

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**Estratégias para Elaboração de Plano Mestre de Produção
em uma Cervejaria**

Paulo Eduardo Nami Filho

TCC – EP - 2016

Maringá - Paraná
Brasil

Universidade Estadual de Maringá
Centro de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

**ESTRATÉGIAS PARA ELABORAÇÃO DE PLANO MESTRE DE
PRODUÇÃO EM UMA CERVEJARIA**

**Área de conhecimento da EP: Engenharia de Operações e Processos da
Produção**
**Subárea de conhecimento da EP: Planejamento, Programação e Controle
da Produção.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de
Engenharia de Produção, do Centro de Tecnologia, da
Universidade Estadual de Maringá.

Aluno (a): Paulo Eduardo Nami Filho
Orientador (a): Prof.^a Dra. Gislaine Camila Lapasini Leal

**Maringá - Paraná
2016**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Paulo Eduardo Nami e Elza de Souza Ferreira Nami, que sempre me apoiaram durante todas as etapas da minha vida, especialmente durante a graduação.

“O degrau de uma escada não serve simplesmente para que alguém permaneça em cima dele, destina-se a sustentar o pé de um homem pelo tempo suficiente para que ele coloque o outro um pouco mais alto.” (Thomas Henry Huxley)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, por acreditarem em meu potencial ao longo de toda a graduação, todo o amor, esforço, incentivo e apoio incondicional. Também à minha irmã Carolina, que mesmo longe nunca deixou de estar presente me ouvindo, me aconselhando e ajudando sempre que possível.

Agradeço também à minha melhor amiga e companheira, minha namorada Gabriela Moraes, por ter tornado a parte mais importante da minha formação mais leve e agradável, pelo imensurável suporte e infinita paciência nos momentos mais difíceis desta fase de conclusão de curso.

À minha professora orientadora Dra. Gislaine Camila Lapasini Leal, pela imensa sabedoria, paciência e firmeza com a qual me orientou ao longo da execução deste trabalho. Tenho certeza absoluta de que não poderia ter escolhido orientador melhor.

Aos meus grandes amigos de longa data em Maringá: Allan, Alexandre, Bruno, Guilherme, Gustavo, Leandro, Leonardo, Nicolas, Rodolfo, Tiago B., Tiago H, pelos grandes momentos que passamos juntos ao longo dos últimos anos, e principalmente pela imensa demonstração de amizade e companheirismo.

Agradeço pelos amigos que fiz ao longo da graduação: Grupo Boupas V e todos que nele se encontram. Com tantos para citar, nomear um por um e esquecer alguém não seria justo. Também a todas as amizades que fiz dentro da UEM neste período. Todos foram de suma importância neste período de cinco anos, e espero levar estas amizades para toda a vida.

À grande pequena equipe da Cervejaria Cathedral, em especial meus irmãos Marcelo, Daniel e Guilherme, por terem me acolhido e incentivado a executar este trabalho. Por todas as cervejas que tomamos juntos e momentos que dividimos ao longo dos últimos dois anos, e por terem proporcionado um ambiente de trabalho extremamente agradável e responsável para minha formação. Não poderia deixar de agradecer também ao Renan Moreno, por todo o conhecimento passado e conselhos.

Por último, e não menos importante, a ASSOCIAÇÃO ATLÉTICA ACADÊMICA DE ENGENHARIAS E ARQUITETURA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ, que me proporcionou tantas alegrias, tantas amizades e tantos momentos inesquecíveis, e foi peça fundamental para formar o caráter e princípios que defendo hoje.

RESUMO

O atual cenário de instabilidade econômica do país sugere e propicia o surgimento de micro e pequenas empresas originárias de ideias inovadoras por empreendedores engajados a remar contra a crise. Grandes ideias geralmente surgem em contextos inesperados e até mesmo através de *hobbies*, paralelamente à vida profissional. Neste contexto, novos empreendedores surgem diariamente buscando seu espaço no mercado, incentivados pela tendência de se produzir em menor escala e com maior valor agregado.

Apesar das diversas ideias que resultam em novos negócios promissores, muitos empreendedores não possuem a visão sistêmica de negócios quando se trata de aplicação de ferramentas de melhoria ou padronização de processos. A área de Planejamento e Controle da Produção (PCP), em sua essência, busca administrar os recursos disponíveis de uma empresa da melhor forma possível, gerando resultados expressivos às organizações que não possuem um sistema de gestão consolidado de cada um de seus setores. A formulação do Planejamento Mestre de Produção (PMP) em ambientes dinâmicos e instáveis vem acompanhada de dificuldades e um forte grau de relacionamento entre as atividades chave, onde as restrições e os requisitos de cada processo devem ser respeitados e tratados individualmente. O presente trabalho possui como principal motivação identificar e apresentar o relacionamento entre os requisitos, restrições e atividades chave do processo de fabricação de cerveja em uma indústria de pequeno porte situada no interior do Paraná.

Palavras-chave: PPCP, plano mestre de produção, cervejaria.

SUMÁRIO

1.	Introdução	13
1.1	Justificativa.....	14
1.2	Definição e delimitação do problema.....	15
1.3	Objetivos	16
1.3.1	Objetivo geral.....	16
1.3.2	Objetivos específicos	16
1.4	Método de Pesquisa.....	16
1.5	Organização do Texto	18
2.	REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1	Cerveja.....	19
2.2	A Indústria da Cerveja.....	19
2.3	Planejamento e Controle da Produção.....	20
2.4	Sistemas de Produção	21
2.5	Plano de Produção	24
2.5.1	Planejamento Mestre da Produção	25
2.6	Sequenciamento da Produção.....	26
2.7	Programação da Produção	28
3	PESQUISA AÇÃO	30
3.1	Caracterização da empresa	30
3.2	Processo produtivo	31
3.2.1	Moagem	33
3.2.2	Mosturação.....	33
3.2.3	Clarificação ou primeira filtração	34
3.2.4	Fervura	35
3.2.5	Whirlpool e resfriamento do mosto	36
3.2.6	Fermentação	36
3.2.7	Maturação.....	38
3.2.8	Carbonatação.....	38
3.2.9	Filtração	39
3.2.10	Envase	40
3.3	Mapa do processo produtivo	40
3.4	Diagnóstico.....	43
3.5	Proposta de categorização	44

3.6	Estratégia para elaboração do plano mestre	45
4	CONCLUSÃO	50
4.1	Contribuições.....	50
4.2	Dificuldades e Limitações	51
4.3	Trabalhos futuros.....	52
5	Referências.....	53

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Etapas para elaboração do trabalho	18
Figura 2: Atividade do planejamento e controle	21
Figura 3: Fluxograma do processo de fabricação de cerveja.	32
Figura 4: Mapeamento do processo produtivo.....	42
Figura 5: Fluxograma do processo de tomada de decisão para elaboração do plano mestre de produção.....	46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Classificação dos SP's com base no tipo de produto	24
Quadro 2: Restrições relacionadas ao processo e ao produto fabricado.	43
Quadro 3: Categorização de cervejas comuns	45
Quadro 4: Categorização de cervejas específicas	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
EUA	Estados Unidos da América
FIFO	<i>First In, First Out</i>
ICB	Instituto da Cerveja - Brasil
MTO	<i>Make to Order</i>
MTS	<i>Make to Stock</i>
OP	Ordem de Produção
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PMP	Plano Mestre de Produção
PPCP	Planejamento, Programação e Controle da Produção
SP	Sistema de Produção

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: Quebras das moléculas de açúcar em gás carbônico e etanol.	36
Equação 2: Quebras das moléculas de açúcar em gás carbônico e água na presença de oxigênio.....	37

1. INTRODUÇÃO

A produção de cerveja passou a ser vista como um negócio promissor somente após as duas Grandes Guerras. Nos últimos trinta anos, impulsionada pela expansão das fronteiras do capitalismo no final do século XX, a indústria cervejeira tornou-se um grande negócio, de dimensão global.

As receitas caseiras de cerveja estão sendo cada vez mais valorizadas, à ponto de muitas delas estarem dando origem a micro cervejarias. Elas estão tomando um mercado diferenciado daquele das grandes marcas, numa concorrência indireta. O refinamento das exigências do consumidor vem garantindo um crescimento do *market share* das cervejas artesanais e regionais, que produzem maior variedade, aumentando a popularidade das cervejas especiais entre a população jovem nos círculos gastronômicos.

De acordo com um levantamento realizado pelo ICB - Instituto da Cerveja Brasil (2015), consolidando números do mercado de cervejas artesanais no Brasil, aponta que no ano de 2015 existiam 372 cervejarias artesanais registradas em órgãos regulamentadores, mostrando um crescimento de 17% comparado com o ano de 2014, que somava 318 estabelecimentos e de 31,4% comparado ao ano de 2013 (255). O mesmo estudo ainda aponta um *Market share* de 0,7% do setor cervejeiro do país, com uma produção anual de 91 milhões de litros ao ano.

Observa-se que muitas indústrias têm reduzido o percentual de malte de cevada na bebida, substituindo-o por outros cereais mais baratos, principalmente na composição dos produtos de venda em grande escala. No Brasil, nota-se que o consumo da bebida é influenciado pelo poder aquisitivo da população. O Brasil é um país com grande potencial de crescimento de consumo, mesmo no contexto de crise econômica nacional, o que atrai olhares das grandes cervejarias do mundo em busca de novos mercados. Este mercado recebe diariamente novos *players* que buscam sua consolidação, surgindo em detrimento de novos hábitos de consumo da população, que busca um produto local com maior valor agregado e produzido em pequena escala.

Tatikonda e Tatikonda (1996) descrevem que empresas que adotam diversas práticas gerenciais sem possuir estrutura consolidada para absorvê-las podem impactar os objetivos estratégicos da companhia. De tal forma, enxerga-se a necessidade de se desenvolver um conjunto de regras para elaboração do plano mestre de produção que torne viável a variação

constante no mix de produtos de uma cervejaria, em detrimento da capacidade de tanques e o *lead time* de cada batelada de cerveja produzida.

Noronha et al. (1996) constatam que embora existam alternativas de solução para a programação da produção por meio de sistemas especialistas já existentes no mercado, as soluções são viáveis apenas em ambientes pouco dinâmicos e que tratam uma quantidade pequena de variáveis, fato este que foge ao universo de discussão tratado neste trabalho.

Diante deste cenário e das necessidades de tornar mais robusto o processo de confecção do planejamento mestre de produção em uma micro cervejaria, o presente trabalho possui como principal motivação o entendimento das variáveis inerentes ao processo de produção de cerveja em pequena escala, de forma a sanar as dificuldades de *scheduling* da produção realizada de forma manual, através da definição e adaptação de estratégias de sequenciamento e programação da produção dentre as metodologias já existentes e abordadas.

1.1 Justificativa

No Brasil, a cerveja sempre foi abordada como uma bebida gelada pouco sofisticada. Muito explorada como produto para consumo de massa, tornou-se pouco merecedora de cuidados e atenção, e ficou relegada ao plano dos itens populares de baixo apelo gastronômico. Com o advento recente de hábitos alternativos de consumo pela população brasileira, as cervejas artesanais vêm ganhando espaço entre as preferências do consumidor. A demanda de clientes é um fator externo diretamente associado às decisões acerca da programação da produção (MOCCELLIN e BELHOT, 1998). Sob um viés financeiro, processos consolidados dentro das indústrias convergem à redução de custos operacionais e gerenciais, contribuindo para que o valor final de revenda deste tipo do produto seja mais acessível ao mercado consumidor.

A empresa tratada no presente trabalho é uma micro cervejaria com dois anos de atividade, localizada no interior do estado do Paraná, estado considerado importante polo cervejeiro no cenário nacional. A conjuntura econômica do país e o alto custo de insumos importados, aliado à pequena capacidade produtiva e demasiada carga tributária sobre os produtos industrializados e comercializados, levaram os gestores da empresa a realizarem alterações no plano de negócio da cervejaria, unindo um plano de expansão - tornando possível aumentar a capacidade produtiva através da aquisição de mais tanques cervejeiros e

uma casa de brassagem de maior capacidade de produção de cada batelada - com um comércio de cervejas anexo à fábrica, tornando-se assim uma fábrica-bar.

