



PROJETO DE GRADUAÇÃO

Análise da Produtividade de uma Microcervejaria

Por,

Douglas Herlemann Ochoa

Brasília, 04 de novembro de 2021.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO

Análise da Produtividade de uma Microcervejaria

Por,

Douglas Herlemann Ochoa

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção do título
de grau em Engenharia de Produção

Banca Examinadora

Prof. PhD. Reinaldo Crispiniano Garcia, UnB/ EPR (orientador) _____

Prof. PhD. Paulo Celso dos Reis Gomes, UnB/ EPR _____

Brasília, 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente à minha família, sem a qual eu não teria chegado ao momento de concluir este trabalho, agradeço também aos meus amigos, colegas que deram todo o suporte para que fosse possível concluir esta jornada. Agradeço especialmente minha esposa Gabriela Gennari de Souza, por ter caminhado comigo neste período que teve diversos percalços, mas que, graças ao seu apoio, saímos bem, com saúde e prontos para continuar nossa nova jornada.

Agradeço também aos professores da Faculdade de Tecnologia que me apoiaram e acreditaram no meu potencial como aluno e eterno aprendiz pois descobri neste curso áreas de conhecimento por mim desconhecidas até então e que me abriram horizontes infinitos. Agradeço especialmente aos professores Annibal Affonso Neto e ao Professor Reinaldo Crispiniano Garcia que, devido à sua excelente postura, didática, ética e boa vontade, enriqueceram minha formação de maneira singular.

RESUMO

O processo de fabricação de cervejas é complexo e existem diversas variáveis envolvidas. A complexidade do processo é um desafio para as pequenas cervejarias e requer uma série de cuidados que diretamente ou indiretamente acabam impactando na produtividade do negócio, mas agregando valor ao produto muitas vezes, o que torna o cenário incerto e difícil de prever para muitas empresas. Buscando elucidar este problema, criou-se um sistema de simulação da operação da uma microcervejaria para que fosse possível determinar sua produtividade máxima considerando seus horários de trabalho e sua equipe disponível para a operação. Utilizou-se o software ARENA 14 para elaboração do modelo onde foi possível simular o planejamento e controle da produção, o armazém, produção de mosto, a fermentação e maturação e o envase. Depois de simular a operação da empresa foi possível determinar sua capacidade produtiva e ainda atribuir um mix de produtos entre barris e garrafas de forma a atender o plano de negócios da empresa, assim como duas possibilidades de prazo de retorno e valor presente líquido (VPL).

Palavras-chave: Cerveja, Microcervejaria, Simulação, Produtividade, VPL

ABSTRACT

The brewing process is a complex and there are several variables involved. The complexity of the process is challenging for small breweries requiring a series of precautions that directly or indirectly end up impacting business productivity, but often adding value to the product, which makes evaluate uncertain and difficult to predict for many companies. Seeking to elucidate this problem, a system to simulate the operation of a microbrewery was created to possible to determine its maximum productivity considering its working hours and its staff available for the operation. The ARENA 14 software was applied to build the model where it was possible to simulate the planning and control of production, the warehouse, the brewery environment, the cellar, for fermentation and maturation, and filling. After simulating the company's operation, it was possible to determine its production capacity and even assign a product mix between barrels and bottles in order to meet the company's business plan, as well as two possibilities of payback period and net present value (NPV) .After a simulated operation of the company, it was possible to determine its production capacity and even assign a mix of products between barrels and bottles in order to meet the company's business plan.

Keywords: Beer, Microbrewery, Simulation, Productivity, NPV

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Problema de pesquisa.....	16
1.2 Justificativa.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	21
1.3.1 Objetivo geral.....	21
1.3.2 Objetivos específicos.....	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1 Pesquisa Operacional.....	22
2.2 A modelagem de sistemas.....	22
2.3 Simulação.....	23
2.4 Quando usar a simulação.....	24
2.5 Vantagens e desvantagens da simulação.....	25
2.6 A Cerveja.....	25
2.6.1 Os estilos de cerveja.....	26
2.7 A microcervejaria.....	29
2.8 As matérias-primas.....	30
2.8.1 O Malte.....	30
2.8.2 O Lúpulo.....	31
2.8.3 Levedura.....	31
2.8.4 Adjuntos.....	32
2.9 O Processo de fabricação geral.....	32
2.9.1 Brassagem.....	32
2.9.2 Fermentação e Maturação.....	33
2.9.3 Envase.....	34
3 METODOLOGIA	35
3.1 Classificação do método da pesquisa.....	35
3.2 Fonte e Coleta De Dados.....	35
3.3 Trabalhando com os dados no <i>software</i> ARENA.....	36
3.4 O Software ARENA.....	37

