT, 2006)

Na Figura 3 é possível observar que a partir do ponto de pedido (PP) um novo pedido de compra é emitido e um  $TA$  de dias constante em que será entregue. Logo é possível perceber que para determinar o estoque de segurança está em  $D_1$ , pois os estoques estão mais baixos, assumindo o risco de não atender a demanda quando for maior que

$D_1$ , considerando  $\alpha$  a probabilidade que seja superior, retirando do gráfico e distribuição normal, tem-se (MARTINS; ALT, 2006):

$$Z = \frac{D_1 - D}{S_D} \quad (2.12)$$

Com  $(D_1 - D) = ES$ , que é o estoque de segurança, tem-se:

$$ES = Z_\alpha * S_D \quad (2.13)$$

Como pode ocorrer variação no consumo durante aquele período, a expressão do estoque de segurança ficará:

$$ES = Z_\alpha * S_D * \sqrt{TA} \quad (2.14)$$

Esse índice  $\alpha$  significa o desvio padrão do consumo durante aquele período. Logo nota-se que o  $Z$  é o coeficiente da distribuição normal padrão, ele representa o nível de não atendimento, obtendo um valor de percentual dos casos atendidos dado por  $\alpha$  é possível, através de uma tabela de distribuição normal obter os valores para  $Z$ . No caso de variação apenas no tempo e o outro caso em que os dois variam, não é o objetivo detalhar as deduções matemáticas, dessa forma será considerado uma variação discreta, com as probabilidades associadas, tudo em uma tabela. Hipóteses como demanda invariável, entrega instantânea, prazo de atendimento fixo e outras, não existem na realidade de uma indústria. (MARTINS; ALT, 2006).

Para calcular os estoques de segurança não é uma fórmula simples, pois existem vários fatores a serem considerados para prever esse estoque, métodos estatísticos são utilizados neste campo. Para os casos citados acima a distribuição normal é a utilizada para situações mais comuns, porém a utilização dela ainda não é ideal, pois não é possível dar certeza de todos os atendimentos, caso contrário, necessitaria de estoques infinitos.

## 2.2 Planejamento e controle da produção (PCP)

O PCP tem como objetivo direcionar o processo produtivo da empresa e coordená-lo com os objetivos do cliente. Dessa forma, ele é o elemento principal de coordenação das atividades afins, permite controlar todas as etapas da produção, visualizar possíveis erros de prazo e tomar decisões corretivas. Esse planejamento engloba todo o processo, roteiro de manufatura, lista de materiais e etc. Para elaborar uma programação de produção é necessário levar em conta fatores externos como demanda do mercado, datas de entrega, tempo que leva um pedido e estoque em poder de intermediários. Existem também fatores internos como estoque de produtos acabados, equipamento e processo disponíveis, lotes

econômicos de produção, regime de trabalho. Para um bom sistema é necessário padrões, programação, ordens e controle (POZO, 2004).

### 2.2.1 Material Requirements Planning (MRP)

O MRP, atualmente, é o planejamento e o controle de recursos de uma empresa com o apoio de sistemas da informação computadorizados. Sua forma original data dos anos 60, com a ideia de calcular quantos materiais de determinado tipo são necessários e em que momento, os cálculos nessa época eram feitos manualmente, porém com o advento da tecnologia foi possível a realização dos cálculos mais detalhados e complexos com a utilização dos computadores. Uma analogia interessante ao MRP seria uma pessoa que esteja organizando um jantar, ela teria que planejar tudo com antecedência, teria que checar quais recursos ela já tem que podem ser utilizados até o dia do evento e quais recursos ele necessita comprar. Ele teria que fazer cálculos dessas quantidades, tendo uma ideia do que cada convidado gostaria. Com isso é possível realizar um cálculo prévio de quanto seria gasto no total, a partir disso ele poderia saber se possui toda a quantidade ou se precisaria de algum empréstimo ou algo parecido (SLACK et al., 2006).

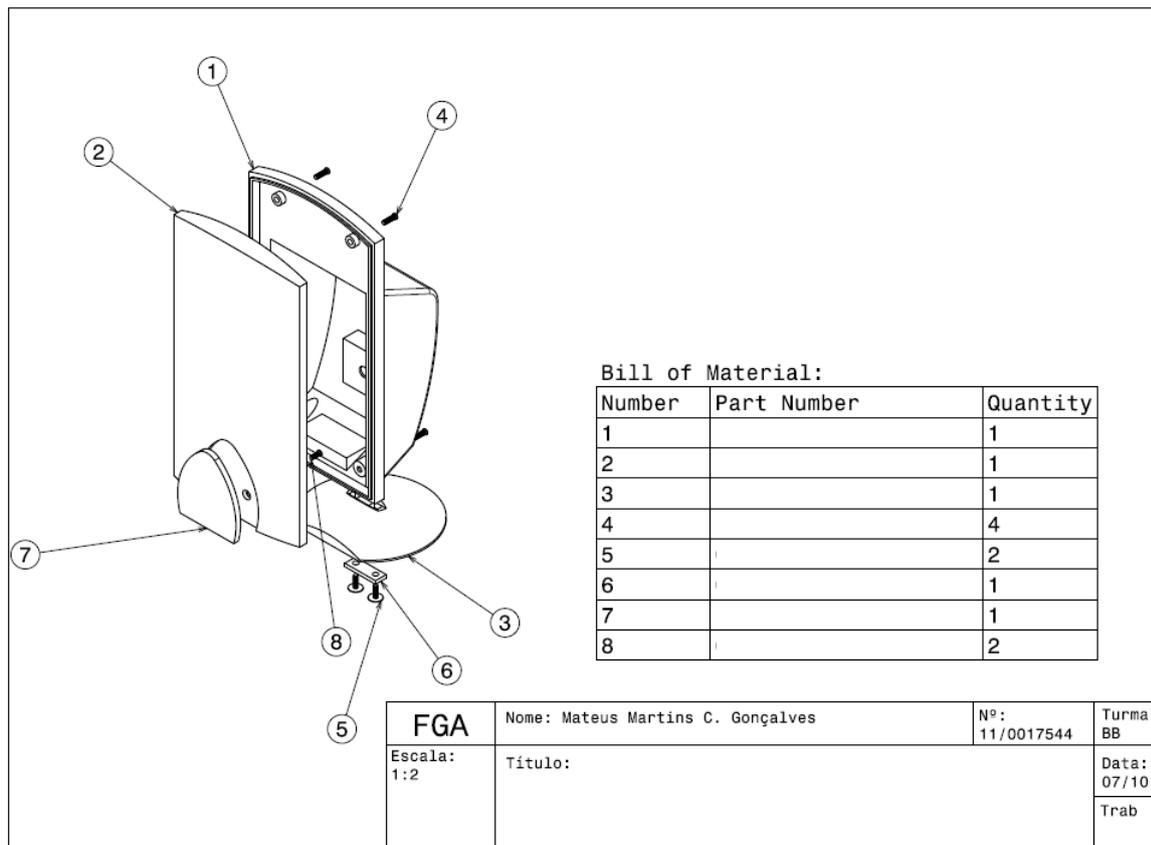


Figura 4 – Exemplo de BOM.

Fonte: Autor

Na Figura 5, como feito na analogia, ilustra-se um esquema de um MRP, tem a

projeção da demanda, levando em conta um mercado que está variando a todo momento, demanda sazonal e entre outros. Possui o plano de produção, que é inerente à empresa, por exemplo, o maquinário necessário. Software MRP, que pode ser de qualquer natureza e recebe a lista de materiais ou BOM (*Bill of Materials*). A lista de necessidades de materiais para posteriormente consultar o estoque, nessa parte do processo é observado se há disponibilidade, dependendo da resposta libera a fabricação. Posteriormente é averiguado se o item é fabricado ou comprado, autorizando a compra do item com o fornecedor por parte do departamento ou feito de forma automática, em alguns casos.

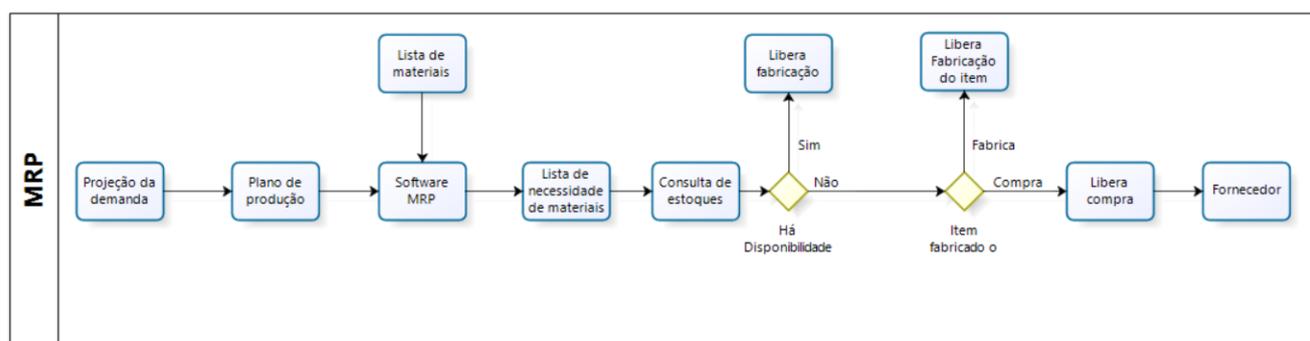


Figura 5 – Esquema do MRP. (GONÇALVES, 2007, Adaptado)

O MRP diferente de alguns outros métodos, ele lida com demandas dependentes, mais eficaz se forem "mais irregulares", como ele é baseado na lista de materiais, favorece cenários em que o produto possui muitos componentes. O MRP também se destaca em ambientes personalizados ou de fabricação por encomenda, diferentemente do Tambor-pulmão-corda que se adaptam melhor a uma operação de montagem sob encomenda ou fabricar para estocar, onde os volumes são mais altos e produtos mais padronizados. Também existem os sistemas enxutos, que serão melhores discutidos na seção adiante, porém trabalham bem com volumes altos e fluxo de linha (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009). Logicamente todos esses sistemas podem ser combinados, basta apenas observar onde cada vantagem de cada sistema pode ser aplicada em diferentes contextos de uma fábrica.

Falando um pouco da demanda, é importante saber que existem a clientela específica e como qualquer indústria existem as previsões, como por exemplo, a empresa vai saber quais cores de veículos provavelmente terá uma maior adesão no mercado e quais componentes tem uma boa demanda e necessitam uma maior produção, logicamente não da para apenas olhar o histórico, mesmo um demanda sazonal, porém é ainda viável a realização dessa previsões, caso contrário não necessitaria de uma gestão efetiva dos estoques para uma bom desempenho.