Com a readequação do negócio, faz-se necessário um nível de detalhamento maior do planejamento da produção, visto que o *mix* deixa de ser de apenas quatro produtos anuais envasados em garrafa e dois produtos sazonais também engarrafados, para uma gama de doze a dezesseis cervejas diferentes produzidas mensalmente, todas envasadas em barris de 20, 30 ou 50 litros (chope). Por se tratar de um micro processo com alto valor agregado, o rateio e absorção de custos diretos e indiretos de produção somados à alta carga tributária que incide sobre este setor da indústria tornam demasiadamente alto o custo por litro ou unitário por garrafa de cerveja, forçando assim o fabricante a embutir uma baixa margem de contribuição sobre o produto industrializado já contando com a margem de lucro inserido pelo revendedor, seja este supermercados, empórios, bares ou restaurantes, de forma que o valor final da garrafa de cerveja na prateleira seja acessível e atrativo ao público consumidor.

1.2 Definição e delimitação do problema

A grande quantidade de variáveis envolvidas no processo de fabricação de cerveja exige um controle rigoroso sobre a utilização de recursos através de um programa de produção robusto. Pode-se destacar como variáveis chaves do processo: o estilo da cerveja fabricada (*ale* ou *lager* e estilos não usuais), o volume a ser produzido, a capacidade e disponibilidade de tanques, tipo da levedura, necessidade de filtração, tempo de fermentação, tempo de maturação, densidade da cerveja e existência de processos complementares ao longo do processo, como a adição de lúpulo à frio – denominado *dry hopping* – adição de frutas, café e outros adjuntos, purga e inoculação de leveduras entre tanques para reaproveitamento de cepas e transferência de cerveja entre tanques para filtração e envase.

A indústria em estudo, durante a elaboração deste trabalho, passa por um processo de expansão de capacidade produtiva e de readequações no modelo de negócio, que deve ser acompanhado por um modelo de programação da produção que seja adequado às mudanças constantes no mix de produtos comercializados. Pode-se afirmar que o mix de produtos será triplicado, variando mês a mês de acordo com as estações do ano e com a demanda do mercado consumidor local, exigindo assim um planejamento mais fino da produção.

A programação da produção, segundo Corrêa e Corrêa (2006), refere-se à definição das prioridades das ordens de produção nas quais as atividades devem ocorrer para atingir os

objetivos da programação, distribuindo as atividades. Para Gaither e Frazier (2002), o sequenciamento da produção consiste em determinar a ordem na qual serão produzidos um grupo de pedidos à espera num centro de trabalho.

Sabendo das necessárias mudanças que deverão ocorrer no plano de produção da fábrica, e que atualmente este controle é realizado sem um padrão de documentação e organização, o presente trabalho é norteado pela seguinte questão: quais estratégias deverão ser empregadas para elaboração e execução de um Plano Mestre de Produção, de forma a atender os requisitos e restrições inerentes ao processo produtivo e capacidade instalada na fábrica?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho consiste em definir estratégias de elaboração de planejamento mestre da produção em uma cervejaria.

1.3.2 Objetivos específicos

Como objetivos específicos, tem-se:

- Levantar as estratégias para realização de plano mestre da produção;
- Identificar as variáveis e restrições inerentes ao processo de fabricação;
- Definir prioridades para o sequenciamento e programação da produção;
- Definir a estratégia para executar o plano mestre de produção;
- Validar a estratégia definida.

1.4 Método de Pesquisa

A pesquisa desenvolvida é aplicada, pois possui como principal motivação constituir conhecimentos para aplicação prática onde há verdades e interesses locais, voltados à solução de problemas específicos. A abordagem da pesquisa é qualitativa, que considera a existência de um vínculo entre o que é objetivo e o que não pode ser traduzido em números, sendo a análise dos dados realizada de forma indutiva (SILVA e MENEZES, 2005).

Quanto aos objetivos, a pesquisa será exploratória e descritiva. A natureza exploratória da pesquisa para o problema tratado é explicada por Gil (2007), que destaca a familiarização com o problema com vistas a torna-lo explícito ou a construir hipóteses. A pesquisa descritiva visa estabelecer relações entre variáveis, envolvendo o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados, assumindo em geral o formato de levantamento (GIL, 2007).

Este projeto é considerado, do ponto de vista dos procedimentos técnicos, de acordo com Gil (2007), uma pesquisa-ação, caracterizada por uma pesquisa concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo, de forma participativa.

Os passos envolvidos para a realização deste trabalho foram:

- a) Caracterização da empresa e do processo produtivo, através entrevistas e reuniões com o departamento comercial, o setor de produção e os proprietários da empresa tratada;
- b) Diagnóstico das variáveis e restrições que impactam no sequenciamento e programação da produção: Aprofundar os conhecimentos acerca do processo de fabricação e da rotina de trabalho da fábrica contribuíram para a realização do diagnóstico;
- c) Levantamento e priorização das estratégias para solucionar o problema proposto: as estratégias foram elaboradas visando a minimização das possíveis falhas as quais o processo de elaboração do plano mestre estavam sujeitas. Através de reuniões com o cervejeiro e gerente de produção da fábrica;
- d) Validação das novas estratégias: realizada através de uma reunião de apresentação da solução proposta, envolvendo os responsáveis pelo departamento comercial, produção e financeiro da empresa.
- e) Análise dos resultados de forma conclusiva, orientadas pela execução imediata das novas estratégias e seguida por planos de readequação e melhoria contínua.

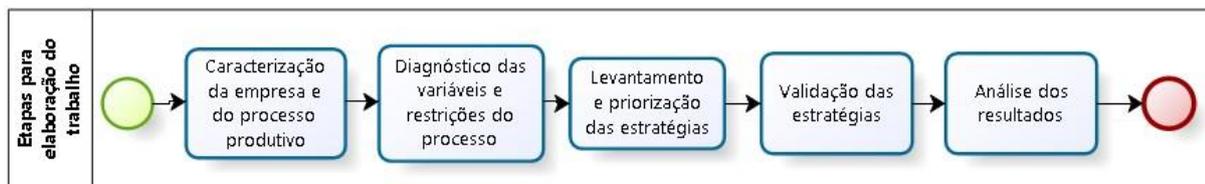


Figura 1: Etapas para elaboração do trabalho

Fonte: o autor.

1.5 Organização do Texto

Este trabalho possui quatro capítulos, sendo os demais estruturados conforme descrição abaixo:

O capítulo 2, denominado “Revisão da Literatura”, apresenta uma breve contextualização sobre a cerveja e uma revisão literária referente às ferramentas e princípios utilizados para a execução deste trabalho, sendo subdividido nos seguintes itens: Planejamento e Controle da Produção, Sistemas de Produção, Plano de Produção, Planejamento Mestre de Produção, Sequenciamento da Produção e Programação da Produção, de tal forma que o leitor possa se familiarizar com as terminologias e métodos aplicados neste trabalho.

O capítulo 3, “Pesquisa de Campo”, traz a caracterização da empresa objeto deste trabalho e a descrição detalhada do processo de fabricação de cerveja, desde a moagem dos grãos até o envase. Este capítulo aborda também o mapeamento do processo produtivo, junto à um diagnóstico envolvendo os requisitos e restrições do processo de fabricação, além de propostas de padronização do processo e de elaboração de estratégias para a boa execução do planejamento do Plano Mestre de Produção da unidade fabril.

As conclusões, discorridas no capítulo 4 deste trabalho, discute as contribuições para a empresa, tais como a validação da estratégia desenvolvida, além da colaboração para com a comunidade científica e outras empresas do mesmo setor. O mesmo capítulo ainda apresenta as dificuldades e limitações que surgiram ao longo da execução deste trabalho. O encerramento desta dissertação se dá com a sugestão para trabalhos e pesquisas futuras.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta o referencial teórico sobre os temas Cerveja, Planejamento e Controle da Produção, Sistema de Produção, Plano de Produção, Planejamento Mestre da Produção, Sequenciamento da Produção e Programação da Produção, que subsidiaram a elaboração deste trabalho. Os temas estão subdivididos ao longo do capítulo, apresentados de forma detalhada.

2.1 Cerveja

A cerveja é a bebida fermentada que se obtém através da fermentação de um mosto proveniente do cozimento de malte de cevada com adição de lúpulo. As leveduras utilizadas na fermentação da cerveja são: *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces uvarum*. Outras famílias de leveduras são utilizadas na fabricação da cerveja, porém se enquadram em uma categoria experimental ainda não definida e homologada pelos órgãos que regem os padrões de fabricação e qualidade. A levedura cervejeira não deve ser considerada como matéria-prima, uma vez que é utilizada apenas como agente de transformação bioquímica dos ingredientes usados na fabricação da cerveja, através da fermentação alcoólica (BOAN e COLLINI, 2015).

O malte de cevada é a matéria-prima principal no processo de fabricação de cerveja. A cevada é considerada o melhor cereal devido a ter um alto teor de amido, existência de importantes enzimas e a importância de sua casca para o processo de filtração, sendo que todas estas características são de extrema importância para a produção de cervejas. Boan e Collini (2015) afirmam que os adjuntos que são utilizados em cervejarias são um suplemento ao malte de cevada. Os adjuntos são utilizados por serem mais baratos que o malte, por terem maior facilidade de manuseio além de poderem aumentar a capacidade de produção com o seu uso. Com eles é possível produzir cervejas mais claras e com melhor estabilidade de paladar. O lúpulo é o responsável por delegar o amargor para a cerveja. Geralmente se adiciona dois tipos de lúpulo: o lúpulo de amargor e o lúpulo aromático.

2.2 A Indústria da Cerveja

O consumo per capita de cerveja no Brasil é de cerca de 60 litros por ano, muito aquém dos níveis europeus, onde na Alemanha e República Checa o índice é de 108 e 144

litros, respectivamente (SEBRAE, 2014). De modo geral, o consumidor brasileiro prefere a cerveja leve e gelada, beirando o congelamento. O consumo está associado a clima festivo, descontraído, remetendo diretamente ao carnaval. Essas características gerais do mercado são referência ao tipo mais comum de cerveja consumido no país: a cerveja Pilsen.

O setor de produção de cervejas artesanais ou especiais é um nicho de mercado ao qual são destinados pequenos volumes de produção, todavia com alto valor agregado do produto. Este segmento, chamado de *Craft Brewing* nos EUA, que inclui micros e nano cervejarias, cervejas gourmet ou Super Premium, dentre outras, teve início na década de 70, na Inglaterra. No Brasil, o segmento recebe o nome de Cerveja Artesanal, que se iniciou ao fim da década de 80 (NOTHAFT, 1998). São produtos com características diferentes daquelas comumente encontradas em supermercados. Não é raro encontrar cervejas artesanais com teor alcoólico próximo a 8,0%, muito aquém dos habituais 5,0% das cervejas Pilsen comerciais.

O crescimento do número de micro cervejarias é uma tendência explicada pela oportunidade de empreender um negócio lucrativo em um mercado que demanda diversificação de produtos. Este interesse por novidades é facilmente constatado pelo aumento da oferta de produtos importados no mercado brasileiro, que é uma realidade consistente comprovada pelo crescimento de 50% ao ano em quatro anos seguidos (MAPA, 2013). Entretanto, tal tendência não é acompanhada de forma concisa pelos novos empreendedores e gestores no que tange os processos gerenciais relacionados à produção. A ociosidade de tanques, baixo reaproveitamento de cepas de levedura entre as bateladas e os altos custos operacionais em micro cervejarias são as principais causas de estagnação e minimização de lucros, tendo em vista que a ocupação parcial dos lotes de cerveja nos tanques é uma medida onerosa às empresas, o custo com insumos voltados à fermentação (leveduras) é alto e o planejamento manual da produção é enxergado como desperdício de tempo, já que as variações no processo são constantes e a produção é programada em diferentes horizontes de tempo, de acordo com o volume produzido e a previsão da demanda.

2.3 Planejamento e Controle da Produção

Tubino (2007) ressalta que o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é amplamente reconhecido como uma função da gestão empresarial, cujo intuito é planejar, direcionar e controlar o que abrange os três níveis hierárquicos – estratégico, tático e operacional - para atingir seus objetivos. Cavalcanti e Moraes (1998) definem o PCP como um trabalho de caráter gerencial, uma vez que permite a disponibilidade do produto certo, em

local e hora certos, com a qualidade adequada, entre outros requisitos. O mesmo autor ressalta que é tarefa do PCP viabilizar suporte para executar as atividades técnicas da produção, ou seja, funciona como órgão de staff.