3.4.1	O conceito de template em simulação	38
3.4.2	O ambiente de trabalho do ARENA.....	39
3.4.3	Os módulos do ARENA.....	39
3.4.4	Input analyzer	40
4	O MODELO.....	42
4.1	O Cenário.....	42
4.2	Detalhamento do processo de fabricação de cervejas.....	43
4.3	A Simulação	48
4.3.1	Considerações.....	48
4.3.2	A estrutura do sistema.....	49
4.3.3	Adega	55
5	Resultados.....	58
5.1	Produtividade	58
5.2	O consumo de água.....	60
5.3	Recursos humanos.....	60
5.4	Cenário financeiro.....	61
6	Considerações finais	65
6.1	Alcance dos objetivos	65
6.2	Impressões do projeto.....	66
6.3	Possibilidades de estudos futuros.....	67
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
	Apêndice 1	71
	Apêndice 2.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de cervejas e vinhos de 1960 a 2013.	14
Figura 2. Gráfico do número de cervejarias no Brasil em diferentes períodos. 16	
Figura 3. Mapa dos círculos de distribuição de cervejarias pelo Brasil (MAPA, 2020).	18
Figura 4. Número de registros de novas cervejarias por unidade da federação.	19
Figura 5. Gráfico da evolução do registro de produtos no Brasil.....	19
Figura 6. Gráfico da evolução de registros de cerveja por unidade da federação.	20
Figura 7. Gráfico da participação no mercado brasileiro.	27
Figura 8. Gráfico de colaboradores alocados na operação de cervejarias independentes.....	29
Figura 9. Processo de malteação.....	30
Figura 10. Cones de lúpulo em crescimento	31
Figura 11. Diagrama básico de uma sala de brassagem ligada a um fermentador.	33
Figura 12. Ambiente de trabalho do ARENA.....	39
Figura 13. Módulos do template basic process.	40
Figura 14. Localização da planta cervejeira.	42
Figura 15. Fluxogramas simplificados dos processos de apoio operacional. ...	44
Figura 16. Fluxogramas simplificados dos processos de apoio operacionais (continuação).....	45
Figura 17. Fluxograma simplificado da atuação de PCP para o processo de simulação.	45
Figura 18. Fluxograma simplificado da atuação do armazém para o processo de simulação.	46
Figura 19. Fluxograma simplificado dos processos de moagem e brassagem para simulação.	47
Figura 20. Fluxograma simplificado dos processos fermentação, maturação e envase para simulação.	48
Figura 21. Macro visão do sistema de simulação.....	50

Figura 22. Módulo de geração de ordens de produção de PCP.....	51
Figura 23. Bloco de brassagem.....	54
Figura 24. Configuração do processo de pesagem.....	54
Figura 25. Linha de fermentação e maturação do fermentador 1.....	56
Figura 26. Janela de configuração do engarrafamento de garrafas.....	57
Figura 27. Gráfico de utilização de recursos humanos.....	61
Figura 28. Prospecção de demanda de litros de cerveja.....	63
Figura 29. Gráfico de VPL, <i>Payback</i> e faturamento com investimento.....	63
Figura 30. Gráfico de VPL, <i>Payback</i> e faturamento sem novos investimentos.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Distribuições contínuas disponíveis no Arena.	41
Quadro 2. Distribuições discretas disponíveis no Arena.	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de consumíveis contida no armazém e seus estoques mínimos	52
Tabela 2. Baixas de estoque realizadas no armazém de acordo com cada estilo.	53
Tabela 3. Configuração dos parâmetros da função triangular para o processo de brassagem.....	55
Tabela 4. Configuração dos parâmetros da função triangular para os processos de fermentação e maturação.....	55
Tabela 5. Resultados referentes à fabricação de caixas para cada estilo pretendido.	58
Tabela 6.Resultado referente à fabricação de barris de cerveja.	59
Tabela 7. Número de bateladas fermentadas por estilo.....	59
Tabela 8.Comparativo entre volume planejado e volume expedido.	60
Tabela 9. Cálculo dos primeiros meses segundo a previsão de demanda e vendas da cervejaria.	62
Tabela 10. Fluxo de caixa previsto para a cervejaria.	77