### 2.2.1.1 Elementos do MRP

Como foi apresentado no esquema da Figura 5, existe o plano de produção que pode ser denominado o plano mestre de produção ou MPS (*Master Production Schedule*), existe a lista de materiais e na parte de estoques, existe o arquivo de registro de estoque. Primeiramente será discutido acerca da lista de materiais, conceitualmente, além do que o próprio nome sugere, ele possui a quantidade de material necessário para produzir a unidade de um produto. Esse produto pode ser explodido e obter cada componente enumerado em seu grau de importância e dessa forma montar uma árvore do produto. Muitos softwares de desenho já fornecem esse recurso justamente para uma melhor integração com o sistema, a Figura 4 exemplifica através de um componente simples explodido.

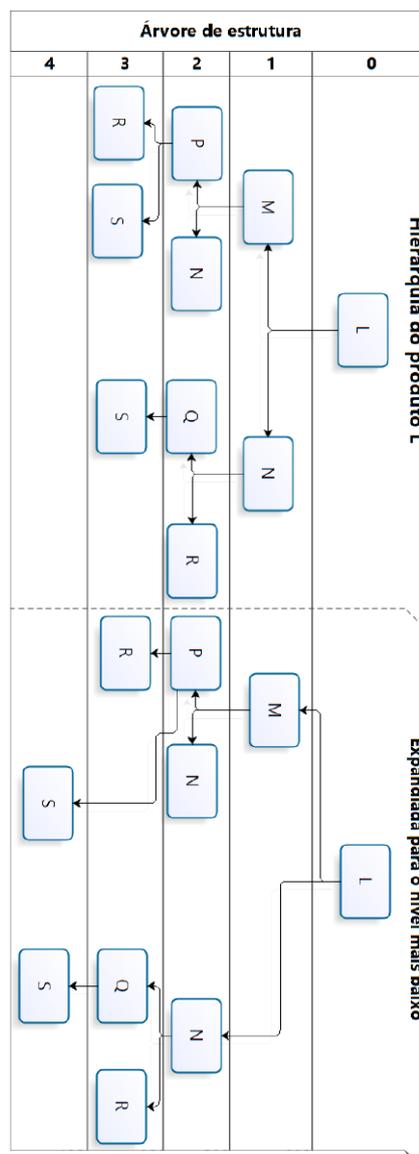


Figura 6 – Exemplo de uma árvore de estrutura. (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001, Adaptado)

Para o arquivo de registro de estoque para um sistema computadorizado ele pode

ser bem longo, portanto ele é tratado como um arquivo separado e a amplitude de cada item é infinita, determinando um alto grau de complexidade. O programa MRP acessa o segmento *status* do arquivo de acordo com períodos de tempo específicos, que são acessados no momento necessário durante o programa computacional. Partindo de uma abordagem computacional o programa MRP executa sua análise a partir do topo da estrutura até a base, apontando a necessidades de nível em nível, como mostrado na Figura 6. Esses níveis, para facilitar, sofrem uma codificação de nível baixo, como observado no item N, por exemplo. Ele também permite a criação de um arquivo *pegging* de forma separada ou não do arquivo de registro de estoques para ocasiões em que existe a necessidade de identificar o item pai que causou a necessidade de material (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001). A Tabela 1 exemplifica a estrutura de um relatório de estoque sendo OF, ordem de fabricação, OC, ordem de compra, M1, primeiro mês, S1 ou S2, semana um ou dois e unidades (un.).

Tabela 1 – Exemplo de uma tabela da situação atual do estoque.

Código do item	Estoque atual	Estoque de segurança	Pedidos pendentes	Tempo de reposição	Lote mínimo	Lote múltiplo
P-28	7.000 un.	2.500 un.	OF: 10.000 un. M1, S1	1 semana	5.000 un.	1.000 un.
C-93	90 kg	30 kg	OC: 100 kg M1, S2	1 semana	100 kg	100 kg

(MILAN; PRETTO, 2006, Adaptado)

Para o MPS todas as demandas devem ser consideradas, geralmente as pequenas demandas de última hora que geram transtornos em todo o sistema de planejamento. Por exemplo, quando três tipos de um carro devem ser produzidos para uma exposição em algum evento, teoricamente, não deveria existir em estoque algo para atender essa demanda, caso contrário, existe um problema, já que configuraria um estoque em excesso. Existe também algumas situações em que o produto pode ser emprestado e muitas outras possíveis, logo o MPS deve levar todas as possibilidades em consideração (SLACK et al., 2006).

Seguindo um exemplo simples para um MPS, segundo a Tabela 2 é possível observar o registro com escala de tempo, logo obtém-se informações quanto à demanda atual e ao estoque atual, com isso é possível projetar o estoque e quando não há esse estoque disponível, quantidades de pedidos são inseridos no MPS (SLACK et al., 2006). O MPS funciona como um programa experimental, ele não é único, ou seja, com a execução do MRP o programa mestre de produção é explodido em necessidades de materiais, como será demonstrado adiante. Caso essas necessidades não sejam atendidas seja por conta da falta de estoque, ou pelos materiais pedidos ou caso não haja tempo suficiente para novos pedidos, logo o MPS precisará ser modificado. No caso da Tabela 2, é possível perceber,

de forma simplificada, a relação dos elementos do MRP, como a previsão da demanda e o registro dos estoques para compor o MPS.

Tabela 2 – Esquema simplificado de MPS.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Demanda	10	10	10	10	15	15	15	20	20
Disponível	20	10	0	0	0	0	0	0	0
MPS	0	0	10	10	15	15	15	20	20
Em mãos	30								

(SLACK et al., 2006, Adaptado)

### 2.2.1.2 MRP no computador

O programa MRP trabalha no arquivo de estoques, no MPS e no BOM. Ele funciona no seguinte sentido, primeiro o MPS determina o número de itens finais necessários para cada período de tempo, períodos de tempos chamados *buckets* na terminologia do MRP. O BOM fornece todas as informações do que é necessário para produzir cada item auxiliando na composição das necessidades brutas. Essas necessidades são modificadas consultando o arquivo de estoque, transformando em necessidades líquidas para cada intervalo de tempo da seguinte forma:

$$\text{Necessidades líquidas} = \text{Necessidades Brutas} - [\text{Estoque disponível} - \text{Estoque de segurança} - \text{Estoque alocado para outros usos}]$$

Se o valor das necessidades líquidas for maior que zero, pedidos do material devem ser feitos, pedidos estes que devem ser antecipados levando em consideração os *lead times* da produção e dos fornecedores (GAITHER; FRAZIER, 2001).

Por conta da variedade de informação que envolve o acesso do MRP aos arquivos, os relatórios gerados podem tratar de uma quantidade quase infinita de formatos ou conteúdos. Esses relatórios são classificados em primários e secundários. Nos relatórios primários é, basicamente, composto pela programação dos pedidos e mudanças nos pedidos programados, ou seja, as ordens são planejadas em cada período de tempo e são usados pelo pessoal do departamento de compra, para realizar os pedidos aos fornecedores, e pelo pessoal de produção para pedir peças, submontagens ou montagens de estágios anteriores ao processo produtivo, caso as fabricas realizem esse procedimento na própria fábrica. Em relação as mudanças na programação, algumas datas de entrega podem ser alteradas devido a reprogramação, pode ocorrer também cancelamentos ou suspensões de ordens abertas no MPS e ao termino, atualizar o *status* do estoque (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

Os relatórios secundários são tidos como adicionais, no caso do MRP II esses relatórios já estão disponíveis. Nessa parte existem o relatório de excesso, que aponta

as discrepâncias sérias como o erros, ordens vencidas ou atrasadas, peças não existentes e situações extraordinárias (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001). Os relatórios de planejamento são utilizados para atividades futuras para planejar o estoque. Algumas informações são a previsão do estoque, identificar fontes de demanda e o planejamento das necessidades de materiais a longo prazo, por exemplo (GAITHER; FRAZIER, 2001)

### 2.2.1.3 Utilização, problemas e críticas ao MRP

Existe certos problemas para instalar o MRP, que, parcialmente, se situam em fatores organizacionais e comportamentais. Segundo a própria literatura os problemas identificados são falta de comprometimento da alta gerência, habilidade em integrar corretamente o MRP com outros sistemas e a falha em reconhecer que o MRP é apenas um software e precisa ser utilizado corretamente. Essa culpa da falta de comprometimento da gerência se da, em maior parte, pelo fato do MRP parecer mais um sistema de manufatura do que um planejamento de negócio. Portanto o MRP tem que ser apresentado como uma ferramenta de planejamento que interfere diretamente nos custos (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

Outro causa de problemas é grande parte das pessoas que apoiam o uso do MRP encaram o como um sistema completo e independente, não como parte de um sistema global, gerando esse embate no momento de integrar o MRP com sistemas como o *just in time* (JIT). Os dois podem funcionar juntos, porém existem algumas regras para que ele possam ser integrados. Portanto é importante incluir o MRP como parte do sistema global, que envolve o marketing, pessoal e produção, áreas funcionais de engenharia, assim como conceitos de qualidade, CAD/CAM e robótica (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

Na literatura, segundo os próprios autores que foram em diversos encontros profissionais e industriais, o MRP como é um sistema muito formal que necessita de uma estrita obediência a suas regras, muitas pessoas ficam subservientes, pois qualquer decisão, mesmo que simples, não pode ser tomada fora do sistema. Muitas vezes, supervisores e trabalhadores desenvolvem um sistema informal para resolver uma tarefa, com a justificativa do formal ser muito rígido. Porém dados incorretos são reportados e o sistema vai se deteriorando (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

Existem pontos fracos e fortes do MRP, alguns pontos fortes são a facilidade de lidar com produtos que possuem uma estrutura complexa, possibilita um bom controle das operações de manufatura, facilita no cumprimento de prazos de entrega e apresenta a habilidade em identificar falta ou excesso de estoques futuros. Por outro lado, ele leva em conta *leadtimes* fixos, e isso não costuma ocorrer, o alto investimento em *software* e treinamento, além da instabilidade do sistema, que pode ocorrer devido as constantes reprogramações (FERNANDES; FILHO, 2010).

#### 2.2.1.4 MRP para MRP II

A transição de MRP para MRP II, como é chamado, ou *Manufacturing Resources Planning* se diferencia, basicamente, na inclusão do cálculo da capacidade de produção, ou seja, leva em conta a capacidade da indústria em questão e quais alterações podem ser feitas para solucionar algum problema, como por exemplo, horas extras, subcontratações, alterar datas de liberação de ordens, com a finalidade de alterar o plano original do MRP atendendo a eventuais restrições de capacidade. Apesar do nome o MRP não exclui o MRP II e não é algo fácil de implantar caso já tenha o MRP implantado, pois consideram o MRP II tão abrangente e complexo quanto o MRP (FERNANDES; FILHO, 2010).

### 2.3 MRP II

Um aspecto importante para garantir um bom desempenho do MRP II é a existência de uma base de dados única, sem redundâncias e acurada de forma a interagir toda a empresa por meio da informação. Para obter as informações necessárias para o processo de planejamento é importante que diferentes setores cedam seus controles e bases de dados departamentais, para manter uma única base na qual cada informação estará igualmente disponível para toda a empresa (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013).