De acordo com Fernandes e Godinho Filho (2010), o PCP envolve um conjunto de decisões para obter de maneira eficiente e efetiva o que, o quanto e quando produzir, comprar e entregar; ainda de quem, onde e como produzir com o objetivo de atender plenamente as necessidades dos clientes. Os autores ressaltam que a previsão de demanda representa uma atividade fundamental, uma vez que ela é a principal fonte de informações para outras atividades do planejamento e controle da produção.

As atividades de planejamento e controle proporcionam aos sistemas conforme Slack et al. (2009), procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos da oferta e da demanda. No entanto, requer a conciliação do suprimento e da demanda em termos de volume e tempo. Há quatro atividades superpostas que os autores dão destaque: carregamento, sequenciamento, programação e controle, como pode-se observar na Figura 2.

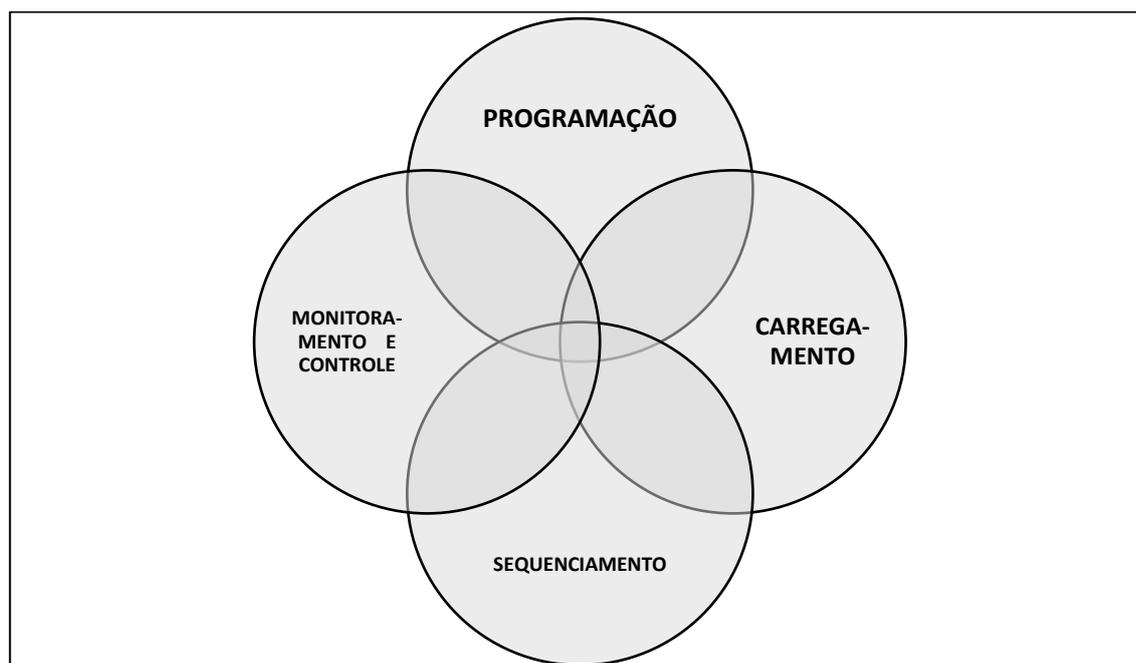


Figura 2: Atividade do planejamento e controle
Fonte: Slack et al. (2009, p. 291).

2.4 Sistemas de Produção

Um sistema de produção (SP), de acordo com Fernandes e Godinho Filho (2010), é a associação de elementos (humanos, físicos e procedimentos gerenciais) que interagem e são

projetados para gerar produtos finais cujo valor supere o total dos custos envolvidos para obtê-los. No mesmo sentido, Moreira (2000) discorre que um sistema de produção é definido como um conjunto de atividades inter-relacionadas que estão envolvidas no processo de produção de bens ou de serviços.

É importante ressaltar que “em um sistema de produção, pelo menos um objetivo de desempenho da produção deve ser atingido” (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010, p.1). Ou seja, de acordo com Moreira (2000) os sistemas de produção convertem insumos (*inputs*) por meio de um subsistema de transformação em produtos ou serviços ou até mesmo a combinação dos dois (*output*).

Dessa forma, “O SP é eficaz se o (s) objetivo (s) é (são) de fato atingido (s); o SP é eficiente se os recursos são utilizados da melhor forma possível, ou seja, sem desperdícios; o SP é efetivo se for simultaneamente eficaz e eficiente.” (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010, p.1).

Os sistemas de produção podem ser classificados da seguinte forma:

- Sistema de Produção Puxado (*Make To Order* - MTO): Hopp e Spearman (2013) definem que um sistema que “puxa” a produção autoriza a liberação de ordens de produção, com base nos pedidos reais dos clientes, ou seja, as necessidades das estações clientes que disparam a produção com base na autorização da liberação das ordens de produção. Nesse sistema, o pedido feito pelo cliente dita o que será produzido. O setor de vendas consulta o setor de PPCP, para verificar o prazo de fornecimento (disponibilidade), recebendo então uma data possível de fabricação.
- Sistema de Produção Empurrado (*Make To Stock* - MTS): de acordo com Hopp e Spearman (2013), um sistema que “empurra” a produção programa as ordens de produção baseadas nas previsões de demanda de um certo período e no status do seu nível de estoque. Logo, cada estação de trabalho produz independentemente das necessidades das estações clientes (com base na programação). Ou seja, é determinado um período de produção (semana, mês, etc.), o que e quanto será produzido para esse período será calculado com base na previsão de demanda. Esta demanda, descontados os estoques existentes, indica a necessidade de produção.
- Sistema de Produção Híbrido (MTO/MTS): nesse sistema de produção, busca-se estabelecer a quantidade vendida de tipos de produto, assim como de estoques e os

custos operacionais, por atender prioridades competitivas dentre os critérios de desempenho: qualidade, velocidade, confiabilidade de entregas, flexibilidade e custo (PAIVA et al. 2009). Um sistema híbrido de produção pode ser tratado da mesma forma do modelo de produção sob encomenda, porém as ordens de produção têm como intuito a preservação de um estoque de segurança para a disponibilização a pronta entrega de produtos com grande saída.

Fernandes e Godinho Filho (2010) comentam sobre a evolução que os sistemas de produção passaram até chegar ao sistema de produção orientado ao mercado. O sistema de produção antigo possui características das primeiras civilizações, os registros de estoques do Sumérios, as construções de pirâmides dos egípcios exemplificam este tipo de SP. Já o sistema feudal teve sua característica pela produção doméstica. O sistema europeu tem o marco da Revolução industrial enquanto o sistema americano foi marcado pela linha de montagem de Ford. No entanto surge uma nova transformação no ambiente competitivo e surge um novo tipo de SP, orientado ao mercado.

Nesse sistema, o cliente é a força direcionadora dos esforços produtivos, diferentemente do sistema de produção em massa, no qual o cliente tinha pouca influência nas decisões. Além disso, nesse novo sistema, conceitos como integração, escopo. Flexibilidade, controle de variabilidade, simplicidade, dentre outros, são fundamentais para que o sistema de produção possa satisfazer as necessidades dos clientes em termos de objetivos estratégicos (qualidade, tempo, custo, variedade, dentre outros) (FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010, p.1).

Os sistemas de produção com base no tipo de produto são classificados em sistema contínuo, sistema intermitente e sistema grande projeto, como pode-se observar na tabela abaixo a descrição de cada:

Quadro 1: Classificação dos SP's com base no tipo de produto

Sistema	Descrição
Contínuo	Poucas famílias de produtos similares feitos em grande volume. Uma mudança na taxa da demanda leva a uma mudança na taxa de produção.
Intermitente	Nos estágios produtivos ocorrem frequentes mudanças de um produto para o outro, como consequência de uma grande variedade de produtos fabricados nessa categoria vão se distinguir em <i>Flowshop</i> (todos os itens feitos em uma linha possuem a mesma sequência de operações nas diversas máquinas) e <i>Jobshop</i> (os itens fabricados num setor produtivo não possui o mesmo roteiro de fabricação). Uma mudança na taxa da demanda pode ser alcançada com mudança no tamanho do lote e/ou na frequência dos lotes.
Projeto	São feitos produtos complexos e especiais, muitas vezes até únicos.

Fonte: FERNANDES e GODINHO FILHO, 2010, p.2

Tubino (2007) afirma que, para um sistema de produção atingir seus objetivos ele precisa ser pensado em termos de prazos, em que planos são feitos e ações são disparadas para que os eventos planejados pela empresa venham se tornar realidade. Ele consiste em todas as atividades que estão diretamente ligadas a produção desses bens ou serviços, não compreendendo apenas operações de fabricação, mas também atividades como as de armazenagem e movimentação, de forma a adicionar valor ao produto, caso contrário, deverão ser consideradas como perdas e devem ser eliminadas.

Desta forma, Fernandes et al. (2012) conclui que os sistemas de produção são importantes na sociedade atual. Tais sistemas constituem-se como base para a construção e o aumento da vitalidade de um país. Devido a isso, o planejamento e controle da produção (PCP) tem se tornado cada vez mais importante para as empresas, uma vez que gerencia o fluxo de matérias do sistema de produção através do fluxo de informações e decisões.

2.5 Plano de Produção

Planejamento é a formalização do que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro. De acordo com Slack et al. (2009), um plano que não se garante que vá acontecer, é na verdade uma declaração de intenção que aconteça. Por outra perspectiva,

Corrêa e Corrêa (2012) definem planejar como programar o futuro de maneira distinta do passado de maneira a atingir determinados objetivos.

Os autores Slack et al. (2009), explicam que no contexto de organização, a estratégia é um padrão de decisões e ações utilizadas para posicionar a empresa em seu ambiente de modo a atingir seus objetivos em longo prazo.

O Plano de Produção possui como objetivo direcionar os recursos produtivos para as estratégias estabelecidas no plano estratégico, equacionando níveis de estoques, recursos humanos, máquinas, instalações, previsões de demanda, políticas alternativas e custos (TUBINO, 2007). Segundo o mesmo autor, os passos para criar um plano de produção são:

1. Agrupar os produtos em famílias afins;
2. Estabelecer o horizonte e os períodos de tempo serem incluídos no plano;
3. Determinar a previsão de demanda destas famílias para os períodos, no horizonte de planejamento;
4. Determinar a capacidade de produção e estoques que balizarão o plano;
5. Determinar os custos de cada alternativa de produção disponível;
6. Desenvolver planos de produção alternativos e calcular os custos decorrentes;
7. Analisar as restrições de capacidade produtiva;
8. Eleger o plano mais viável estrategicamente.

De acordo com Vivan (2010), a fim de analisar as limitações de capacidade fabril, o plano de produção por fim é revisto manualmente, para que então sejam desenvolvidas as atividades de programação da produção.

2.5.1 Planejamento Mestre da Produção

O Planejamento Mestre da Produção (PMP) “é a fase mais importante do planejamento e controle de uma empresa” (SLACK et al. 2009, p.427). O PMP, ainda segundo os mesmos autores, possui uma declaração da quantidade e o momento em que os produtos finais devem ser produzidos o que proporciona uma direção para a produção do que é montado, manufaturado e comprado.

Corrêa e Corrêa (2012) afirmam que é o planejamento mestre da produção quem coordena a demanda do mercado por meio de recursos internos da organização de maneira a programar taxas adequadas de produtos finais. Ou seja, é a combinação de previsões de

demanda, pendências, o estoque projetado disponível e a quantidade disponível para prometer ao cliente.

De forma mais objetiva e clara, Fernandes e Godinho Filho (2010) definem PMP como a primeira atividade do controle de produção, com o objetivo de estabelecer quais produtos finais serão fabricados em um determinado período de tempo e em que quantidades.

“O planejamento mestre da produção é constituído de registros com escala de tempo que contêm, para cada produto final, as informações de demanda e estoque disponível atual. Usando essas informações, o estoque disponível é projetado à frente no tempo. Quando não há estoque suficiente para satisfazer à demanda futura, quantidades de pedido são inseridas na linha do programa mestre.” (SLACK et al. 2009, p.428).

A dinâmica do PMP, segundo Landmann (2005), é analisada através da variável de tempo em duas dimensões: a primeira é a determinação da unidade de tempo para cada intervalo do plano, onde pode variar de empresa para empresa devido à velocidade de fabricação do produto. A outra dimensão é a amplitude que o plano deve abranger em sua análise. A utilização da variável de tempo em duas dimensões é justificada pelo mantimento do fluxo razoável e controlado das unidades produtivas através do sistema de produção.