LISTA DE SIGLAS

BA	<i>Brewer's Association</i>
CIP	Clean in place
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
DIPA	<i>Double India Pale Ale</i>
ESB	<i>Extra Special Bitter</i>
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPA	<i>India Pale Ale</i>
IPI	Imposto sobre produtos industrializados
IR	Imposto de Renda
LAIR	Lucro antes do imposto de renda
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PIS	Programa de Integração Social
VPL	Valor Presente Líquido

1 INTRODUÇÃO

A cerveja faz parte do cotidiano desde muito tempo. Alguns autores mencionam a produção de cerveja como originada na Mesopotâmia, outros no antigo Egito. O fato é que a cerveja é tão antiga que não se sabe dizer com precisão onde se originou. O que se sabe é que existem indícios da produção de cervejas desde 8000 ac. (REBELLO, 2009)

A cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, nome dado ao extrato de malte, adicionado de lúpulo, por ação da levedura. Quando surgiu, a cerveja não continha lúpulo em sua composição, assim ela se deteriorava rapidamente. Na Europa, por volta do ano de 1045, Hildegard von Bingen, monja beneditina e botânica, descobriu que o lúpulo possuía propriedades bacteriostáticas, ou seja, impede a proliferação de bactérias e adicionou-o à cerveja, a fim de manter suas características e sabor por mais tempo (BRISKI, 2017; REBELLO, 2009).

As descobertas de Louis Pasteur sobre o levedo e a conservação de alimentos, trouxe profundas mudanças na qualidade da bebida, graças à esterilização de materiais e o processo de pasteurização. No fim do século XX, já se podia fabricar a cerveja com segurança microbiológica e com atributos sensoriais característicos, garantindo uma maior vida de prateleira, podendo expandir assim sua comercialização. Deste modo, no início do século XX, já existiam mais de 3200 cervejarias, só na Bélgica. Atualmente, a Europa é a maior produtora de cerveja, seguida pelos Estados Unidos, Japão e Brasil, sendo a Europa também a maior consumidora, disparadamente, quando comparada aos demais países, cujo consumo ainda é considerado baixo (BRISKI, 2017).

No século XX a fabricação de cervejas sofreu mudanças significativas, enquanto antes a fabricação de cervejas era realizada basicamente em mosteiros e com distribuição local, agora fazia parte do universo das indústrias. A popularização das cervejas *lager*, termo alemão de cervejas de baixa fermentação, implicou no aumento dos volumes produzidos impactando muito o mercado de cervejas mundial.

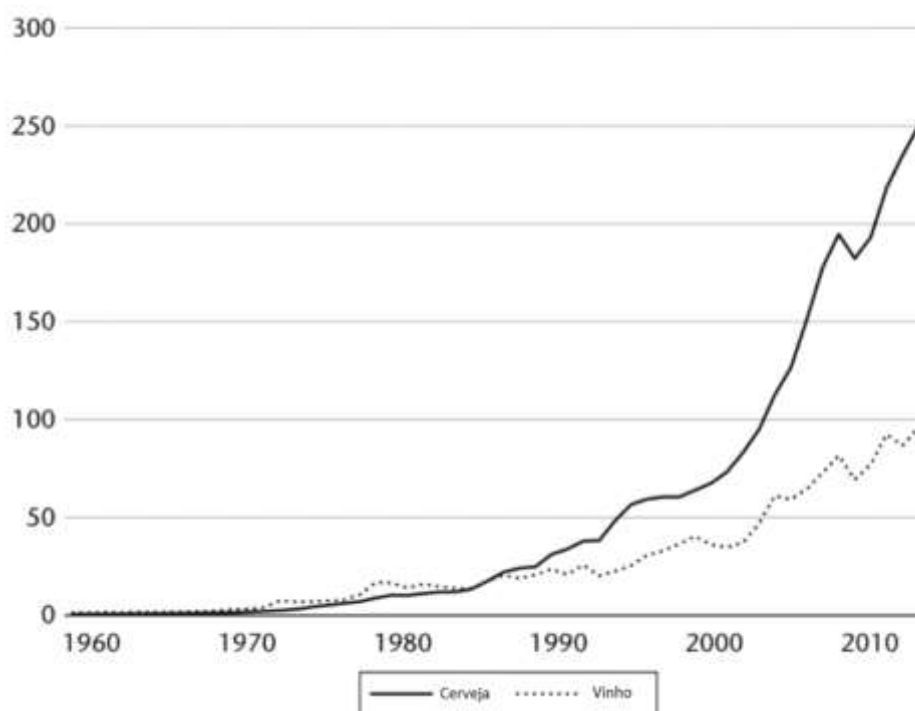


Figura 1. Consumo de cervejas e vinhos de 1960 a 2013.
 Fonte: adaptado de BRISKI, 2017).