Os principais módulos do MRP II são compostos pelo planejamento de vendas e operações, cálculo da capacidade ou *Capacity Requirements Planning* (CRP), *Rough Cut Capacity Planning* (RCCP) ou planejamento grosseiro de capacidade, gestão da demanda, *Shop Floor Control* (SFC) ou controle do chão de fábrica e compras.

Esse conjunto de módulos apresentados podem ser representados na forma de uma estrutura de planejamento hierárquico, em que as decisões tomadas nos níveis superiores condicionam as decisões de níveis inferiores (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013). Na Figura 7 ilustra como funciona essa hierarquia com o planejamento de vendas e operações com base nas estratégias, gerando os planos agregados e orçamento. A gestão da demanda por sua vez fornece as informações necessárias para o planejamento de vendas e operações e para o MPS, que funciona de acordo com a política de estoques, o RCCP, que calcula a capacidade com base na lista de recursos, tempos. Fechando o "comando", o "motor" recebe essas informações para o cálculo do MRP e da capacidade de curto prazo, ou seja, centros produtivos, roteiros, tempos. Determinando um plano detalhado de materiais e capacidade, existem as "rodas", composto pelo bloco de compras, responsável pelo programa de fornecedores, e pelo SFC, responsável pelo programa detalhado do chão de fábrica. Esses blocos cuidam da execução detalhada daquilo que foi determinado e do controle do que foi planejado.

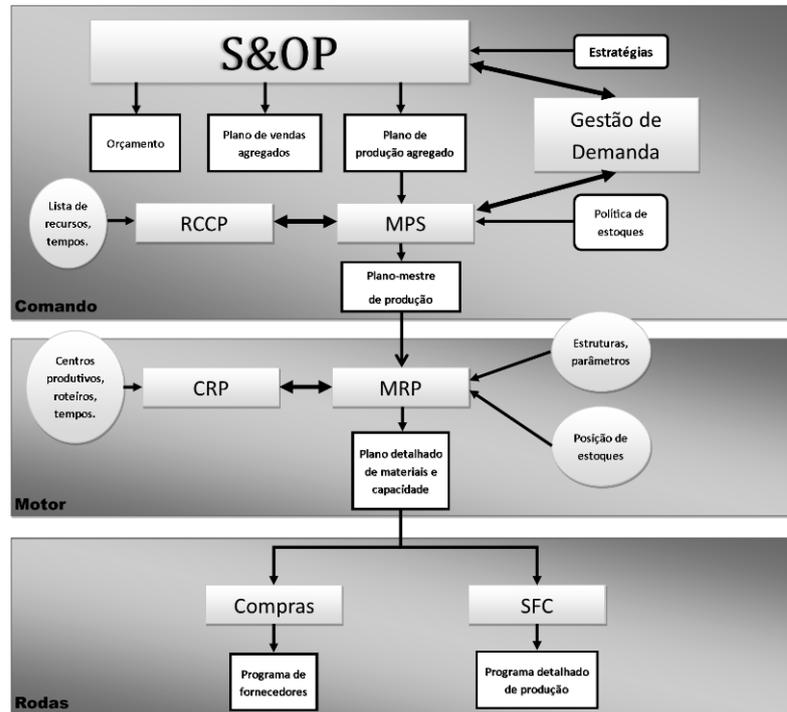


Figura 7 – Sistema MRP II. (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013, Adaptado)

### 2.3.1 Planejamento de vendas e operações ou S&OP

Para (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013) o processo de S&OP é bastante e importante e talvez o mais negligenciado, pois não recebe apoio adequado dos pacotes de *software* MRPII disponíveis. Outro fator importante refere-se ao pessoal incluso nos processos de decisões, neste cenário, é importante envolver diversos setores da empresa, como alta direção e superintendências, que muitas vezes não estão sensibilizados com o sistema MRPII.

Para (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009) é o processo de planejamento futuro, que faz com que o suprimento esteja em equilíbrio com a demanda. Primeiro, ele requer entradas administrativas de todas as atividades da empresa, marketing, por exemplo, será responsável por mapear os clientes e fornecer informações sobre a demanda. A contabilidade, em conjunto, irá fornecer dados sobre custos e situação financeira da empresa. O financeiro irá em conjunto com os responsáveis pela produção, traçar planos com relação ao nível de estoque e capacidade de produção, que junto ao departamento de recursos humanos, irá adequar o quadro de pessoal, ou seja, determinar horas extras, novas contratações ou demissões. Todo esse processo gera custos e receita com os quais o departamento financeiro deve lidar ao administrar o fluxo de caixa.

Portanto, todas essas decisões estão relacionadas, quanto e quando produzir no futuro, ou seja, fornece um longo horizonte, fazendo com que essas decisões seja relacionadas a família ou grupo de produtos e não a produtos finais, diferente do MPS. Dessa

forma os períodos considerados no planejamento são, normalmente, agregados (meses ou bimestres, por exemplo). Porém a equação básica do S&OP é a mesma do MPS, ou seja: [estoque final = estoque inicial + produção - vendas previstas] (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013).

Segundo (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009) o S&OP é útil porque concentra-se em um curso geral de ação, coerente com as metas e objetivos estratégicos da empresa, sem limitar-se a detalhes. O autor ainda afirma que, normalmente, são considerados seis objetivos durante a elaboração do plano, que são:

- Minimizar custos/maximizar lucros
- Maximizar o nível de serviço
- Minimizar o investimento em estoque
- Minimizar alterações nas taxas de produção
- Minimizar alterações nos níveis de força de trabalho
- Maximizar a utilização da planta e do equipamento

Atualmente ocorreram muitas mudanças, porém, a ferramenta utilizada para o S&OP não precisa ser sofisticada, muitas vezes são utilizadas planilhas eletrônicas sob medida desenvolvidas de acordo com a necessidade da empresa. O mais importante é que as planilhas estejam visíveis e disponíveis para toda a empresa, de forma simples e fácil, para no momento da tomada de decisões as reuniões de S&OP não sejam gastas procurando as informações necessárias. O autor sugere três perguntas importantes para o processo, como "qual foi o desempenho passado?", "qual a situação atual?", "quais são os atuais planos para o futuro?". Na Figura 8 está ilustrado um exemplo simples com base nessas perguntas, pois a planilha está dividida em três partes: um plano de vendas, um plano de produção e uma projeção de estoques de produtos acabados. Na planilha existem dois planos, o atual, referente ao que foi decidido no ciclo de S&OP o período anterior, e o novo plano, referente ao possível plano discutido no período atual. O período de planejamento ideal é de 12 meses, também conhecido como *time bucket*, sem contar a parte histórica que engloba os últimos três meses. Na linha do plano atual, são mostrados os últimos valores planejados, enquanto na linha do novo plano mostra valores reais obtidos nos últimos meses, a planilha ainda mostra os desvios ou diferenças entre o que foi planejado e o que realmente foi obtido (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013).

Através da bibliografia é possível notar a importância da integração dos setores e o plano estar alinhado com a estratégia, pois no gráfico da figura acima, apesar de se tratar de dados fictícios, é importante observar, que mesmo o resultados sendo positivos

ou não, ainda significa que o desempenho foi diferente do esperado. Portanto é importante que nas reuniões seja analisado o porque dessas diferenças e que tais discrepâncias sejam eliminadas.

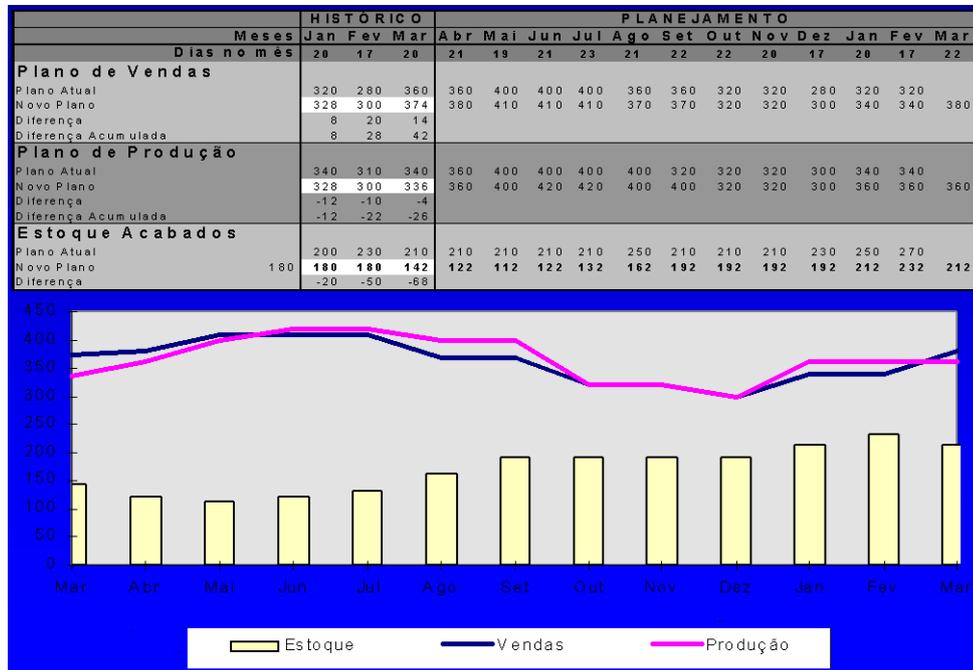


Figura 8 – Exemplo de planilha S&OP para produção para estoque . (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2013)

## 2.4 Just-in-time

O JIT introduzido nos anos 50 e continua a ser aprimorado até hoje, é, basicamente, produzir o necessário em tempo e quantidades necessárias. Esse sistema vem como reação aos fabricantes convencionais que "empurram" o produto, ou seja, produz independente da demanda real, tornando comum grades lotes e, logicamente, altos estoques. Dessa forma o JIT pertence a um sistema puxado, que, por definição, não produz bens ou serviços por parte do fluxo mais acima, sem que o fluxo mais abaixo, o cliente, tenha feito o pedido. Nos sistemas mais comuns, simplifiadamente, o cliente retira o produto e os fabricantes preenchem a lacuna criada (CORRÊA; GIANESI, 1993).

## 2.5 Produção de cerveja

A produção mundial de cerveja em geral tem decaído, após um aumento do consumo em países subdesenvolvidos, porém devido a desaceleração da economia mundial e a diminuição no consumo em países desenvolvidos a produção mundial atingiu o valor de 1,97 bilhões de hectolitros e até 2016 perdeu 20 milhões de hectolitros. Diferentemente, ao

longo de 30 anos houve um grande crescimento na produção de cerveja no Brasil, alcançando a marca de 140 milhões de hectolitros colocando o Brasil em terceiro lugar, atrás apenas de China e Estados Unidos (MARCUSO; MULLER, 2017).