É importante analisar a viabilidade da geração de um PMP para que problemas futuros sejam evitados. Slack et al. (2009) destacam que para o PMP ser gerado, as demandas são analisadas e que os pequenos pedidos que surgem de última hora causam distúrbios em todo o sistema de planejamento de uma empresa. Já Fernandes e Godinho Filho (2010) discorrem que o plano mestre de produção pode ser obtido a partir da desagregação do plano agregado, da estimativa de demanda para os itens finais individuais ou então da carteira de pedidos.

Se for bem gerenciado, o PMP, segundo Corrêa e Corrêa (2012) é fator que impacta na melhora do processo de promessas de datas e quantidades de produtos para os clientes, em uma melhor gestão de estoques de produtos acabados, no melhor uso e gestão da capacidade produtiva e melhor integração na tomada de decisão entre funções.

2.6 Sequenciamento da Produção

O sequenciamento das operações, para Corrêa e Corrêa (2012), refere-se a definir as prioridades (a ordem) segundo as quais as atividades devem ocorrer em um sistema de

operações, no intuito de atingir um conjunto de objetivos de desempenho. Para Vivian (2010), o sequenciamento da produção é o conector entre o plano mestre e a programação da produção. Já para os autores Slack et al. (2009), são decisões que devem ser tomadas sobre a ordem em que as tarefas serão executadas.

Conforme Landmann (2005), a inconsistência no ambiente corporativo, como cancelamentos, adiantamentos ou acréscimos em pedidos de clientes, entre outros, gera uma dependência do sistema produtivo no processo dinâmico de sequenciamento da produção. No entanto, deve-se considerar que estas inconstâncias podem também estar relacionadas ao perfil do próprio sistema produtivo utilizado.

Borba et. al (2014) afirma que o sequenciamento da produção vai de encontro à ordem que a produção deve ser seguida, de maneira a considerar o grau de prioridade e as restrições existentes no processo, com o intuito de atingir uma série de objetivos de desempenho.

A decisão de qual tarefa será realizada primeiro em determinado centro de trabalho para Corrêa e Corrêa (2012), é definido como sequenciamento ou definição de prioridades onde são obtidas por meio de regras que levam algumas informações, podendo ser simples ou mais complexas, levando em conta variáveis locais e globais. Algumas destas informações são:

- Tempo de processamento da ordem no centro de trabalho, que está sendo sequenciado;
- Data prometida de entrega da ordem de produção;
- Momento de entrada da ordem na fábrica;
- Momento da entrada da ordem no centro de trabalho;
- Importância do cliente solicitante da ordem;
- Tempo de operação restante (tempo somado de processamento nas operações que ainda precisam ser realizadas na ordem).

Existem várias regras de sequenciamento, de acordo com Corrêa e Corrêa (2012), que são utilizadas. No entanto neste trabalho a regra FIFO (*First In First Out* – Primeiro que Entrar Primeiro a Sair) é a que se vê necessidade de conceituar. No FIFO, conforme Corrêa e Corrêa (2012), a primeira tarefa a chegar no centro de trabalho é a primeira a ser atendida. Os autores Slack et al. (2009), por sua vez, discorrem que determinadas operações servem aos consumidores na exata seqüência das suas chegadas, o que os três autores definem como “primeiro a chegar no sistema, primeiro a ser servido” (SLACK et al. 2009, p.295).

Para que se obtenha resultados satisfatórios e próximos à realidade, Pessanha *et.al* (2015) afirma que é necessário a integração dos modelos de dimensionamento e sequenciamento da produção. Já para a escolha de regras, de acordo com Corrêa e Corrêa (2012) deve-se: “Levar em conta uma combinação de sistemas computacionais com a experiência de programadores bem treinados e que seja utilizada para a geração de programas em situações de problemas de sequenciamento complexos” (CORRÊA e CORRÊA, 2012, p.574).

2.7 Programação da Produção

Para Landmann (2005), programar a produção consiste em definir a ordem de entrada das tarefas a serem executadas. Em contrapartida, Tubino (2007), um resumo de tudo ocorrido até o momento seria enquanto o plano de produção define os recursos necessários em longo prazo, o Planejamento Mestre da Produção gera um Plano Mestre de Produção viável, onde não haverá problemas com a capacidade produtiva, a programação da produção se encarrega de sequenciar as ordens de produção (OP) de forma a minimizar o lead time e os estoques e garantir a entrega dos produtos nos prazos definidos.

A programação da produção, de acordo com Landmann (2005) está relacionada com atividades de médio e curto prazo, ou seja, desde o planejamento dos itens finais até os programas detalhados da produção. O autor ainda completa que o programa mestre de produção, o sequenciamento e as atividades intermediárias também são contempladas na programação da produção.

Slack et al. (2009) definem programas como declarações de volume e horários (ou datas) familiares em muitos ambientes. Desta forma, a programação de acordo com os mesmos se dá após a determinação do sequenciamento em que o trabalho irá ser desenvolvido. Algumas operações requerem um cronograma detalhado que mostra em que momento os trabalhos devem começar e quando devem terminar.

Para Corrêa e Corrêa (2012), a programação das operações consiste em “alocar no tempo as atividades, obedecendo ao sequenciamento definido e ao conjunto e restrições consideradas” (CORRÊA e CORRÊA, 2012, pagina 571).

Conforme Slack et al. (2009) existem algumas características como o carregamento infinito versus carregamento finito dos recursos e programação para trás (*backward*) versus

programação para frente (*forward*) que diferenciam conceitualmente os sistemas de programação.

O carregamento infinito para Slack et al. (2009) ocorre quando se alocam tarefas e recursos simplesmente com base nas necessidades de atendimento de prazos. Irá programar as atividades de maneira a desconsiderar as restrições de capacidade, ou seja, são considerados os recursos como se estes fossem infinitos.

Já o carregamento finito de acordo com Slack et al. (2009), se dá quando a programação considera a utilização de recursos e sua disponibilidade detalhada no momento do carregamento e não programa uma ordem ou atividade para um período em que não haja disponibilidade de recursos. Ou seja, considera que os recursos são finitos durante o processo de geração do programa.

Landmann (2005) discorre que para todas as técnicas de programação de pedidos por encomenda, o conceito de programação para frente e programação para trás está presente, onde a programação para frente da operação de produção de um item começa onde o pedido é recebido, independentemente da data de encerramento. Já na programação para trás, a última operação é programada de forma a ser concluída no prazo de finalização.

Na perspectiva de Slack et al. (2009), a programação para trás inicia o processo de alocar atividades no tempo de algum ponto futuro, em geral, o momento em que a atividade necessita estar finalizada. Considera as durações delas e programa suas datas de início “descontando” para trás no tempo a duração da atividade. Dessa forma, Corrêa e Corrêa explica que essa programação envolve iniciar o trabalho no último momento possível sem que ele sofra atraso.

A programação para frente, no entanto para Slack et al. (2009), opera de maneira diferente, ao invés de programar as atividades na data mais tarde, programa atividades para a data mais cedo e acrescenta, para frente a duração da atividade para definir sua data de término. Corrêa e Corrêa (2012) simplificam ao comentar que a programação para frente envolve iniciar o trabalho logo que ele chega.

3 PESQUISA AÇÃO

Este capítulo descreve todo o desenvolvimento da estratégia a ser adotada para elaboração do plano mestre de produção. O entendimento do cenário atual e perspectivas futuras da empresa, a descrição do processo produtivo e o mapeamento do processo forneceram dados para identificação das restrições e requisitos das operações da fábrica. A partir destes apontamentos, sugeriu-se a categorização dos estilos de cerveja para uma linguagem mais acessível àqueles que não têm familiaridade com os aspectos técnicos do processo. Por fim, um conjunto de regras fora estruturado dentro da organização para formalizar a estratégia de elaboração do planejamento mestre de produção, tornando assim o processo consolidado e eficaz.

3.1 Caracterização da empresa

A empresa estudada é considerada um novo *player* no mercado de cervejas artesanais, fundada em 2014 no interior do Paraná, numa cidade de aproximadamente 380 mil habitantes. Com o principal objetivo de influenciar o consumo local de um produto de maior valor agregado, com utilização de insumos importados e de alta qualidade, a cervejaria se caracteriza por possuir uma identidade visual que remete ao principal ponto turístico da cidade, reafirmando a estratégia de produzir com foco no público consumidor local e regional.

Apesar da estratégia de mercado ser voltada ao regionalismo, a empresa vem ganhando espaço no cenário nacional de cervejas artesanais. Premiações em concursos de dimensões nacional e continental incentivaram as vendas das cervejas, levando o produto para 22 estados do país em apenas dois anos de existência, e atingindo um volume de vendas de aproximadamente cinco mil litros mensais, tanto em garrafas de 355 ml e 500 ml quanto em barris de 20 litros e 30 litros. A fabricação das cervejas de linha, disponíveis ao longo de todo o ano, fica por conta da fabricação terceirizada por contrato em outras unidades produtivas, seja no estado do Paraná ou no estado de São Paulo, reduzindo assim a quantidade de investimento necessário em linhas de envase, rotulagem, mão de obra e outros processos. Já os chopes produzidos na fábrica serão destinados, quase em sua totalidade para venda no restaurante anexo à fábrica. O restante da produção envasada será destinado a atender pontos de venda na região, atendendo à demanda local.

A empresa possui um quadro pequeno de colaboradores, sendo os proprietários da cervejaria um diretor financeiro, um diretor comercial e um cervejeiro, além de um auxiliar de produção e um estagiário. Com as alterações no plano de negócio da empresa, serão contratados três novos funcionários para a fábrica, sendo um coordenador de produção, um auxiliar administrativo e um auxiliar de serviços gerais, de forma que as atividades sejam mais bem distribuídas e não haja sobrecarga de trabalho e carência de planejamento para realização de atividades chave. A maneira com que a organização se constitui limita a capacidade e o tempo de análise para tomada de decisões por parte dos gestores em face do volume de atividades operacionais existentes na rotina de trabalho, tais como a falta de padrão de processos e um departamento de planejamento, programação e controle da produção (PPCP) concretizado dentro da organização, tornando a organização de processos gerenciais uma atividade empírica e pouco estruturada.

3.2 Processo produtivo

A Figura 3 apresenta uma representação das etapas envolvidas no processo de produção da cervejaria.

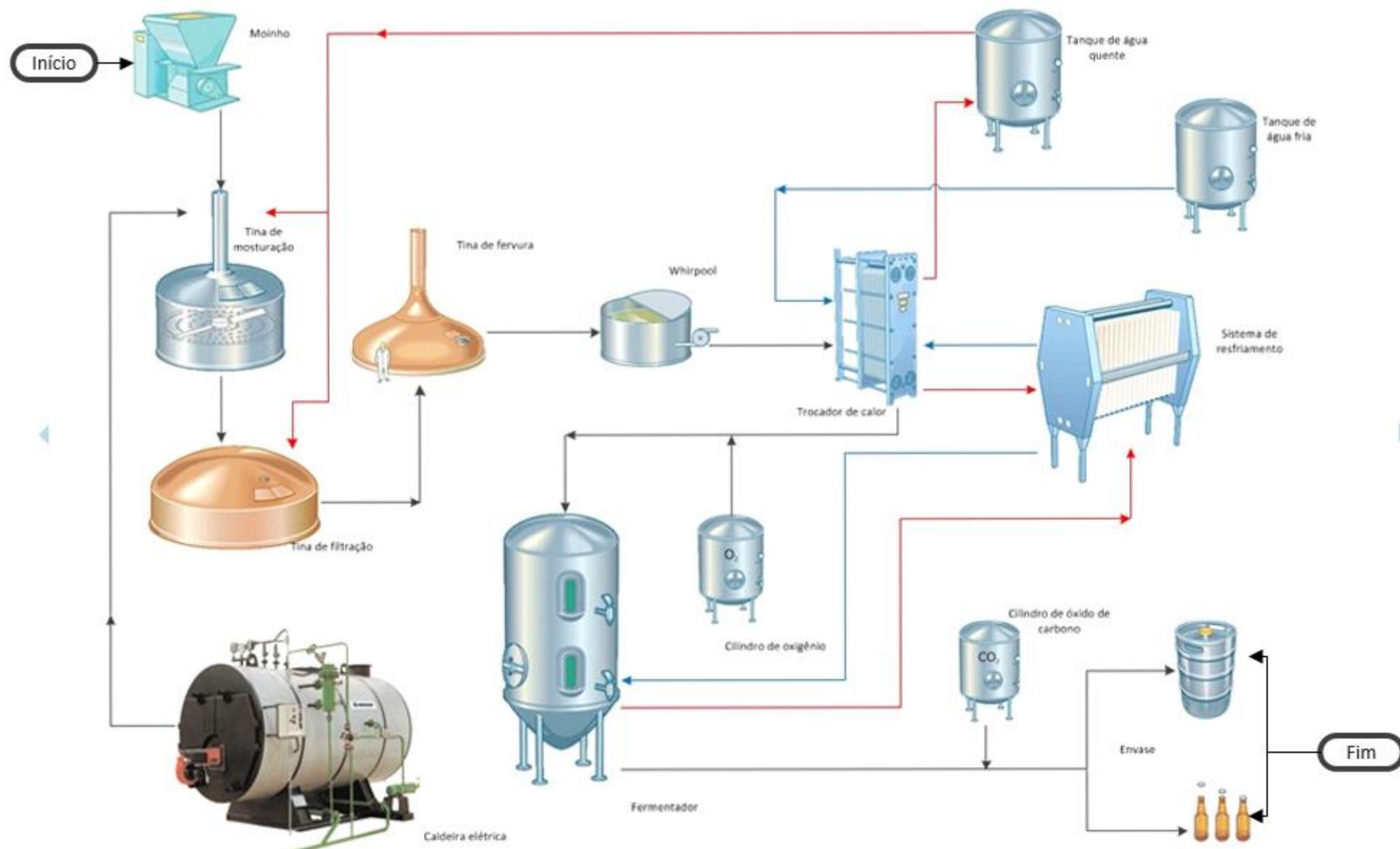


Figura 3: Fluxograma do processo de fabricação de cerveja.