O mundo ficou estarelecido quando a empresa belgo-brasileira Inbev anunciou a compra da gigante norte americana American Behemoth Anheuser Busch (AB), que possuía 50% do maior mercado cervejeiro do mundo. Mas neste momento, os executivos não previam a grande mudança que ainda estava por vir, a *Craft Beer Revolution* ou a Revolução da cerveja artesanal.

A revolução da cerveja artesanal veio ao final de uma transformação na indústria da cerveja. As grandes empresas escolheram características do produto que atraíram o maior número possível de consumidores, resultando em uma cerveja *lager* padronizada, acessível e suave. Com a consolidação das microcervejarias, as cervejarias artesanais ou especiais começaram a adentrar o mercado, preenchendo os nichos deixados pela homogeneização (GARAVAGLIA, 2017). A sociedade como um todo começou a mostrar um interesse crescente por produtos locais, por considerações ambientais e de sustentabilidade e, principalmente, o crescente desejo por variedade (OLIVER, 2005).

Em alguns países, é relativamente fácil identificar o início da revolução artesanal. Nos Estados Unidos, quando Fritz Maytag comprou a Anchor Brewing Company de San Francisco, marcou o início do movimento. Da mesma forma, na

Holanda em 1981, quando foi lançada a primeira nova cervejaria desde a Segunda Guerra Mundial. Em quase todos os lugares, os primeiros anos foram lentos, mas o movimento aumentou à medida que mais cervejarias artesanais entraram no mercado (GARAVAGLIA, 2017).

É mais difícil identificar um momento específico em países com uma longa tradição de “cervejas especiais”, como a Bélgica, Reino Unido e Alemanha. Na Bélgica, o fato de o país ser uma "nação da cerveja artesanal", devido ao número de pequenos produtores e sua longa tradição de produzir uma grande variedade de estilos de cerveja. No Reino Unido, a origem do movimento da cerveja artesanal pode ser associada ao surgimento da CAMRA (Campaign for Real Ale) na década de 1970. É ainda mais difícil classificar o início do movimento da cerveja artesanal na Alemanha, dada a presença histórica de pequenos produtores locais (GARAVAGLIA, 2017).

As cervejas artesanais costumam ser mais caras do que as tradicionais. Por isso, como demonstrado em estudos, os consumidores de alta renda são mais propensos a comprar cerveja artesanal. Rendas mais altas não apenas estimulam um aumento na demanda por produtos mais caros, mas também estimulam a demanda por mais variedade (GARAVAGLIA, 2017).

No Brasil a revolução das cervejas artesanais cegou mais tarde. Algumas cervejarias em Porto Alegre e em Blumenau começaram a fabricar estilos diferentes das tradicionais lagers por volta de 2005, contudo o grande crescimento, segundo o relatório do Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, veio a partir de 2010, quando o país saiu de 114 cervejarias registradas para 1383 em 2020 (Figura 2), dos quais a grande maioria é representada por cervejarias independentes, não pertencentes aos grandes grupos (LAPOLLI, 2018).

O mercado cervejeiro é controlado quase que em sua totalidade por três grandes grupos (Figura 7), responsáveis pelos mais de 14 bilhões de litros de cerveja produzidos anualmente. Estima-se que em 2018 as cervejarias independentes produziram 366 milhões de litros de cerveja, atingindo a média de 411.698 litros de cerveja ao ano por cervejaria.