Existe uma grande concentração das fábricas cervejeiras em regiões do sudeste, sul e nordeste, porém o centro oeste vem crescendo rapidamente no mercado. Com o aumento das microcervejarias, que apesar de representar uma pequena fatia em relação a quantidade consumida no país, o crescimento desse setor ocorreu de forma rápida inovando na utilização de matérias primas. Existe um grande movimento de cervejarias associadas ou ciganas, que não possuem instalações próprias e utilizam espaço de plantas pequenas ou médias para fabricar seus rótulo, que tem seus registro junto ao MAPA e fiscalização da produção feitas pelo proprietário da planta industrial. Outro efeito desse aumento também é a expansão de cursos e pesquisas em universidades voltados para o mercado cervejeiro nas diversas áreas como gestão, análise e avaliação sensorial (LIMA et al., 2017).

Todo o processo para obter a cerveja começa moendo o malte, que dependendo de suas características terá rendimentos diferentes. Apesar da etapa de moagem parecer algo simples, é importante que seja bem moído, pois isso influenciará na solubilização dos componentes alterando a eficiência e problemas no processo de filtragem, por isso é importante saber a quantidade de rotações necessárias, velocidade, por exemplo. A entrada desses produtos pode ser apenas o malte ou malte com possíveis adjuntos utilizados na fabricação de cerveja, como alguns tipos de cereais. O próximo passo é a brassagem, que desempenha uma tarefa muito importante na produção de cerveja podendo alterar a qualidade e eficiência da sua produção, logo vários fatores como o equipamento, qualidade do malte devem ser levados em conta. A brassagem consiste no tanque com água com adição dos componentes, como mostrado na Figura 9, alguns deles não são necessários, mas algumas indústrias empregam com a intenção de alterar cor ou melhorar a eficiência mesmo alterando o sabor ou a qualidade. Adicionados os componentes essa mistura é aquecida para ocorrer reações enzimáticas, físicas e químicas do processo (ESSLINGER, 2009).

Passado para próxima etapa, tem-se a filtragem ou clarificação, que consiste na separação do bagaço. Comumente são utilizados tanques com uma capacidade total de 8 hectolitros para cada 100 kg. Eles tem um fundo falso perfurado gerando uma superfície aberta de 6 a 30% e um dispositivo de pulverização que fornece água, a ventilação do mosto deve ser evitada nesse momento. O mosto deve ser o mais homogêneo possível durante o bombeamento para que nenhuma partícula desintegre no processo de fervura. Existem algumas formas diferentes de filtragem onde o bagaço é esmagado para obter uma melhor eficiência empregado por outras cervejarias (ESSLINGER, 2009).

Para a fervura, momento em que adiciona o lúpulo, diferentes reações químicas ocorrem, tais como isomerização de lúpulo, desenvolvimento do aroma, de cor. Além

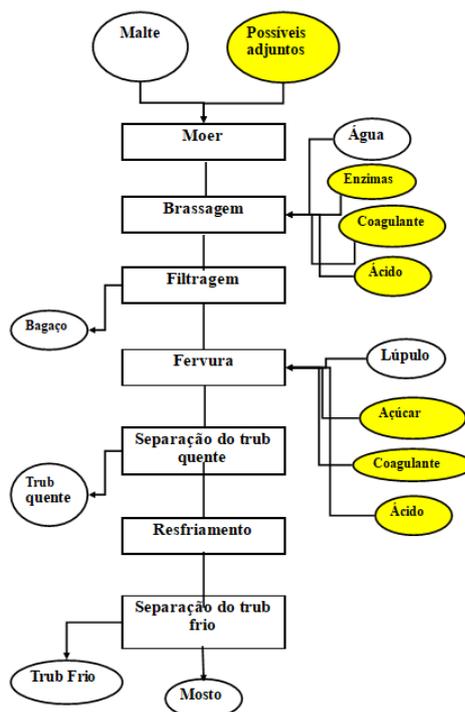


Figura 9 – Fluxograma da preparação do mosto. Os aditivos em amarelo não são necessários. (ESSLINGER, 2009, Adaptado)

disso, durante a fervura do mosto as proteínas quebradas precisam ser eliminadas. Se a coagulação da proteína é muito forte, algumas partículas também são precipitadas que pioram a estabilidade da espuma, particularmente importante para cervejarias que não utilizam aditivos auxiliares de espuma. Coeficientes insuficientes de coagulação de proteínas para cervejas instáveis necessitam de coagulantes. Em geral, para o cliente, a cerveja turva é um motivo de preocupação. As substâncias causadoras de turvação podem, no entanto, ser parcialmente removidas por absorção antes ou durante a filtração da cerveja, utilizando aditivos de filtração (ESSLINGER, 2009). Feito o processo de fervura o mosto fica em repouso para ocasionar a sedimentação do *trub*, que são proteínas e resinas do lúpulo que se aglutinam (FERNANDES et al., 2017).

O processo de fermentação na indústria cervejeira, como ilustrado na Figura 10 consiste na levedura transferir açúcares para etanol e CO<sub>2</sub>. Durante essa transformação existe subprodutos que produzem um efeito com relação ao gosto e ao aroma do produto final. As leveduras cervejeiras são principalmente dois tipos, as de alta fermentação, *Saccharomyces cerevisiae*, e a de baixa *Saccharomyces uvarum var. Carlsbergensis* e *Saccharomyces bayanus*. Portanto o processo começa após adicionar cerca de 0.5 a 0.7 litros de levedura por hectolitro de mosto. Feito esta etapa ocorre o processo de ventilação onde é utilizado ar estéril na intenção de suprir uma quantidade suficiente de oxigênio para as células. Esse processo pode ser feito utilizando tubos de venturi, bicos especiais ou misturadores estáticos. Não existe um limite, mas uma quantidade ideal é de 8 a 10 mg

de O<sub>2</sub> por litro de mosto *handbook*.

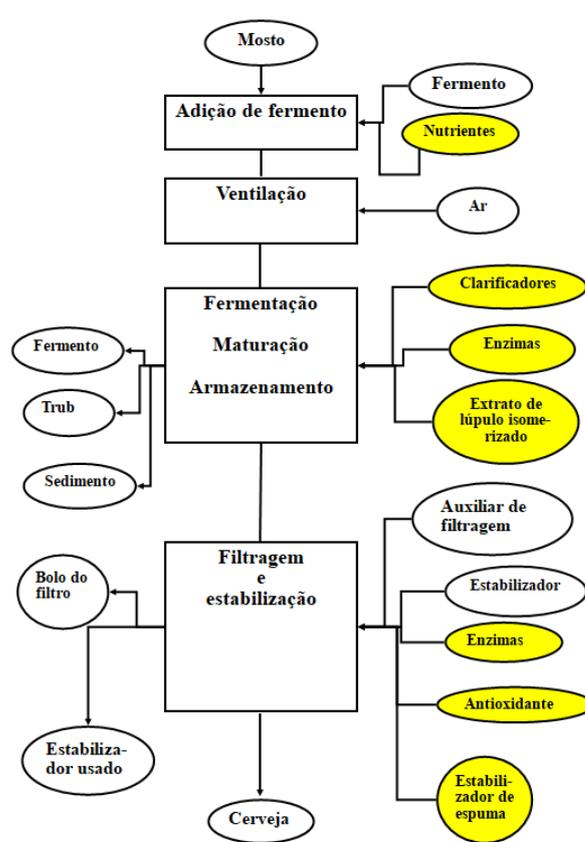


Figura 10 – Fluxograma da fermentação. Os aditivos em amarelo não são necessários. (ESSLINGER, 2009, Adaptado)

A cerveja deve atingir o nível de CO<sub>2</sub> desejado durante a fase de armazenamento a frio ( até 4,8 g/l para cerveja de pressão, 5,0 g/l em lata e até 0,55 g/l para engarrafada ). Durante o armazenamento, a cerveja deve clarificar permitindo a levedura e outros materiais fiquem separados para um gosto refinado e arredondado. Para atingir esses requisitos, ela deve ser armazenada a uma temperatura entre 0 e -2 graus por 12 semanas. Como, frequentemente, a maturação e a fermentação ocorrem no mesmo tanque, é produzido o *trub* frio além de restos de aditivos que podem ser adicionados nesta etapa. Contudo é necessário realizar o processo de filtragem até que a cerveja seja engarrafada, atualmente é bastante utilizado filtros de membrana (ESSLINGER, 2009).

Tendo em vista que tecnologias de novos meios de produção se encontram saturadas, as inovações devem ser nos processos internos das indústrias. As receitas das cervejas são mantidas em sigilo e estão consolidadas no mercado, logo a busca maior é por melhorias na produtividade e eficiência dos processos, com a intenção de aumentar os lucros é a rentabilidade da indústria (FERNANDES et al., 2017).

## 3 Materiais e métodos

Para o desenvolvimento do projeto foi realizado o estudo bibliográfico do tema, porém com foco no planejamento e nas perdas durante a produção. É apresentada uma pesquisa de campo em uma indústria cervejeira localizada em Brasília e outra produção em uma fazenda em Planaltina. Esta pesquisa é composta por observações e entrevistas com objetivo de coletar informações quanto aos processos a serem mapeados, com a finalidade de relacionar com a tecnologia e métodos de controle da produção e gerenciamento existentes atualmente.

O protocolo seguido foi de observação e entrevistas para entender o problema e o contexto da indústria. Em seguida, com a pesquisa de campo realizada em visitas à fábrica, foi mapeado o processo de compra com o fornecedor até a linha de produção, sem levar em conta informações confidenciais. Posteriormente, foi realizada uma entrevista com a Professora da UnB Grace Ghesti, especialista da área para fornecer informações inerentes aos processos de fabricação de cerveja. Feito isso, um processo de produção realizado em uma fazenda em Planaltina foi acompanhado para obter melhores resultados e com essa visão geral do processo foi possível relacionar com o planejamento da produção, em que envolve as ferramentas de controle, a teoria dos estoques e as perdas nos processos.

Essa pesquisa foi um estudo de caso múltiplo de cunho exploratório e crítico, já que não está focado em um fato apenas, mas em uma visão geral sobre o trabalho, ou seja, foi abordado um problema geral seguido de uma análise crítica dos resultados. Para a entrevista foi utilizado o tipo *focal*. Nesse caso ela é conduzida de forma espontânea e em curto período de tempo, seguindo uma série de perguntas pertinentes ao estudo e previamente selecionadas. (YIN, 2015).

### 3.1 Estudo de caso

Esta seção tem como objetivo iniciar o estudo, nela estarão contidos todos os dados coletados. O estudo será dividido nos principais pontos que englobam a gestão dos materiais, começando pelo mapeamento geral dos macroprocessos que envolvem desde o momento da compra, que vai até o cálculo dos estoques e termina no item indo para a linha de produção e consumidor final. Após ser feito isso será dividido os métodos para cada área, e os problemas também serão listados e alocados em cada setor a ser estudado. Ao final, será descrita a seção para a análise, nesta seção serão discutido todos os motivos, desde a falta de insumo antes do planejado até a produção indesejada por parte do planejamento da produção.