Fonte: O autor

Os tópicos seguintes descrevem cada uma das etapas.

3.2.1 Moagem

No início da produção o malte é enviado até o moinho, que possui como função promover um corte na casca e então liberar o material amiláceo (amido) para o processo e, assim, facilitar o ataque das enzimas durante a mosturação.

Outra função da moagem é também promover a diminuição do tamanho de partícula do amido de modo a aumentar sua área superficial que futuramente vai ocasionar um aumento na velocidade da sua hidrólise. É importante que, na moagem do malte, haja uma produção mínima de farinha (partículas finas), a fim de evitar a formação excessiva de material mucilaginoso na mistura água/malte/adjunto durante a mosturação, o que causa lentidão na filtração do mosto.

A moagem é efetuada em moinhos de dois cilindros (rolos), que possuem dispositivos de segurança contra possíveis explosões e permitem regulagem para adaptar-se ao tipo de mate utilizado. A capacidade do moinho utilizado é de 500 kg de malte/ hora.

3.2.2 Mosturação

O processo de mosturação tem como objetivo obter um rendimento ótimo de extração, além de ter uma produtividade máxima e minimizar custos de energia e operacionais. Trata-se de um processo de transformação enzimática que é influenciada por: concentração do mosto na mostura, tempo de atuação das enzimas, temperatura e pH da mostura, qualidade do malte utilizado e composição da moagem do malte.

Durante o processo de mosturação ocorre a degradação do amido, das proteínas e outras reações indesejáveis como uma possível oxidação dos lipídios e dos poli fenóis. As enzimas que realizam a degradação enzimática das proteínas e do amido já estão presentes no malte e dentre elas destaca-se a atuação das amilases e da exopeptidase. Todavia, existem ainda outras enzimas, mas devido às condições da mostura estas são as mais atuantes.

A mosturação pode ser realizada por meio de processos de infusão, decocção ou ainda por processos mistos. No caso da maioria das micro cervejarias, o processo utilizado é o de infusão, que ocorre quando a elevação de temperatura acontece devido à alimentação de vapor nas camisas de aquecimento da mostura. A capacidade útil da tina de mosturação no ambiente estudado é de 500 litros.

Há procedimentos específicos a serem adotados diante dos principais parâmetros de controle de mostura, para que um bom desempenho seja obtido nesta etapa da produção:

a) Concentração de enzimas: Uma boa proporção varia entre 2 a 3 litros de água por quilo de malte, para que haja boa concentração de enzimas e, por conseguinte, um bom aproveitamento na extração. Uma proporção muito pequena de malte (kg) por água (L) faz com que as enzimas fiquem muito dispersas no meio, o que diminui a eficiência da quebra dos açúcares em proteínas.

b) pH: Cada enzima age melhor dentro de uma faixa específica de pH. Na mostura a faixa ideal situa-se entre 5 e 5,5, para que se obtenha uma melhor atuação enzimática.

c) Teor de Cálcio: O cálcio é muito importante em várias etapas do processo cervejeiro, como na mostura, por exemplo, onde atua na regulação do pH, reagindo com fosfatos, e na garantia da ação enzimática da alfa-amilase, que na falta de cálcio perde atuação.

d) Temperatura: De acordo com Boan e Collini (2015), cada enzima atua melhor numa faixa de temperatura, que é trabalhada de acordo com o perfil desejado para a cerveja:

I. Repouso proteico (45-55°C) – Etapa importante ao trabalhar com cereais ricos em proteínas, como maltes de trigo ou aveia, entre outros. Destina-se à quebra de proteínas maiores em menores, e de peptídeos em aminoácidos, basicamente. Nesta fase atuam as peptidases e proteases.

II. Sacarificação (55-72°C) – Etapa que se destina à quebra dos açúcares maiores em menores. A configuração final dos açúcares resultantes das quebras influenciará na fermentabilidade do mosto, no corpo e no teor de álcool da cerveja. Duas são as enzimas responsáveis pela etapa de sacarificação: beta-amilase (55-65°C) e alfa-amilase (68-72°C)

III. Inativação das enzimas (75-79°C) - Fase final da mostura que visa a parada da atuação enzimática, principalmente.

3.2.3 Clarificação ou primeira filtração

Ao fim da mosturação, o mosto deve ser separado da parte sólida insolúvel da massa. O mosto basicamente é constituído pelo extrato das matérias-primas utilizadas na brassagem, dissolvido em água. Já o resíduo insolúvel é composto pela casca do malte, fragmentos da

camada de aleurona, plúmula, restos de parede celular e proteína coagulada. São esses sólidos insolúveis que darão origem ao leito de clarificação (ou torta de filtro), através do qual o mosto será separado. Assim como na mostura, a tina de clarificação possui capacidade útil de 500 litros.

A clarificação do mosto é normalmente feita em duas etapas: a) na primeira, a fração líquida simplesmente atravessa o leito filtrante, dando origem ao mosto primário; b) na segunda, o resíduo sólido é lavado com água. A finalidade dessa lavagem é recuperar o extrato que fica retido na torta de filtro, após a separação do mosto primário.

A temperatura da mistura durante a clarificação deve estar por volta de 75°C. Nesta temperatura a viscosidade do mosto favorece sua pronta e completa separação do resíduo, as enzimas do malte estão predominantemente inativas, o desenvolvimento bacteriano está bloqueado e não existe o risco de se extrair substância insolúvel das matérias-primas, principalmente os taninos da casca do malte.

3.2.4 Fervura

A fervura do mosto tem por objetivo conferir-lhe estabilidade biológica, bioquímica e coloidal. Além disso, nessa etapa há o desenvolvimento de cor, aroma e sabor, bem como ocorre aumento da concentração de extrato. Durante a fervura, a flora microbiana, presente no mosto que resistiu ao processo de mosturação e filtragem, é destruída, assim como as substâncias extraídas do lúpulo durante essa fase contribuem para a esterilização do mosto. A enzima alfa-amilase, que após a mosturação e filtragem poderia apresentar alguma atividade, é agora inativada. As proteínas e os taninos são coagulados e eliminados do mosto na forma de “*trub*”, um resíduo mucilaginoso semelhante ao lodo. Na ebulição, alguns compostos voláteis, que conferem odor e sabor da cevada ou malte, são eliminados. Por outro lado, com a adição de lúpulo que se dá nessa fase, há o desenvolvimento do aroma e sabor característicos dessa matéria-prima.

A adição do lúpulo varia em quantidade e espécie, dependendo do tipo de cerveja que se está produzindo. O tempo de fervura também é variável, assim como o momento da adição. Ao adicionar-se lúpulo no início, estaremos contribuindo com o amargor da cerveja produzida. No meio da fervura, a contribuição é para o sabor, e nos minutos finais, conseguimos extrair a maior parte do aroma. A tina de fervura também possui capacidade útil de 500 litros por batelada, assim como as tinas de mostura e clarificação.

3.2.5 Whirlpool e resfriamento do mosto

Terminada a fervura, passamos para a parte da remoção do *trub* grosso (residual de lúpulo, grãos e partículas suspensas que passaram pelo filtro de clarificação). Neste momento o tempo de bombeamento do mosto quente das caldeiras de fervura para o *whirlpool* deverá ser o mais rápido possível. O *whirlpool* tem a finalidade de criar um vortex no mosto, ocasionando a coagulação das substâncias indesejáveis na cerveja, assim como o material sólido proveniente da adição do lúpulo. Após o *whirlpool* o mosto deve permanecer em repouso entre 20 e 25 minutos, para evitar aumento da coloração por oxidação e um eventual aumento do amargor pela continuação da isomerização do lúpulo. Terminado o descanso, resfria-se o mosto.

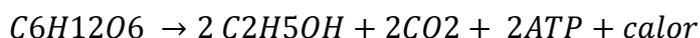
O resfriamento do mosto tem por objetivo reduzir a temperatura da fervura de aproximadamente 100 graus Celsius para a temperatura adequada de inoculação do fermento, que varia conforme a cerveja a ser produzida. O tempo para o resfriamento do mosto deve ser o menor possível pois neste intervalo a velocidade das reações químicas indesejáveis é acelerada. Uma capacidade de resfriamento de aproximadamente 1000 litros/hora, como é o resfriador da indústria em questão, reduz drasticamente a chance de haver reações químicas indesejáveis para o processo de fabricação. O resfriamento favorece também a eliminação de componentes do mosto que causam turbidez, através da sua precipitação.

Devidamente resfriado, o mosto precisa ser aerado. A levedura do fermento tem necessidade de oxigênio para sua reprodução, por isso a aeração do mosto é uma etapa muito importante do processo. O ar é injetado no mosto logo após a saída do resfriador. Esta injeção deve ser contínua ao longo de todo o período de resfriamento. Os cuidados na qualidade do ar também são necessários, ele deve ser estéril, isento de óleo, inodoro e seco.

3.2.6 Fermentação

A fermentação alcoólica nada mais é que um processo de oxirredução, onde a ação de milhões de leveduras transforma os açúcares em gás carbônico e etanol, como se pode ver na Equação 1.

Equação 1: Quebras das moléculas de açúcar em gás carbônico e etanol.



Na presença de oxigênio a levedura pode oxidar completamente as moléculas de açúcar e produzir gás carbônico, água e energia. Embora estejam envolvidas dezenas de enzimas, este processo pode ser representado pela seguinte equação química:

Equação 2: Quebras das moléculas de açúcar em gás carbônico e água na presença de oxigênio.



Para a importância do processo, as duas vias metabólicas são importantes. A via respiratória – energeticamente mais eficiente – é utilizada no início do processo de fermentação, promovendo o crescimento e o revigoramento do fermento. A via fermentativa tem a função de promover a transformação do mosto em cerveja, através da conversão do açúcar em álcool e gás carbônico.

Assim como os métodos utilizados na fabricação do malte e todo o procedimento de preparação do mosto, a fermentação é uma fase que influencia de maneira direta à qualidade da cerveja. Muitos são os fatores que afetam a etapa de fermentação, dentre eles: a composição química e a concentração do mosto, a cepa da levedura e seu estado fisiológico, a aeração do mosto e da própria levedura, a quantidade e o modo de inoculação da levedura no mosto, a temperatura do mosto e da levedura e a geometria e dimensões dos tanques fermentadores.

Quando uma cervejaria opta por uma cerveja de alta fermentação deverá utilizar levedura “ale” – normalmente uma *Saccharomyces cerevisiae* – como agente fermentativo. Nesse processo, a temperatura inicial do mosto, para inoculação, deve estar entre 20 e 25°C. A atividade fermentativa é comprovada pelo desprendimento de gás carbônico e a formação de espuma de coloração castanha, rica em fermento. No final da fermentação, especificamente nas últimas 10 horas, a atividade fermentativa é baixa e as leveduras tendem a subir para a superfície do mosto, de onde são separadas por métodos mecânicos.

No caso das cervejas de baixa fermentação, o cervejeiro deve utilizar a levedura “lager” – normalmente *Saccharomyces uvarum*. Esta pode ser inoculada pela tubulação ou diretamente pelo topo do fermentador. Uma temperatura situada na faixa de 8 a 12 graus Celsius é necessária para que este tipo de fermentação ocorra. Em função das baixas temperaturas utilizadas nesse processo, a fermentação é lenta, podendo durar de 7 a 10 dias. No final da fermentação, pode-se observar a levedura decantada na base cônica do tanque fermentador.

Na última parte da fermentação, onde a cerveja já foi totalmente fermentada, o cervejeiro deve fazer a purga no tanque de fermentação, eliminando todo o fermento depositado no fundo deste. Esse processo tem como finalidade evitar a autólise da levedura (autodigestão), quando esta se sofre autólise a levedura se rompe e o citoplasma da célula é dissolvido na cerveja, causando uma elevação no pH, coloração mais elevada e estabilidade baixa na espuma.

3.2.7 Maturação

Ao término da fermentação, a cerveja passa pela fase de maturação (também conhecida por fermentação secundária). Este processo tem como objetivos principais a carbonatação pela formação de CO₂, a clarificação pela sedimentação do fermento residual e partículas amorfas diversas, a estabilização coloidal pela formação de complexos proteicos insolúveis a baixas temperaturas, a redução da concentração de diacetil, acetaldeído e ácido sulfídrico, bem como a aumento do teor de éster. A maturação, propriamente dita, trata-se do aprimoramento do aroma e do paladar da cerveja. Atualmente há uma nítida tendência de as cervejarias realizarem a fermentação primária e secundária em um único tanque, pois este processo é mais adequado, de modo que evita perdas por trasfegas e oxidação do produto.

O tipo de levedura normalmente define o método de maturação. A maturação é normalmente conduzida a baixa temperatura, normalmente a 0°C, por um período que varia de 1 a 4 semanas e, nos casos mais específicos, mais de quatro semanas. Em virtude dos custos envolvidos nessa fase, tem-se proposto a redução do tempo de maturação com a adoção de novas técnicas.

3.2.8 Carbonatação

O processo de carbonatação tem o seu início já na fermentação secundária, onde ocorre naturalmente mediante a atividade de leveduras residuais. Uma contrapressão de CO₂ de 0,8 – 1,0 bar também é utilizada no tanque de maturação, de forma que se atinja o equilíbrio entre o líquido e o gás.

Entretanto, dadas as dificuldades de controle da fermentação final e do nível de CO₂ no produto, as cervejarias normalmente optam por outros métodos de carbonatação, chamados de métodos mecânicos. Nesses casos utiliza-se CO₂ comprado de empresas especializadas ou

recuperado na própria cervejaria, a partir do gás carbônico produzido na fermentação da cerveja.

Dentre as várias técnicas de carbonatação mecânica de cerveja, as mais conhecidas são a carbonatação em linha e a carbonatação em tanque. Na carbonatação em linha, o gás carbônico é injetado durante a passagem da bebida por uma tubulação. Um difusor produz bolhas muito pequenas de CO₂ (10-100 µm), que são facilmente absorvidas pela cerveja. Normalmente realiza-se a carbonatação em linha durante a transferência da cerveja filtrada para o tanque de armazenamento final (tanque de pressão). Na carbonatação em tanque, o CO₂ é injetado na cerveja através de um difusor localizado no fundo de um tanque de armazenamento, até que se atinja uma determinada contrapressão.

3.2.9 Filtração

A filtração da cerveja possui como objetivos a remoção de micro-organismos (levedura da cerveja), eliminação de turbidez com a remoção de partículas em suspensão, poli-fenóis complexos, resinas de lúpulo, taninos, e a remoção de precursores de turbidez, tais como proteínas. Os meios filtrantes mais utilizados são filtros compostos por diatomáceas ou perlitas. As terras diatomáceas são provenientes de algas diatomáceas que se mineralizam em depósitos subaquáticos, e posteriormente tratados e moídos por martelos até que se tornem uma terra fina e de granulometria baixíssima. As perlitas são minerais vulcânicos de composição vidrosa, que aumentam de volume após seu aquecimento. São então moídos e classificados de acordo com sua granulometria, porém com aplicação muito menor que os filtros de terra.

A escolha do filtro de terra adequado é um compromisso entre alta clareza (e fluxo baixo) e baixa transparência (e de fluxo elevado). A opção mais viável é a operação que maximiza o fluxo mantendo um nível aceitável de clareza. Em toda operação de filtragem, clareza e fluxo são variáveis antagônicas entre as quais se deve encontrar equilíbrio.

O uso de um filtro de terra de diatomáceas possui os seguintes pontos principais: sanitização, pré-cap, quantificação de terra durante o filtrado e limpeza. A clareza obtida a partir do filtro é afetada pelo grau da pré-cap e pela granulometria de terra que se utiliza durante a filtração. Deve-se utilizar terra filtrante grossa para remover partículas grandes e terra filtrante fina para remover partículas finas garantindo um grau de “polimento” maior à cerveja.

A pré-capa é armada através da recirculação de uma mescla de terra filtrante e cerveja até que a terra filtrante se deposite sobre toda a malha do filtro. A pré-capa começa a formar-se após 5 minutos, com a obtenção de boa claridade da cerveja em aproximadamente 15 minutos. Uma vez que a filtração é iniciada, e para impedir que as partículas na cerveja entupam o filtro armado com a pré-capa, adiciona-se continuamente a terra filtrante junto com a cerveja, para que o filtro se recomponha. O ciclo de filtração termina quando o filtro atinge a máxima diferença de pressão permitida (aprox. 40KPa), ou o filtro atinge sua capacidade máxima. Se, por algum motivo, o fluxo de terra diatomácea é interrompido, a diferença de pressão é aumentada imediatamente. Como regra geral, aumenta-se a dose de terra de acordo com a turbidez e grau de polimento que se deseja atingir na cerveja. O filtro utilizado na cervejaria possui área total de filtração de 1m² e capacidade de filtração de 500 litros de cerveja por hora.

3.2.10 Envase

Utilizam-se normalmente diversos tipos de embalagens para acondicionar a cerveja. O tanque de 800 litros é provavelmente a maior embalagem que existe no mercado, mas no Brasil o seu uso está restrito a algumas festas populares e confraternizações.

Um pouco mais populares são os barris de 30 e 50 litros. Os antigos barris de madeira (carvalho) foram substituídos pelos modernos, fabricados em aço inoxidável ou alumínio. Os barris metálicos são mais higiênicos, e diminuem a possibilidade de ocorrência de infecções na cerveja.

Como o processo de envase de barris é manual e a taxa de envase para barris de 30 litros é de aproximadamente 12 barris por hora, entre transferência do tanque para o barril e carbonatação forçada.

3.3 Mapa do processo produtivo

A Figura 4 representa as etapas do processo de planejamento, produção e estoque na empresa tratada. As técnicas utilizadas para o mapeamento do processo foram as de observação *in loco* do ambiente de trabalho e a colaboração de opinião especializada, tais como o cervejeiro e gerente de produção da unidade fabril, e membros do departamento administrativo. O conhecimento acerca dos aspectos técnicos da fabricação da cerveja também contribuiu para que o mapeamento do processo fosse concluído com êxito. A

ferramenta utilizada para elaboração do mapa do processo fora o software Bizagi Modeler, empregando a metodologia BPMN (*Business Process Modeling Notation*), que é um padrão para modelagem de processos de negócios através de um diagrama.

A fase de planejamento da produção contempla as atividades de analisar a necessidade de produção de uma determinada cerveja, sequenciar e alocar os lotes a serem produzidos nos devidos tanques fermentadores da adega, verificação de disponibilidade de insumos em estoque e a ordem de compra dos mesmos, e finalmente a emissão da ordem de produção. Destaca-se neste processo de planejamento o Plano Mestre de Produção, tema principal abordado neste trabalho e processo chave para atendimento dos requisitos e restrições de processo para que haja máximo aproveitamento da capacidade produtiva da fábrica.

Após o envio da ordem de produção ao chão de fábrica, o processo de fabricação já descrito anteriormente é realizado. Ao fim da produção e o fechamento do lote envasado, os barris devem ser mantidos refrigerados para que a vida útil do produto seja estendida e suas características preservadas. A gestão de estoques, apesar de ser componente do PPCP da empresa, não será descrito de forma detalhada neste trabalho.

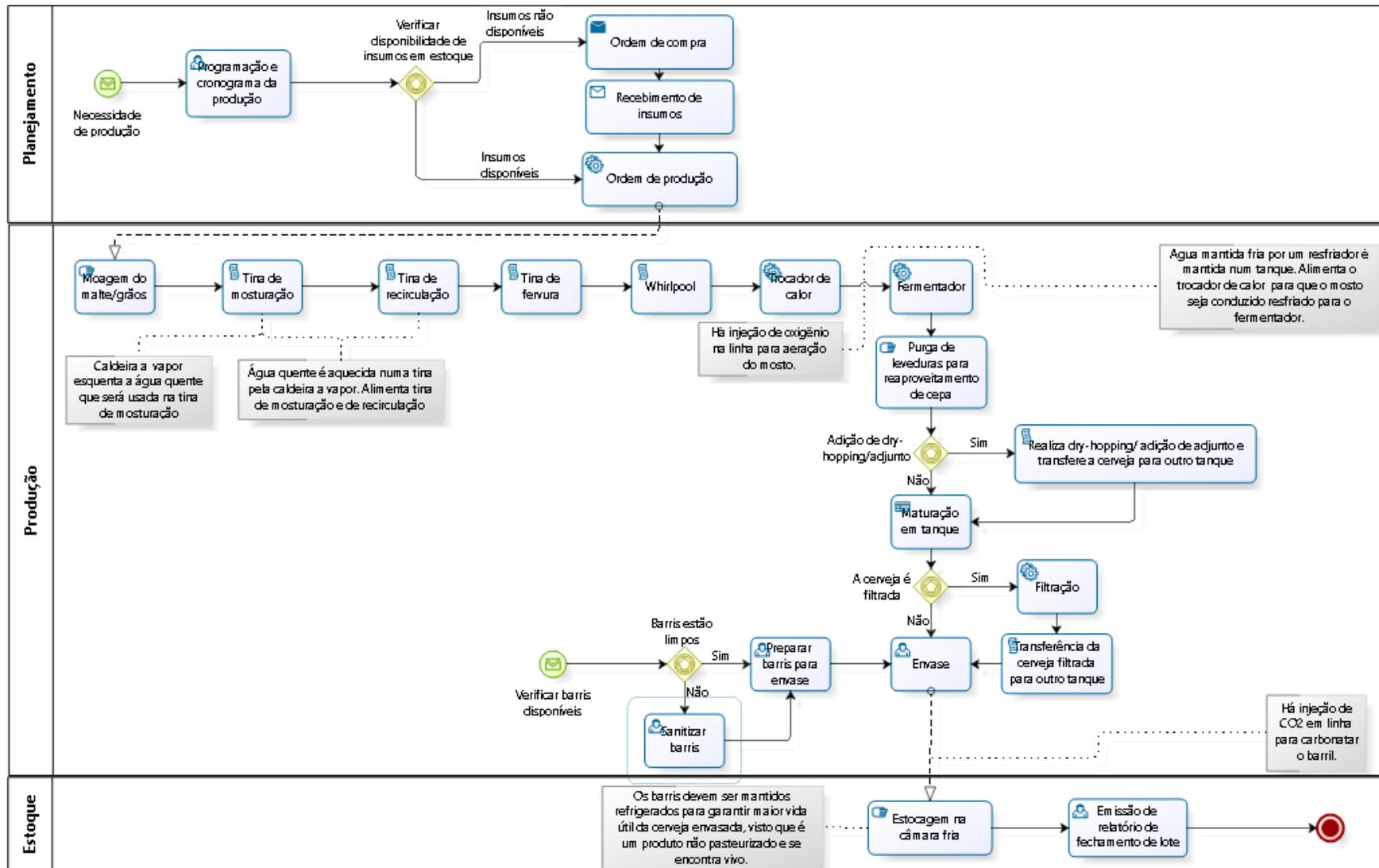


Figura 4: Mapeamento do processo produtivo.