Para ilustrar melhor a teoria, foi feita uma pesquisa de campo quanto as aplicações na prática. A primeira empresa em questão, denominada Empresa A é uma cervejaria que não está a muito tempo no mercado, mas possui uma equipe enxuta e competente. O foco da fábrica é produzir uma cerveja local prezando pela qualidade, objetivo este que delimita bastante o modo de gestão da produção. A fabrica consiste de uma capacidade em torno de 55 mil a 110 mil litros, com uma recente introdução de uma linha de envase. Consiste também de 11 fermentadores, sete de 4 mil litros e quatro de 2 mil , tanque de brassagem e câmara fria, como observado na Figura 11.



Figura 11 – Tanques de brassagem.

Fonte: Autor

Como está observado no mapa dos processos, começando pela relação entre fábrica, fornecedor e financeiro, ocorre a necessidade dos materiais, todos os materiais são classificados por grau de necessidade, sendo eles de nível 1, padrão, nível 2, prioridade, nível 3, urgente. Um questionamento relevante para a gestão é a ocorrência de muitos requerimentos indevidamente colocados como urgentes, diferente da abordagem de uma curva ABC que determina componentes alocados em cada prioridade a ser seguida. Esse grau de prioridade entra no momento que são passadas as necessidades de materiais, com descrição detalhada, quantidade e data para uso. Passado as informações é feita a cotação e posteriormente o diretor libera a compra, em seguida todo o processo logístico com o

fornecedor, que deve ser considerado na produção. Esses insumos em geral vão para o armazém, no caso da Empresa A, eles não trabalham com fornecedor fixo mesmo utilizando um malte base.

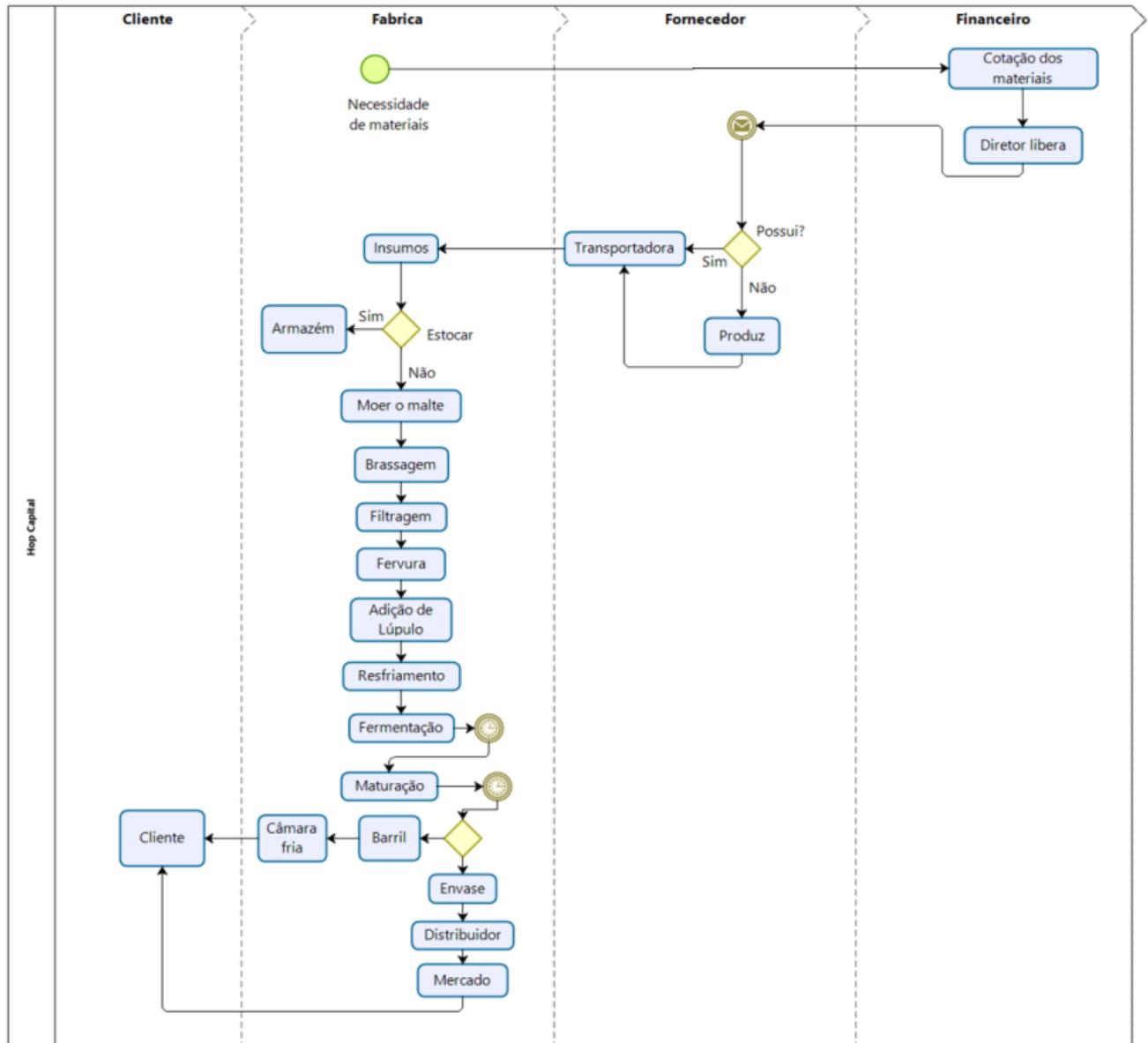


Figura 12 – Mapa dos processos.

Fonte: Autor

Entrando na etapa dos processos produtivos, obtendo o estoque necessário, vem as etapas comuns a maioria das produções de cerveja que consiste em moer o malte, a brassagem, filtragem, fervura, adição de lúpulo, resfriamento, fermentação e maturação. Esses processos possuem tempos de trabalho, rotinas e capacidades diferentes, por exemplo, a etapa de fermentação e maturação possuem um tempo muito maior, que, no caso da cervejaria em questão, possui um tempo de maturação maior ainda. Fato este que interfere no momento de vários cálculos. Feitas estas etapas ocorre o envase, que será feito

em barril ou garrafa e terá dois caminhos, parte vai para a câmara fria e abastecimento do *pub*, outra parte vai para um distribuidor terceirizado encarregado de levar a cerveja para os bares e mercados da região, todos esses processos estão ilustrados na Figura 12. O planejamento da produção possui uma boa estrutura, consiste em tabelas com os tempos de fabricação de cada máquina e processo, controle dos níveis de produto acabado nos tanques e um relatório da situação atual de estoque com ausência de alguns parâmetros, como estoque de segurança. É medido o desperdício de algumas etapa para uma possível medição da eficiência de cada processo.

A fábrica possui um tempo de produção da cerveja de 15 dias e utiliza abordagens do JIT de estoques mínimos e produção baseada na demanda, uma oportunidade observada era de otimização do estoque e redução dos custos. Foi observado a necessidade de reduzir alguns desperdícios em certas etapas de produção, como perda excessiva de malte. Outro ponto observado é quanto a classificação das prioridades de compra, grande parte classificado como urgente, e da inexistência do cálculo de estoques de segurança. Portanto alguns pontos podem ser melhores explorados, apesar de se tratar de uma empresa nova com poucos dados históricos logísticos, foi observado o controle de consumo feito no *pub*, porém uma ausência ou plano de vendas em conjunto com o distribuidor terceirizado. Portanto alguns métodos somados ao método de gestão já existente pode agregar bastante valor.

No segundo local de pesquisa, denominado Empresa B, foi destacado o papel da perda de extrato, essa perda está presente em toda produção de cerveja e pode ser medida em várias etapas da produção, porém o usual é que seja medida a perda na etapa da brassagem, como observado na empresa estudada. As pequenas e médias cervejarias muitas vezes não possuem medidores de vazão, como as grandes, ou tecnologia suficiente para medir as perdas em cada etapa, dessa forma, é usual medir apenas a etapa que mais gera perda. Primeiramente, será destacado como funciona as etapas e onde ocorrem as perdas, como calcula e quais são os métodos, as particularidades dos materiais e práticas empregadas em pequenas e grandes cervejarias, utilizando base científica e conhecimento de especialistas da área. Posteriormente será demonstrado os resultados de um experimento em uma pequena unidade de produção de cerveja, localizada em uma fazenda no Distrito Federal, para explicar na prática como funcionam essas perdas, que são agentes principais no processo de produção, portanto interfere diretamente no uso dos materiais e na eficiência da produção.

Na Figura 13 está ilustrado como funciona cada etapa, durações obtidas e suas perdas, assim como o destino delas. Neste caso foram descritas as etapas observadas na unidade de produção onde foram medidos os valores, porém são etapas comuns a qualquer produção de cerveja, seja em escala menor ou maior. Todo o processo se inicia moendo o malte, que são cereais e possuem diversas variedades, já nesse processo é possível

influenciar na perda, dependendo da eficiência em que ele é moído. Posteriormente passa para a etapa da Brassagem ou Mosturação, que dá início a chamada etapa quente, ou seja, a água é aquecida a temperaturas controladas para solubilizar o máximo de material e então é adicionado o malte moído.

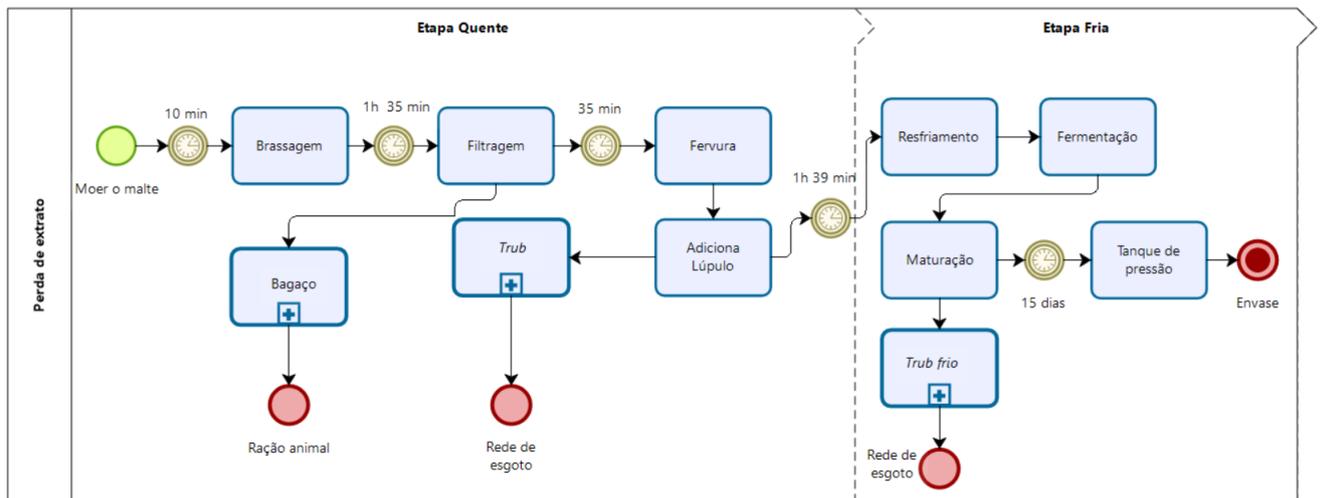


Figura 13 – Processo da perda de extrato.