Fonte: o autor.

3.4 Diagnóstico

O diagnóstico foi realizado por meio de observação *in loco* do processo produtivo, tendo como foco a identificação das restrições relacionadas ao processo e ao produto.

As principais restrições identificadas encontram-se descritas no quadro abaixo:

Quadro 2: Restrições relacionadas ao processo e ao produto fabricado.

Restrição	Etapa do processo	Descrição
Cepa de levedura utilizada	Fermentação (início)	As leveduras utilizadas nas produções num período P+1 deverão ser identificadas pelo cervejeiro de acordo com as cepas em atividade no período P, para que haja reaproveitamento de leveduras.
		A inoculação (inserção) de uma levedura em tanque deve ser realizada em até 14 dias após sua purga (retirada) de um outro tanque.
Dry Hopping (adição de lúpulo a frio)	Fermentação (final)	Quando houver cerveja que possui <i>dry hopping</i> em seu processo, ou seja, a adição de lúpulo a frio para agregação de aromas à cerveja, a cepa de levedura em atividade deverá ser purgada do tanque previamente ao <i>dry hopping</i> .
		Tempo de <i>dry hopping</i> após purga da levedura: 4 dias (1 <i>dry hopping</i>) ou 6 dias (2 <i>dry hopping</i> considerando 3 dias para cada adição).
		A cerveja deverá ser removida do contato com o lúpulo ao final do período de <i>dry hopping</i> , sendo assim transferida para outro tanque vazio.
		É obrigatória a existência de um tanque livre no <i>scheduling</i> da produção para receber a cerveja que será transferida após o <i>dry hopping</i> .
Filtração	Filtração	A filtração deverá ocorrer sempre no dia anterior ao envase da cerveja, ou seja, sempre no penúltimo dia do <i>lead time</i> do processo.

		É obrigatória a existência de um tanque livre no <i>scheduling</i> da produção para receber a cerveja que será transferida após a filtração.
Capacidade diária de produção e dias de operação	Planejamento	A indústria conta com uma casa de brassagem (tinhas de mostura, clarificação e fervura) com capacidade útil de 500 litros por batelada, quatro tanques de fermentação/maturação com capacidade para armazenar 500 litros e oito tanques de fermentação/maturação com capacidade para armazenar 1000 litros.
		As principais operações do processo devem ser realizadas em dias úteis e horário comercial, enquanto que operações como filtração, adição de lúpulo a frio, inoculação e purga de leveduras podem ser realizadas aos sábados.
Capital de giro da empresa	Planejamento	O custo de fabricação das cervejas no período P não deve ultrapassar o limite de capital de giro estabelecido pelo departamento financeiro da empresa. Para tanto, é fundamental que medidas alternativas para viabilizar a fabricação sejam tomadas em tempo hábil, de forma a não comprometer o planejamento.
Horizonte de tempo de planejamento	Planejamento	O tempo para elaboração e execução do plano mestre de produção não pode ser superior a 21 dias, em função do lead time do processo de fabricação. Este horizonte de tempo é justificado pela necessidade de sempre haver cervejas alocadas em tanques e de se reaproveitar as leveduras utilizadas no período anterior, reduzindo assim a ociosidade dos equipamentos da adega cervejeira e mantendo a vitalidade e viabilidade da levedura cervejeira.

Fonte: o autor

3.5 Proposta de categorização

A categorização dos produtos a serem fabricados foi elaborada por meio de uma legenda que caracteriza cada estilo de cerveja produzido, independentemente de seu nome comercial ou subcategoria dentro das “famílias” de cerveja. Esta categorização foi proposta

para facilitar o sequenciamento e programação da produção, visto que não será necessário para o responsável pelo PCP conhecer a fundo as peculiaridades de cada estilo de cerveja a ser produzido contanto que consiga ajustar o sequenciamento das atividades de acordo com os quatro parâmetros indicados no Quadro 2.

Quadro 3: Categorização de cervejas comuns

Categorização da cerveja a ser produzida (comuns)	Legenda
Levedura: Ale ou Lager	A ou L
Necessidade de filtração	F (filtrar) ou S (não filtrar)
Quantidade de <i>dry hopping</i>	0D, 1D ou 2D
Tempo de processo de fabricação (dias)	21, 25 ou 30

Exemplificando, pode-se descrever de forma genérica uma cerveja do tipo lager, que requer filtração, que dispensa a adição de lúpulo a frio e com lead time de 21 dias com o código “LF0D21”. Deve-se destacar também a possibilidade de haver a produção esporádica de cervejas que não se enquadram em todas as variáveis descritas acima, exigindo então uma nomenclatura diferente. Estas cervejas possuem características específicas, tais como um tempo muito maior de maturação ou fermentação, aumentando criticamente o *lead time* do processo de fabricação. Para defini-las, utiliza-se os parâmetros descritos no Quadro 3.

Quadro 4: Categorização de cervejas específicas

Categorização da cerveja a ser produzida (específicas)	Legenda
Levedura: Ale ou Lager	S
Necessidade de filtração	F (filtrar) ou S (não filtrar)
Quantidade de <i>dry hopping</i>	0D, 1D ou 2D
Tempo de processo de fabricação (dias)	21 a 150

3.6 Estratégia para elaboração do plano mestre

A Figura 5 apresenta as etapas de tomada de decisão e departamentos envolvidos na elaboração do plano mestre de produção. Também destaca as restrições e requisitos do processo já levantados anteriormente no diagnóstico, facilitando a tomada de decisão por parte do PCP. Cada uma das etapas do fluxograma será apresentada a seguir.

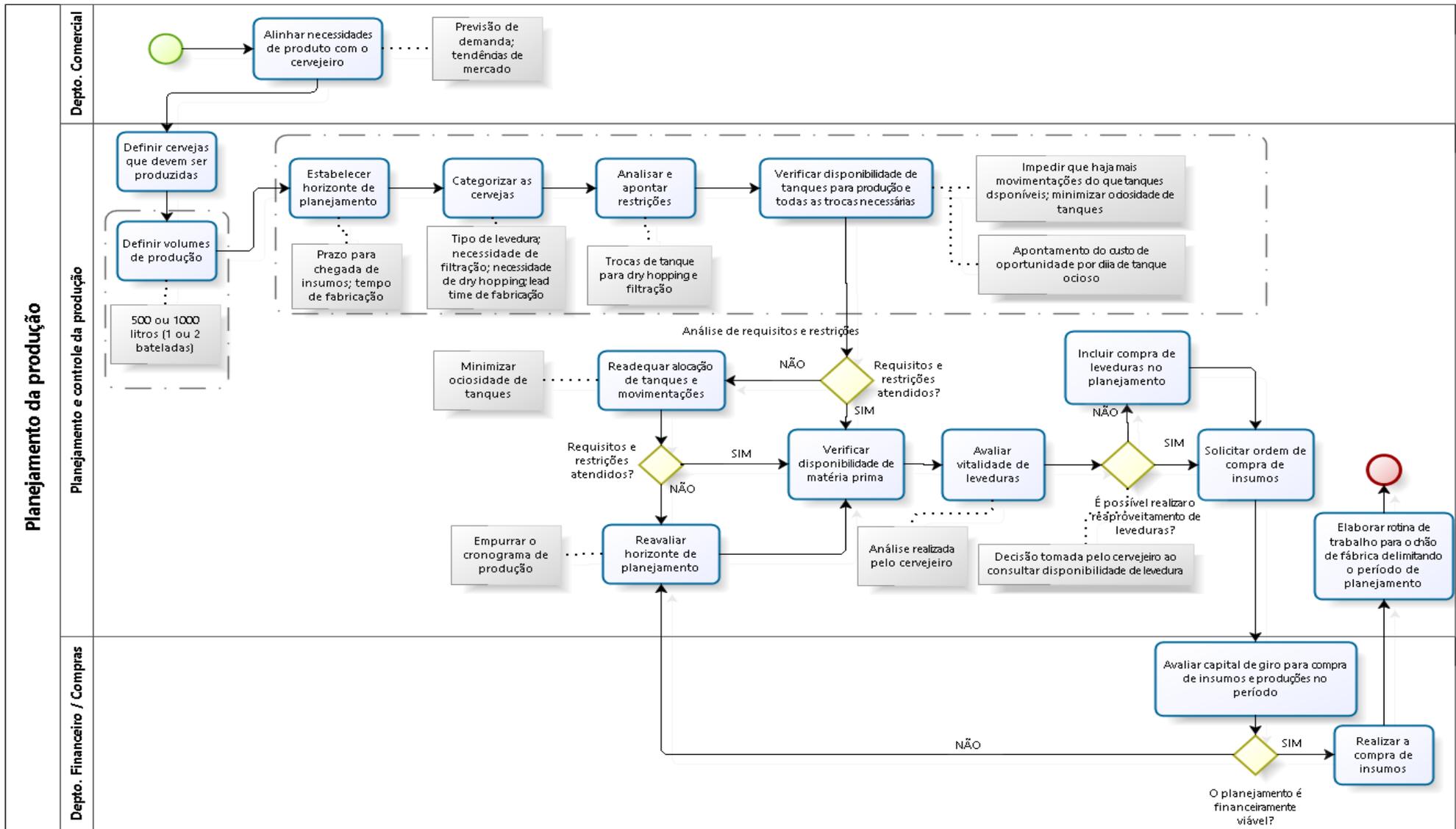


Figura 5: Fluxograma do processo de tomada de decisão para elaboração do plano mestre de produção.

Fonte: o autor.

- **Alinhar necessidades de produto com o cervejeiro:** primeira etapa do processo de elaboração do plano mestre de produção, onde participam o departamento comercial (vendas) e o cervejeiro (processo). Nesta etapa, o departamento comercial transmite informações e alinha expectativas com o cervejeiro acerca da previsão de demanda e as tendências de mercado, tais como sazonalidade e novidades do cenário cervejeiro nacional.
- **Definir cervejas que devem ser produzidas:** A partir da reunião com o comercial, o cervejeiro leva as informações até o departamento de PCP para que sejam definidos os estilos de cerveja que serão produzidos.
- **Definir volumes de produção:** Escolher qual o volume de produção (500 ou 1000 litros) para cada cerveja definida na etapa anterior.

Análise dos requisitos e restrições:

- **Estabelecer horizonte de planejamento:** De acordo com os dados extraídos das duas etapas de planejamento anteriores, definir o horizonte de planejamento das produções. Usualmente, levam-se em consideração três fatores: a capacidade de operação da fábrica, sendo de até duas produções por dia, conforme já estabelecido no diagnóstico; o *lead time* de cada cerveja; e o prazo médio para chegada dos insumos, para que seja definido o dia de início das fabricações.
- **Categorizar as cervejas:** Etapa já discorrida no item 3.5 Proposta de Categorização, que facilita a visualização do que está sendo produzido através de uma legenda para cada cerveja e suas características.
- **Analisar e apontar restrições:** A partir da categorização, realizar o levantamento de restrições tais como a movimentação da cerveja entre tanques para etapas como *dry hopping* (adição de lúpulo à frio que pode ser feito uma ou duas vezes), adição de coadjuvantes (frutas, especiarias, entre outros) e também filtração.
- **Verificar disponibilidade de tanques para produção e todas as movimentações necessárias:** Com o *mix* de produtos já definido e as restrições de processo apontadas, é necessário levar em consideração a disponibilidade física dos tanques para realização das movimentações de cerveja, de forma que não haja entraves na rotina do chão de fábrica. Além de impedir que haja a produção de cervejas que exigem mais movimentações do que a capacidade instalada de tanques, também é fundamental que

o custo de oportunidade diário de um tanque ocioso na adega cervejeira seja apontado, ou seja, quanto, em termos financeiros, a empresa está deixando de faturar e/ou produzir em face de executar um planejamento de produção com tanques vazios ao longo do período planejado.

Caso os requisitos e restrições apontados acima não tenham sido atendidos:

- **Readequar alocação de tanques e movimentações:** esta etapa consiste em solucionar o problema de ociosidade de tanques explicado na etapa anterior. Deve-se rever e readequar o horizonte de planejamento e escolher um *mix* de produtos que exigem menos movimentações de tanque, de forma que a capacidade instalada da fábrica seja utilizada em sua totalidade e haja a menor quantidade possível de tanques ociosos ao longo do período de produção.