Fonte: Autor

Neste momento um motor e uma pá acoplada a um eixo realiza um contínuo processo de mistura dos componentes, como observado na Figura 14. Passado um certo tempo, geralmente predeterminado antes de produzir, com base na receita, o conteúdo é transferido para outro tanque ao lado onde começa o processo de filtragem. Nessa etapa ocorre a retirada da parte insolúvel, produzindo o bagaço, que pode ser reaproveitado como ração animal, é onde está concentrada toda a perda desse processo e representa a etapa que gera maior perda da produção.



Figura 14 – Equipamento utilizado para brassagem e filtragem.

Fonte: Autor

Separado o máximo de conteúdo, começa a etapa da Fervura, nesse momento toda a parte solúvel obtida é esquentada por um tempo predeterminado a partir de uma temperatura controlada, nela é adicionado o lúpulo. Com a coagulação das proteínas e partes insolúveis que ainda sobraram formam o *trub*, que é descartado na rede de esgoto, porém em grandes cervejarias esse composto é reutilizado na etapa da brassagem, para obter maior eficiência. Seguindo o processo, ocorre o resfriamento do tanque para permitir a sobrevivência da levedura, logo, começa a etapa da Fermentação, Figura 15, ela pode variar de acordo com o tipo de cerveja desejada, pois existem cervejas de alta e baixa fermentação.

Em grandes cervejarias a levedura é reutilizada para maior economia, mas caso ocorra contaminação é gerada outra perda de extrato. Não é muito usual a utilização desse método em cervejarias menores, inclusive não é reutilizado no local do teste, embora artigos recentes tem mostrado uma certa viabilidade sem prejudicar a qualidade. Na etapa de maturação o fermento é separado por centrifugação, em grandes cervejarias, e colocados em outro processo de fermentação, podendo ser reutilizado até 3 vezes (MUNFORD, 2017).



Figura 15 – Tanque para fermentação.  
Fonte: Autor

O processo de Maturação apesar de aparecer separado, em pequenas cervejarias ele ocorre no mesmo tanque da fermentação, porém em cervejarias maiores ocorrem em tanques diferentes devido a uma maior demanda necessitando que mais deles estejam livres para a fermentação. Outra prática de cervejarias maiores é a filtragem da maturação, que produz particulados chamado *Trub frio* desencadeando outra perda de extrato a ser quantificado. A etapa final consiste no tanque de pressão e o envio da cerveja para a linha, neste momento as maiores perdas são decorrentes do aumento de temperatura ou muito ar na linha, espumando a cerveja, e dos sensores utilizados para envasar, que ao não estarem calibrados também geram perdas. No caso do teste feito, o processo de envase era executado de forma manual sem auxílio de sensores ou algum processo automatizado.

Ocorrem outros tipos de perdas que são contabilizadas, porém não são intrínsecas do processo de produção como, geralmente, a perda devido ao armazenamento, que ocorre por conta de acidentes, como paletes que caem ou sacos que rasgam, por exemplo. Existe também uma possibilidade de perda da cerveja como um todo por contaminação, nesse caso toda a produção é descartada. Outra possível perda é a cerveja do fundo do tanque, que esta mais turva, que, geralmente, não é comercializado.



## 4 Resultados e Discussões

### 4.1 Empresa A

Com base no referencial teórico foi analisado o processo de gestão dos materiais. Através da coleta de informações dentro da empresa foi possível obter resultados quanto ao monitoramento do estoque, capacidade de produção dentro da empresa e monitoramento dos níveis de perda. Inicialmente utilizava-se uma ferramenta disponível no mercado de gestão voltada para micro-cervejarias, um software ERP responsável pelo controle da produção e da comunicação com o financeiro da empresa. Porém o software deixou a desejar em alguns pontos, principalmente na comunicação com o financeiro, portanto foi necessário a criação de uma ferramenta. Esse recurso conta com as principais planilhas, criado dentro da empresa e utilizando o visual basic, foi possível obter uma boa ferramenta para o planejamento e controle da produção. Disponível na nuvem para toda a empresa, a comunicação dos processos e das informações tanto da produção quanto do financeiro funcionam de forma mais dinâmica.

Um ponto importante para o bom funcionamento da gestão dos materiais consiste numa boa visualização quanto a situação dos estoques, no caso da empresa, existe dentro da ferramenta de gestão uma planilha para a visualização do nível de estoque do produto acabado, presente na Figura 16.

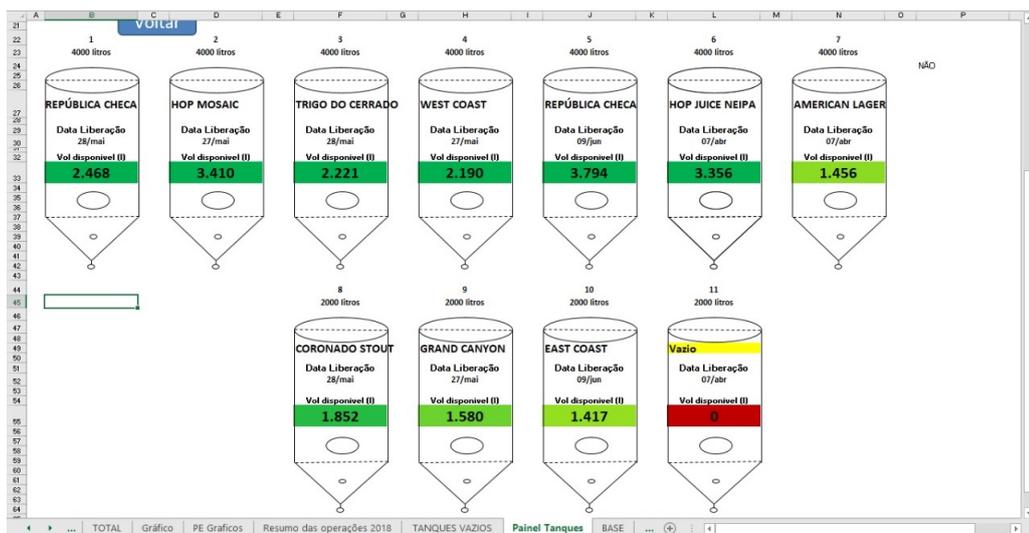


Figura 16 – Situação atual do estoque.

Fonte: Empresa A

Os valores desses níveis possuem uma margem importante para expedições de novas ordens de produção. Porém não foi observado a existência de um cálculo dos estoques

de segurança e de uma tabela referente à situação dos insumos, importantes para compor o estoque de segurança. Fato este que causou problemas na produção, pois a falta de um cálculo para um estoque de segurança gerou problemas na produção em momentos adversos. Os pedidos pendentes e os tempos de reposição estão presentes em tabelas separadas, que por motivos de sigilo não foram cedidas.

Outra importante análise que deve ser feita para um bom controle da produção é conhecer a capacidade de produção da fábrica, no caso da Figura 17 está ilustrado a capacidade do processo de envase das cervejas. A planilha conta com a quantidade programada e a realizada, a capacidade realizada são dadas em garrafas por hora, o total de horas trabalhadas tendo como base um período total de trabalho de nove horas por dia. Nesse caso é possível calcular o takt time para uma melhor eficiência da demanda programada. O total de garrafas rotuladas determina o destino final, podendo fazer uma avaliação das perdas de garrafas e litragem, caso haja, em qual processo. Todos esses dados são importantes para avaliar a eficiência do processo e, como presente na literatura, seria importante para compor o MPS, por exemplo. Toda a função de medir a capacidade da fábrica em seus diferentes processos e fornecer uma vantagem competitiva, podendo analisar momentos em que a eficiência de determinado processo está baixa e descobrir quais fatores estão por trás disso.

Data	Produto	Lote	Vasilhame (L)	Quantidade Programada (Unidades)	Quantidade Realizada (Envase)	Capacidade Realizada (grf/h)	Total de horas trabalhadas	Takt time	Total Rotulagem	Perda (Garrafas)	Perda (Litros)
24/mai	Pilsen Checa	PC02	0,5	500	511	170,33	3	00:00:22	511	0	0
24/mai	East Cost IPA	EC01	0,5	500	516	172	3	00:00:22	516	0	0
24/mai	Hop Mosaic IPA	HM01	0,5	500	499	166,33	3	00:00:22	499	1	0,5
25/mai	Coronado Stout	S01	0,5	500	529	176,33	3	00:00:22	529	0	0
14/jun	West Coast	WC02	0,5	500	517	172,33	3	00:00:22	517	0	0
14/jun	Trigo do Cerrado	TC01	0,5	500	529	176,33	3	00:00:22	529	0	0
14/jun	Canarinho	AL01	0,5	700	668	222,67	3	00:00:15	668	2	1
11/abr	Witbier Hibisco	WH02	0,5	550	525	175	3	00:00:20	525	25	12,5

Figura 17 – Planilha para dimensionar a capacidade do processo de envase.  
Fonte: Empresa A, Adaptado

Para compor esse dimensionamento da capacidade é importante monitorar as perdas, nesse caso é monitorado a perda no processo de brassagem. A empresa por motivos de sigilo preferiu não divulgar esse gráfico, porém ele ilustra a meta mensal de perda, que varia para cada cervejaria, e qual a perda real. Esse dado desempenha um importante papel para avaliar a eficiência do processo, além de atuar diretamente no consumo dos estoques. O processo de investigar uma perda excessiva produz uma vantagem competitiva a partir do momento que é possível identificar os fatores responsáveis por essas perdas quando os valores estão muito fora do pretendido. A meta é determinada de acordo com a máquina e equipamentos disponíveis, além dos insumos e cuidados durante o processo influenciarem. Sua perda aceitável é determinada em reunião, tendo em vista que ela influencia na qualidade da cerveja e aquisições de equipamentos, que podem não ser necessários no momento. Durante a pesquisa existiam poucos resultados das perdas, abrangendo uma

janela de alguns meses. Na seção seguinte será feita uma melhor abordagem sobre perda de extrato.