Caso os requisitos e restrições apontados acima tenham sido atendidos,

- **Verificar disponibilidade de matéria prima:** Consultar o estoque de matéria prima e verificar se há insumos suficientes para todas as produções do período. Leva-se em consideração o estoque de maltes, lúpulos, leveduras, coadjuvantes (enzimas, sais, floculantes, terra para filtração), adjuntos (temperos, especiarias, frutas), produtos químicos para CIP (limpeza de tanques) e gases (oxigênio, gás carbônico);
- **Avaliar vitalidade de leveduras:** Com a possibilidade de se reaproveitar a cepa de leveduras oriundas da fermentação de outras cervejas em períodos anteriores por até seis produções subsequentes, o cervejeiro analisa a vitalidade da levedura e decide se é possível utilizar a mesma cepa da produção anterior ou se um novo pedido de leveduras deve ser realizado. A cervejaria utiliza cinco tipos de leveduras distintas, que fermentam estilos diferentes de cerveja.

Havendo a possibilidade de realizar o reaproveitamento, pode-se descartar o pedido de leveduras na ordem de compra de insumos. Caso não seja possível realizar o reaproveitamento de leveduras do período anterior para as próximas produções, faz-se necessário a inclusão de um novo pedido na ordem de compra, então,

- **Solicitar ordem de compra de insumos:** Etapa que exige comunicação do PCP com o departamento financeiro (compras). Após consulta de disponibilidade de insumos para a produção no período, uma ordem de compra é solicitada de forma que haja matéria prima suficiente para que a execução do planejamento seja um sucesso.

- **Avaliar capital de giro da empresa para compra de insumos no período:** Ao receber o pedido de compra de insumos, o departamento de compras avalia o capital de giro da empresa e define a viabilidade de compra do que foi cotado para as produções no período.

Após a avaliação de capital de giro da empresa no período, se o planejamento não for financeiramente viável,

- **Reavaliar o horizonte de planejamento:** O cronograma de produção deve ser empurrado de forma que o capital de giro da empresa não seja comprometido com as compras de insumos.

Caso contrário,

- **Realizar a compra de insumos:** Nesta etapa, o departamento de compras realiza as cotações e é avisado pelo fornecedor o prazo médio de chegada dos insumos, dado que deve ser levado em consideração para formalizar a data de início das produções no período.
- **Elaborar rotina de trabalho para o chão de fábrica delimitando o período de planejamento:** Com a confirmação da data de chegada dos insumos, o *mix* de produção estabelecido, o volume de produção, alocação das produções em tanques e o planejamento validado considerando o mínimo de ociosidade de tanques possível na adega cervejeira e o máximo de cepas de leveduras reaproveitadas de outras produções, deve-se planejar a produção em níveis mais baixos, considerando a rotina do chão de fábrica.

4 CONCLUSÃO

Percebe-se que diversas atividades relacionadas à geração do plano mestre de produção são interdependentes, demonstrando assim um elevado grau de complexidade no atendimento de todos os requisitos e restrições do processo de planejamento e fabricação das cervejas. Como já dito anteriormente, toda a discussão fora realizada de forma qualitativa e através de observações e estudo do processo produtivo. Destaca-se a necessidade de reavaliações periódicas desta estratégia e revisão constante das etapas de planejamento, buscando sempre a melhoria contínua.

A proposta de categorizar os estilos de cerveja em legendas busca facilitar a compreensão daqueles que não conhecem de forma tão detalhada o processo de fabricação, mas que estão aptos a realizar o planejamento das produções de forma concisa e sistêmica. Além das dificuldades de adequar a capacidade física da fábrica com a finalidade de atender às restrições de processo de cada cerveja produzida, reduzir ociosidade de tanques, reaproveitar as cepas de levedura já disponíveis em estoque e maximizar o volume produzido mensalmente, há também o desafio de elaborar o plano mestre de produção de forma que o custo com insumos não ultrapasse o valor de capital de giro estipulado pelo departamento financeiro da empresa para compra de matéria prima. Com o conjunto de regras consolidando a presente estratégia, pode-se concluir que o trabalho proposto, em face ao atendimento do objetivo geral e dos objetivos específicos - levantamento de estratégias, diagnóstico das variáveis e restrições do processo, definição de prioridades e validação da estratégia) - é viável e bem sucedido.

4.1 Contribuições

Destaca-se como contribuição para a área científica um aprofundamento maior do relacionamento entre as áreas de Planejamento e Controle da Produção e o processo de fabricação de cervejas através da elaboração das estratégias voltadas para execução do Planejamento Mestre de Produção, assunto este que é pouco discutido e fundamentado especialmente em estudos de caso.

Para a empresa, a identificação e priorização das regras a serem seguidas para que se obtenha um bom plano de produção poderão reduzir significativamente a quantidade de falhas humanas, visto que há grande relação entre os requisitos e restrições do processo de

fabricação. O envolvimento de outros setores da empresa, tais como o departamento comercial e o financeiro promovem maior integração entre as equipes de trabalho, que desempenham um papel de colaboração para que os objetivos estabelecidos para a produção sejam atingidos. É importante ressaltar também o mapeamento dos processos de planejamento e de fabricação, de forma a tratar os gargalos e revalidar constantemente a estratégia definida.

As estratégias discutidas no presente trabalho não se limitam apenas à empresa estudada. De maneira geral, as cervejarias de pequeno e médio porte possuem o mesmo comportamento quando se trata de atividades de planejamento e controle, visto que o processo é o mesmo e que as restrições mudam de forma pouco significativa entre os ambientes, tornando assim esta pesquisa aplicável em diversas empresas do mesmo setor.

4.2 Dificuldades e Limitações

As dificuldades e limitações encontradas ao longo do desenvolvimento deste trabalho são explicadas a seguir:

- A indústria abordada passa por um processo de expansão de capacidade produtiva e de reformulação no modelo de negócio, passando a produzir as garrafas em estabelecimentos terceiros e dedicando-se exclusivamente para a fabricação de chopes (cerveja não pasteurizada, envasada em barril) para revenda no bar da fábrica. Este novo modelo de negócio é novo, impossibilitando a extração de dados de histórico de consumo para uma previsão de demanda concisa, exigindo que o trabalho fosse realizado apenas de forma qualitativa e sem apontamentos numéricos;
- Apesar da implementação de um sistema de gestão na empresa estar em andamento no período da pesquisa ação, a falta de um *software* de gestão inteiramente instalado na empresa dificulta a visualização e organização dos dados, forçando que toda a pesquisa fosse baseada em observação, estudos, entrevistas e reuniões;
- Em suma, o desencontro entre o fim das instalações e início das atividades da nova unidade fabril - aliado à carência de dados históricos e apontamentos – e o período de elaboração deste trabalho, impôs ao autor que novas medidas de melhoria fossem pensadas e planejadas antes mesmo da execução efetiva das estratégias definidas.

4.3 Trabalhos futuros

Várias perspectivas interessantes para trabalhos futuros podem ser exploradas, tais como:

- **Modelo matemático para previsão de demanda:** com dados históricos de vendas, empregar modelos matemáticos para previsão de demanda é uma medida fundamental para empresas que planejam as produções de acordo com a sazonalidade;
- **Estoque de segurança:** aliado à sazonalidade da demanda, desenvolver quantitativamente o estoque de segurança é garantir que a demanda sempre seja atendida, sem carência ou atrasos na entrega dos produtos ao consumidor final;
- **Revisão e apontamento de melhorias na estratégia proposta neste trabalho:** a busca pela melhoria contínua deve ser prática constante por parte das empresas. A revisão dos processos operacionais e gerenciais auxilia no sucesso da organização para garantia de qualidade.
- **Criação de indicadores de desempenho da produção a partir da estratégia consolidada:** os indicadores de desempenho norteiam as decisões tomadas pelos gestores. A organização deve utilizar de forma eficiente os indicadores, sendo estes mensuráveis e alcançáveis.
- **Modelagem matemática e implementação computacional do Plano Mestre de Produção:** utilizando auxílio computacional, desenvolver um modelo matemático e implementação por algoritmos de todo o planejamento de produção da unidade fabril, avaliando *lead time* de processo de cada cerveja, a alocação das produções em tanques de forma que não haja ociosidade e a avaliação financeira do custo com insumos no período tratado. Vale destacar que este projeto já se encontra em andamento e em fase de desenvolvimento.

5 REFERÊNCIAS

- BOAN, M.; COLLINI, D. **Manual Cervejeiro**. Buenos Aires: Editora Dunken, 2015.
- BORBA, M.P.; GRAZIANI, A.P; FLORISBELO, D.F. **Aplicação de Pesquisa Operacional no Desenvolvimento de uma Ferramenta de Sequenciamento da Produção em uma Fundação de Grande Porte em Joinville**. Em: XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014. ABEPRO, Curitiba.
- CAVALCANTI, E.M.B.; MORAES, W.F.A. **Programa-mestre de produção: concepção teórica x aplicação prática na indústria de cervejas e refrigerantes**. Enanpad, 22, 1998, Foz do Iguaçu.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2006.
- FERNANDES, F.C.F.; GODINHO FILHO, M. **Planejamento e Controle da Produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.
- FERNANDES, F. C. F.; GRACIA, E.; SILVA, F. M.; GODINHO FILHO, M. **Proposta de um método para atingir a manufatura responsiva na indústria de calçados: implantação e avaliação por meio de uma pesquisa-ação**, *Gestão & Produção*, São Carlos, v.19, n.3, p.509-529, 2012b.
- GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 175 p.
- HOPP, W. H.; SPEARMAN, M. L. **Factory physics: foundations of manufacturing management**. 2. ed. New York, Ny, Usa: Mc Graw-hill, 2000. 726 p.
- Instituto da Cerveja Brasil. **Cervejarias Artesanais no Brasil: A cena craft beer no Brasil**. Disponível em: < <https://www.institutodacerveja.com.br/noticias/n113/novidades/cervejarias-artesanais-no-brasil> >. Acessado em: 01 fev. 2017.
- LANDMANN, R. **Um Modelo Heurístico para a Programação da Produção em Fundições com Utilização da Lógica Fuzzy**. 2005. 207f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFSC, Florianópolis.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mais de mil tipos de cerveja estão registrados no Brasil**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2013/12/mais-de-mil-tipos-de-cervejas-estao-registradas-no-brasil>>. Acessado em: 19 abr. 2016.
- MOCCELLIN, J. V.; BELHOT, R. V. **Reducing the gap between productions Scheduling theory and practice by using expert systems**. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998. ABEPRO, Niterói.

MOREIRA, D. A. **Administração de produção e operações**. 5a ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

NORONHA, A. B.; RIBEIRO, J. F. F.; RIBEIRO, C. M. **Programação de operações com restrições disjuntivas**. São Carlos. *Gestão & Produção*, v.3, n.2, p.204-219, ago. 1996.

NOTHAFT, A. *Brazil's Craft Brewing Scene. The New Brew International*, Boulder, v.2, n.2, p.10-15, 1998a.

PAIVA, E. L.; CARVALHO JUNIOR, J. M.; FENSTERSEIFER, J. E., **Estratégia de produção e de operações: conceitos, melhores práticas, visão de futuro**, 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2009. 253 p.

PESSANHA, L.P.M, ALVARENGA, R.L, ARICA, G.G.M. **Modelagem e resolução do problema integrado de dimensionamento e sequenciamento da produção**: Caso de uma pequena empresa de produtos de limpeza. Em: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2015. ABEPRO, Fortaleza.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). **Potencial de Consumo de Cervejas no Brasil**: Resposta Técnica. Disponível em: <http://www.sebraemercados.com.br/wpcontent/uploads/2015/12/2014_05_20_RT_Mar_Agrom_Cerveja.pdf>. Acessado em: 05/12/2016.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis, 2005. 139 p.

SLACK, N.; CHAMBERS S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 3ª edição. São Paulo: Atlas, 2009.

TATIKONDA, L.U.; TATIKONDA, R.J. *Top ten reasons your TQM effort is failing to improve profit*. *Production & Inventory Management Journal*, third quarter, p.5-9, 1996.

TUBINO, D. F.; **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**, São Paulo: Atlas, 2007.

VIVAN, C.J. **Aplicação do Método *Simulated Annealing* em um problema real de sequenciamento da produção**. Tese de Mestrado em Ciências. Universidade Federal do Paraná, 2010.

Universidade Estadual de Maringá
Departamento de Engenharia de Produção
Av. Colombo 5790, Maringá-PR CEP 87020-900
Tel: (044) 3011-4196/3011-5833 Fax: (044) 3011-4196