O processo de compra de materiais e equipamentos consiste na solicitação via email, contendo, obrigatoriamente, a descrição detalhada do produto, quantidade, a data para o uso da mercadoria e o Grau de necessidade de atenção(GNA). Neste caso, o GNA possui três níveis. O primeiro é o GNA padrão, que passa pelo procedimento comum. O segundo é o GNA prioridade, neste caso considera-se urgentes as compras de equipamentos danificados ou quebrados, que impossibilitem o funcionamento da fábrica ou do comércio, portanto necessitam de uma compra imediata. O terceiro, o GNA urgente, são compras de extrema importância, em que por falta de planejamento do gestor responsável é possível que falte produto acabado, e neste caso o departamento interromperá todas as atividades para dar prosseguimento a esta solicitação. O procedimento padrão consiste em uma espera de três dias úteis para solicitar a cotação, em seguida a empresa é cadastrada e haverá o retorno dos orçamentos e sua análise. Feito isso é enviado para o diretor assinar, no prazo de um dia útil, em seguida a compra é aprovada. A partir da aprovação da compra considera-se sete dias úteis para mercadorias fora de Brasília. A Figura 18 ilustra esse processo.

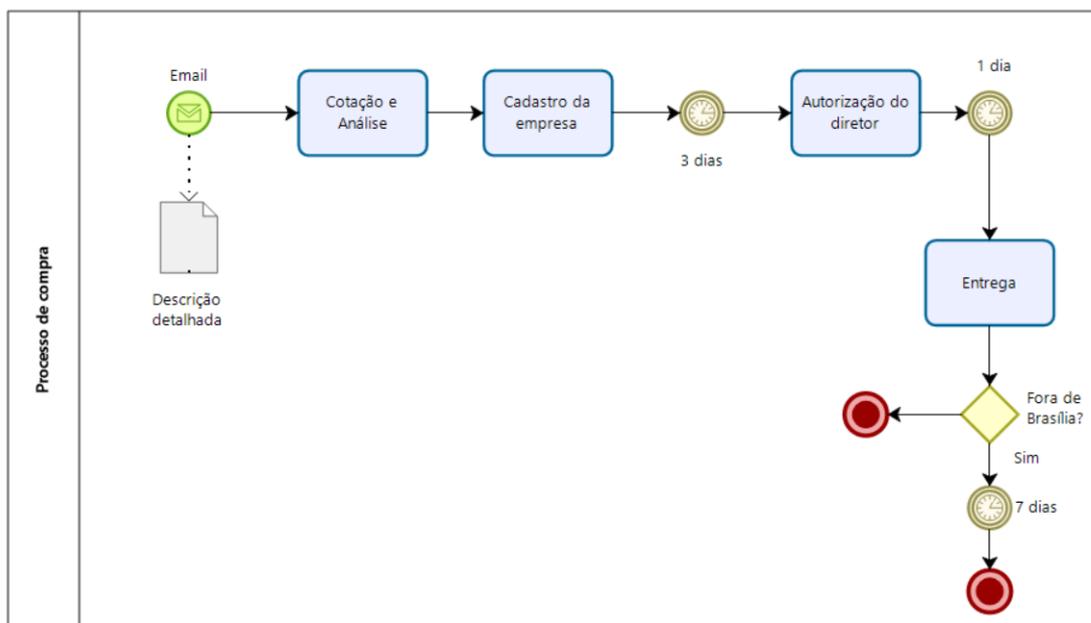


Figura 18 – Processo de compra.  
Fonte: Autor

A ferramenta de gestão utilizada é o Beersales, um software completo para atender as particularidades do mercado cervejeiro. Em termos gerais, ele consiste no controle de equipamentos, no caso de empréstimos ou alugueis, nota fiscal eletrônica, definindo a regras de tributação do produto, também atua na parte financeira, administrando o fluxo de caixa, contas a pagar e receber, emissões de boleto. Outro ponto importante está

voltado para produção, em que você pode planejar as produções, custos de produção e previsões de estoque, também possui um controle de múltiplos estoques, gerenciando operações de entrada, saída e transferências. O software em questão é bastante utilizado no controle de estoque e consiste em um conjunto de tabelas atreladas ao departamento financeiro. No geral, o sistema não foi muito bem adotado pela área de produção devido a alguns déficits em sua utilização, portanto a saída foi a construção de uma ferramenta, como descrito anteriormente, que atendesse as necessidades da fábrica.

Outro ponto observado é a ausência de métodos que meçam o desempenho da empresa através de indicadores, embora existisse um estudo para implantá-los. Durante o período da pesquisa não foi possível obter dados referentes ao processo de controle da produção, devido a mudanças constantes na gestão.

## 4.2 Empresa B

Existem formas menos e mais eficientes de calcular a perda durante o processo de produção, porém é de extrema importância quantificar mesmo que minimamente essa perda. Cervejarias de portes diferentes medem algumas etapas e outras não, porém medir a perda no processo de brassagem é comum a quase todas, pois é o processo que mais sai material. Grandes cervejarias costumam utilizar medidores de vazão em todos os processos para evitar ao máximo o desperdício, diferente das menores que costumam medir o nível nos tanques para ter uma ideia da perda ou pesar o material perdido, como no caso da medição feita para esse trabalho. Basicamente, a ideia é fazer um balanço de massas, observando a diferença entre a quantidade pretendida e a produzida no final. É importante a utilização de refratômetro e densímetro para medir a densidade e obter informações se a perda é referente a matéria prima ou ao processo, tornando a análise da perda mais aprofundada afim de tomar decisões para corrigi-la. No caso de cervejarias menores e até algumas de médio porte toda o processo de monitoramento das perdas é feita de forma manual, portanto é comum que seja monitorado apenas a perda do extrato na brassagem, onde ocorre maior perda. Na produção em que os valores foram obtidos, não houve todos os equipamentos necessários para uma análise profunda das perdas em cada etapa, apenas o mensuração dos valores absolutos descartados em cada etapa pra discutir o impacto na eficiência e a importância de ter esses dados para futuras produções.

No geral, a entrada de materiais para a produção de cerveja consiste em malte moído, água, levedura e o lúpulo, porém em grandes cervejarias existe a entrada, dependendo da cervejaria, de outros tipos de agentes como antioxidante e estabilizadores de espuma, para melhorar outros processo, por exemplo. Os valores para essa pesquisa foram obtidos em uma pequena produção localizada em uma fazenda em Planaltina, portanto existem algumas limitações quanto as tubulações, eficiência dos tanques e o acompa-

mento das perdas. Por se tratar de uma produção sem apelo comercial também não existe um controle eficiente dos estoques, ferramentas para acompanhar os processos ou um planejamento da produção eficiente, fato esse que colabora nas quantidades de perdas e, conseqüentemente, na baixa eficiência.

A produção consistiu em duas rodadas, ou seja, devido a capacidade de armazenamento para a brassagem ser menor que a quantidade possível no fermentador a produção foi executada duas vezes, podendo observar o padrão das perdas, em especial no processo de brassagem e fervura como observado nas Figura 19 e Figura 20. O processo começa moendo o malte e pesando até obter a quantidade de malte proposta pela receita, nesse caso 31,5 kg para cada execução passando para a etapa de brassagem, onde é adicionado 100L de água que foram convertidos em 100 kg utilizando um valor de densidade da água de 1 kg/L para realizar o balanço de massas. Feita a etapa de brassagem é adicionado mais 60 L ou 60kg de água ao tanque para realizar a "lavagem do bagaço" para obter o máximo de extrato, ao final desse processo todo o resíduo é retirado colocado em um tambor e pesado em uma balança comum, gerando a primeira perda no valor de 46,53 kg de resíduo úmido. Na fervura entra uma pequena quantidade de material referente ao lúpulo, ao final desse processo é obtido outra perda quantificada, o  *trub*, no valor de 11,80 kg e medido utilizando os mesmo tambor, onde a mangueira que descartaria para a rede de esgoto é colocada, ao final esse tambor é pesado. A segunda produção repetem as mesmas entradas, porém as perdas na brassagem foram de 46,93 kg e na fervura de 9,71 kg, representando uma alteração pouco significativa, porém e de extrema importância monitorar a variação desses valores.

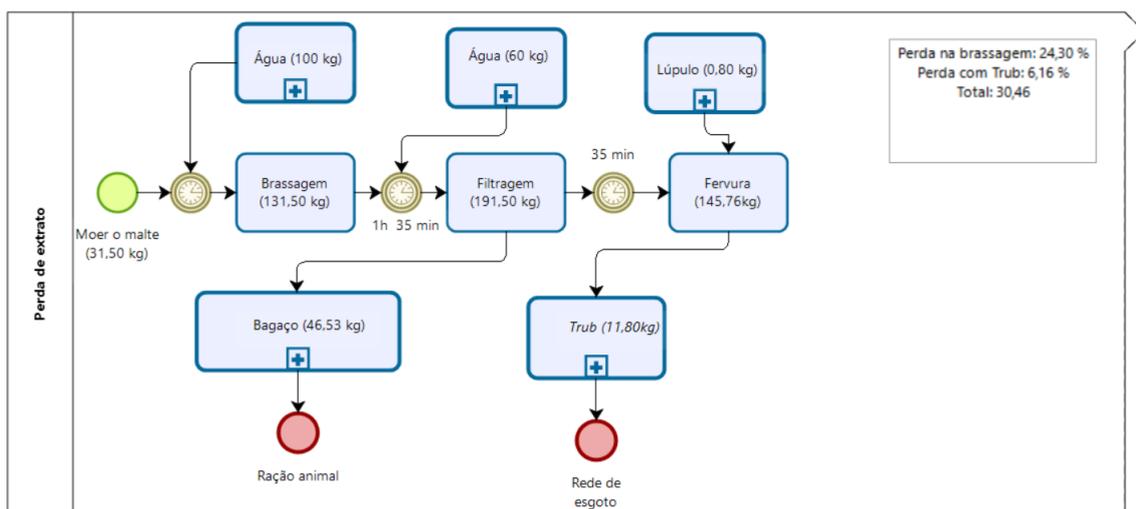


Figura 19 – Primeira produção.

Fonte: Autor

Em termos percentuais fica claro que o processo de brassagem gera mais perdas, nesse caso 24,30% na primeira e 24,51% na segunda. No caso do  *trub* a variação percentual

foi de 6,16% para 5,0% na segunda produção, fato esse ocorrido devido ao manuseio das tubulações que transmitem o conteúdo para o fermentador. Ao final da produção e passado os 15 dias ocorre o processo de envase, que é feito manualmente através de uma mangueira com controle de vasão, portanto o valor obtido de garrafas foi de 275 ou 165 L de cerveja pronta para ser consumida futuramente. Esse valor gerou uma eficiência percentual de 46,42% sobre o montante total de material que entrou somando as duas produções, resultando em uma cerveja com 1,077 Kg/L de densidade, medida através do peso final do líquido utilizando uma proveta.

Com o percentual da eficiência é possível notar que ainda existe uma perda de 23,56 % inerente ao processo produtivo e eficiência dos equipamentos. No caso da produção evidenciada nesse estudo, existe muita perda por conta das tubulações, da brassagem para a filtragem que transfere para fervura, porém o a maior perda ocorre na transferência para o fermentador. Como a produção foi feita duas vezes para a quantidade necessário para o fermentador, essa perda inerente dos processos é atenuada.

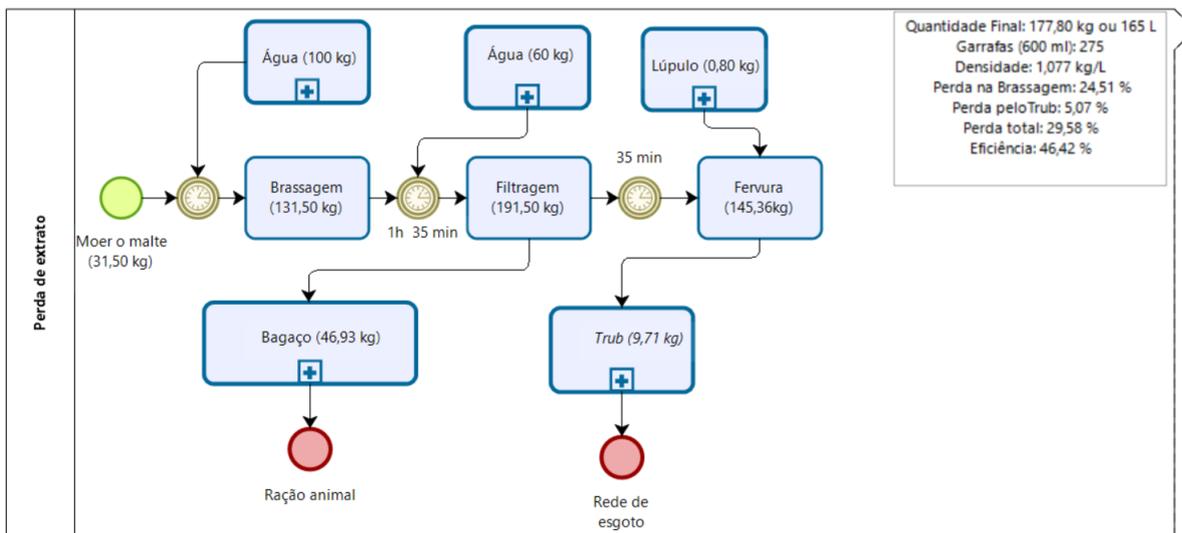


Figura 20 – Segunda produção.

Fonte: Autor

Outro fato que contribuiu para uma aumento da perda foi um problema na tubulação durante a transferência para o fermentador, portanto foi necessário realizar uma manutenção para continuar o processo, ocasionando um pequeno aumento na perda. Outros fatores também inclui perda por evaporação no processo de fervura, além de procedimentos manuais para retirada do bagaço, do *trub* e também no processo de envase, que nesta produção em questão é feita de forma manual. Portanto essa perda vai variar de acordo com a capacidade de produção e com o equipamentos, seja ela de grande porte ou não. Em um processo organizado e gerenciado de forma correta, todas essas perdas são contabilizadas na capacidade de produção para compor o MRP e tomar decisões quanto aos tempos de entrega. A constante análise dessas perdas são importantes para tomar de-

cisões no planejamento, porém como essa produção não tem fins comerciais não é aplicado um gerenciamento eficiente ou utilização de ferramentas para aumentar a produtividade.

Outro ponto a ser discutido é o valor da densidade final da cerveja, em outros casos poderia ser discutido uma possibilidade de diluir ou não para aumentar o número de garrafas, sem perder a qualidade, já que a densidade da cerveja apresentou um valor relativamente alto, para algumas cervejarias. Portanto é importante realizar todas as medidas por menor que seja a produção afim de evitar maiores perdas, e mesmo cervejarias com grandes estruturas, porém novas irão com o tempo compreender melhor sua capacidade. Apesar de uma produção menor, todos os problemas e análises se estendem para escalas maiores, embora essa escala reduzida permitiu analisar mais de uma etapa, já que não existe grandes problemas em relação aos tempos de produção.



## 5 Conclusão

Tendo em vista todos os métodos e ferramentas já conhecidas e descritas no referencial teórico, é importante realizar um paralelo com suas aplicações práticas ou um estudo de como realmente ocorre em um processo produtivo. No caso da Empresa A mesmo que, no momento do estudo, estivesse a pouco tempo no mercado, com poucas produções, observou-se uma boa organização quanto aos métodos e ferramentas para gerir a produção.

O estudo de caso feito nesse primeiro momento permitiu acompanhar e observar as rotinas de produção e gestão dos produtos. Através de dados fornecidos pelos responsáveis pela produção foi possível observar uma série de fatores que necessitam atenção. Em um primeiro momento foi feito o mapeamento dos processos da fábrica, evidenciando que o foco maior da produção era fornecer a própria cerveja para o *pub* mesmo com a parceria de um distribuidor local. Existia um método para compra de materiais definido por prioridade, porém o método não era seguido e vários itens eram tidos como prioridade máxima e existiam problemas de comunicação com o setor de compra e a produção, tornando necessário uma melhor aplicação de uma classificação ABC como presente na literatura.

A fábrica utiliza de um software ERP próprio para cervejarias, portanto possuíam controle da demanda, observavam a sazonalidade de certos tipos de cerveja, tinham registrado as perdas no processo de brassagem, eficiência dos processos, capacidade de produção e os níveis dos estoques de produtos acabados, porém não existia um planejamento e controle da produção eficiente. Fato esse devido a constantes mudanças no responsável pelo planejamento em um curto período de tempo. Um efeito dessa falta de planejamento ocasionou problemas de super produção, pois a capacidade da fábrica era muito maior do que a demanda. Apesar de não fornecido, o acompanhamento das perdas na brassagem são acompanhados e segundo os próprios responsáveis estão dentro da meta aceitável.

Devido à ausência dos dados relacionados a perda de material no processo produtivo tornou-se necessário o acompanhamento da produção em outro local. Apesar de uma planta muito menor, a cervejaria da Profa.Dra. Grace Ghesti permitiu coletar dados importantes de perdas que fazem parte do processo de produção de cerveja. Portanto em relação a brassagem e ao *trub* suas perdas ficaram dentro de um valor observado em plantas comerciais. Apesar da mensuração de cada processo não ser algo prático no contexto de uma fábrica maior, os valores podem servir de referência para diversos casos e importantes para montar o plano de capacidade requerida para uma produção. Um ponto importante a ser observado são os valores de eficiência, pois se tratando de uma

planta não comercial muitas das ferramentas e métodos de gestão de materiais não são aplicados, portanto analisando o valor da eficiência e identificando que ocorre uma perda significativa de outros processos como tubulações e envase, já demonstra a necessidade desse acompanhamento e planos de ações com objetivo de reduzir essas perdas.

Dessa forma no primeiro momento o estudo demonstra a aplicação de certos métodos de gerenciamento dos materiais e ilustra a importância de um bom planejamento e controle da produção tendo em vista que já é conhecida a demanda, porém problemas como superprodução ocorrem. A estratégia da empresa em produzir apenas a própria marca acaba agravando este problema, pois seria possível alugar parte da planta para produção de marcas menores que não possuem os próprios equipamentos. No segundo momento do estudo mostra como funcionam as perdas e como elas são medidas e mesmo utilizando métodos simples para obter os valores, muitas cervejarias não acompanham de forma eficiente ou não conhecem. É importante estar atento aos gastos com materiais independente do tamanho da fábrica, pois no contexto atual onde o ideal buscado é a eficiência, é necessário um baixo desperdício e um fluxo rápido dos produtos, destacando a importância de manter uma boa funcionalidade em todos as áreas que influenciam o fluxo de materiais, portanto todos os custos por menor que sejam devem ser levados em conta, pois na produção de cervejas muitos dos insumos são importados, caso do lúpulo e do malte que ainda não são produzidos em larga escala no Brasil.

# Referências

- ARNOLD, J. R. T. *Administração de materiais: uma introdução*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2012. Citado na página 20.
- CHIAVENATO, I. *Administração de materiais: uma abordagem introdutória*. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. Citado na página 19.
- CORRÊA, H.; GIANESI, I. *Just in Time, MRP II e OPT. Um enfoque estratégico*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 39.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. *Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação: base para SAP, Oracle Applications e outros softwares integrados de gestão*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2013. Citado 5 vezes nas páginas 13, 36, 37, 38 e 39.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. *Fundamentos da administração da produção*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001. Citado 5 vezes nas páginas 13, 32, 33, 34 e 35.
- DIAS, M. A. P. *Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010. Citado 5 vezes nas páginas 13, 19, 24, 25 e 26.
- ESSLINGER, H. M. *Handbook of Brewing Process, Technology, Markets*. Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, 2009. ISBN 978-3-527-31674-8. Citado 4 vezes nas páginas 13, 40, 41 e 42.
- FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G. *Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 36.
- FERNANDES, T. L. et al. Prospecção tecnológica: Uma visão das inovações e perspectivas do mercado cervejeiro. *Cadernos de prospecção*, v. 4, n. 10, p. 851–865, 2017. Citado 2 vezes nas páginas 41 e 42.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. *Administração da produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001. Citado 2 vezes nas páginas 34 e 35.
- GONÇALVES, P. S. *Administração de materiais*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. Citado 3 vezes nas páginas 13, 23 e 31.
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. *Administração de produção e operações*. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. Citado 3 vezes nas páginas 31, 37 e 38.
- LIMA, L. A. et al. Sinopse do cenário cervejeiro: O advento da produção e o mercado na região centro oeste. *Cadernos de prospecção*, v. 4, n. 10, p. 851–865, 2017. Citado na página 40.
- LÉLIS, J. C. *Gestão de Materiais: estoque não é o meu negócio*. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.], 2007. Citado na página 23.

- MARCUSSO, E. F.; MULLER, C. V. *A cerveja no Brasil: O ministério da agricultura informando e esclarecendo*. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pasta-publicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28-08.pdf>>. Citado na página 40.
- MARTINS, P. G.; ALT, P. R. C. *Administração de materiais e recursos patrimoniais*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006. Citado 5 vezes nas páginas 13, 26, 27, 28 e 29.
- MILAN, G. S.; PRETTO, M. R. *Gestão estratégica da produção: teoria, cases e pesquisas*. 1. ed. [S.l.]: Educs, 2006. Citado na página 33.
- MUNFORD, A. R. G. *Modelagem e otimização da lavagem da levedura cervejeira para inativação de micro-organismos deteriorantes do processo fermentativo da cerveja*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual de Campinas, 2017. Citado na página 48.
- POZO, H. *Administração de recursos materiais e patrimoniais: uma abordagem logística*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 30.
- SLACK, N. et al. *Administração da Produção*. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006. Citado 3 vezes nas páginas 30, 33 e 34.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. Citado 2 vezes nas páginas 20 e 43.