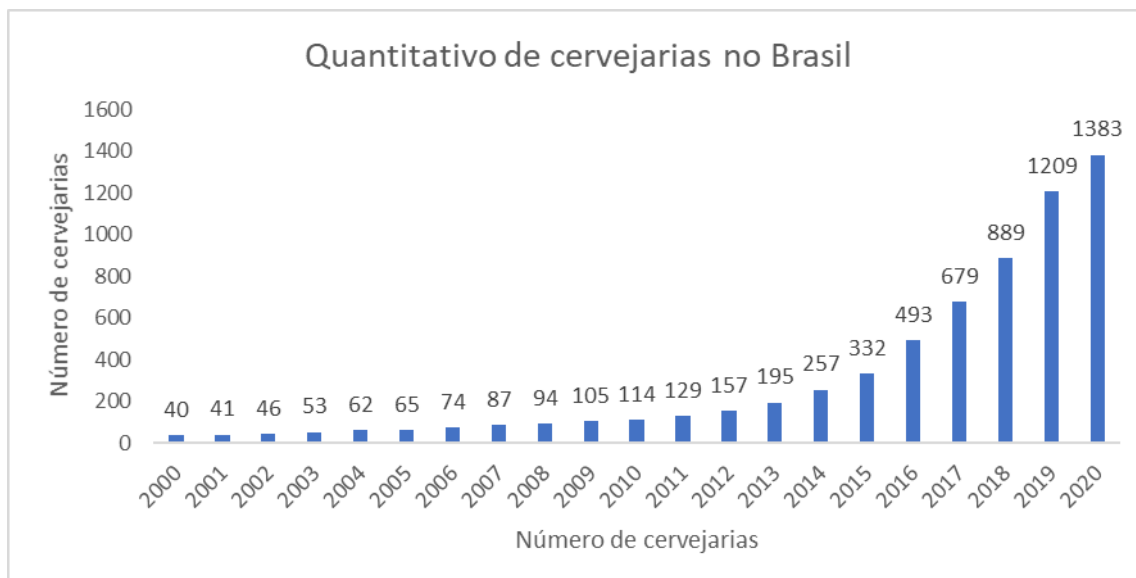


Figura 2. Gráfico do número de cervejarias no Brasil em diferentes períodos.
 Fonte: adaptado de MAPA (2020).

Em um censo realizado pelo SEBRAE no ano de 2019 estima-se que 61% dos entrevistados consideram seu negócio uma microcervejaria, e que 67% possuem fábrica própria, o que permite dizer que aproximadamente 33% das cervejarias são de caráter cigano, jargão do meio designado às empresas que terceirizam suas produções a outras cervejarias que possuem fábrica própria.

1.1 Problema de pesquisa

Considerando o ramo de cervejas especiais no mercado brasileiro, observou-se um grande crescimento do setor nos últimos anos (LAPOLLI, 2018). A crescente competitividade e a grande diversidade de produtos a oferecer podem ser uma oportunidade quando a empresa é bem planejada, mas podem ser um fator de insucesso devido à perda de foco e à falta de capacidade operacional de atender às demandas de mercado em volume e ao mesmo tempo em variedade.

As microcervejarias hoje possuem condições e atuar plenamente neste mercado, é muito comum encontrar uma pequena empresa com um portfólio médio de mais de 30 estilos de cervejas (MAPA, 2020). Portanto o planejamento de produção é fundamental para anteder à grande variedade de estoque necessária para atender à diversidade de estilos, ao direcionamento de colaboradores em diferentes

momentos e atividades, à disponibilidade de equipamentos em linha de produção devido aos diferentes tempos de processo que cada estilo demanda.

O problema de pesquisa é criar um modelo de simulação de produção que seja capaz, dentre algumas variedades de estilos, simular a produtividade plena de produção de uma microcervejaria atendendo ao menos a cinco estilos variados, considerando todas as particularidades de cada estilo como tempo de moagem do malte, de fermentação, maturação e envase variado.

1.2 Justificativa

O mercado brasileiro de cervejas especiais cresce vertiginosamente nos últimos anos, especialmente a partir do ano de 2010 até a atualidade (LAPOLLI, 2018). A crescente expansão do setor naturalmente aumenta a competitividade e uma das alternativas para se destacar é a diversificação (NETO, 2020). A diversificação aliada ao volume de produção é um desafio, pois fabricar um único produto é mais simples do que fabricar produtos com insumos e requisitos diversificados.

Para entender melhor como funciona o mercado cervejeiro, deve-se ter em mente que em 2020 atingiu-se o número de 1383 cervejarias registradas no Brasil. A Figura 3 ilustra a densidade de cervejarias ao longo do mapa brasileiro. Nota-se as maiores concentrações nas regiões sul e sudeste, onde a concorrência é certamente mais acirrada.

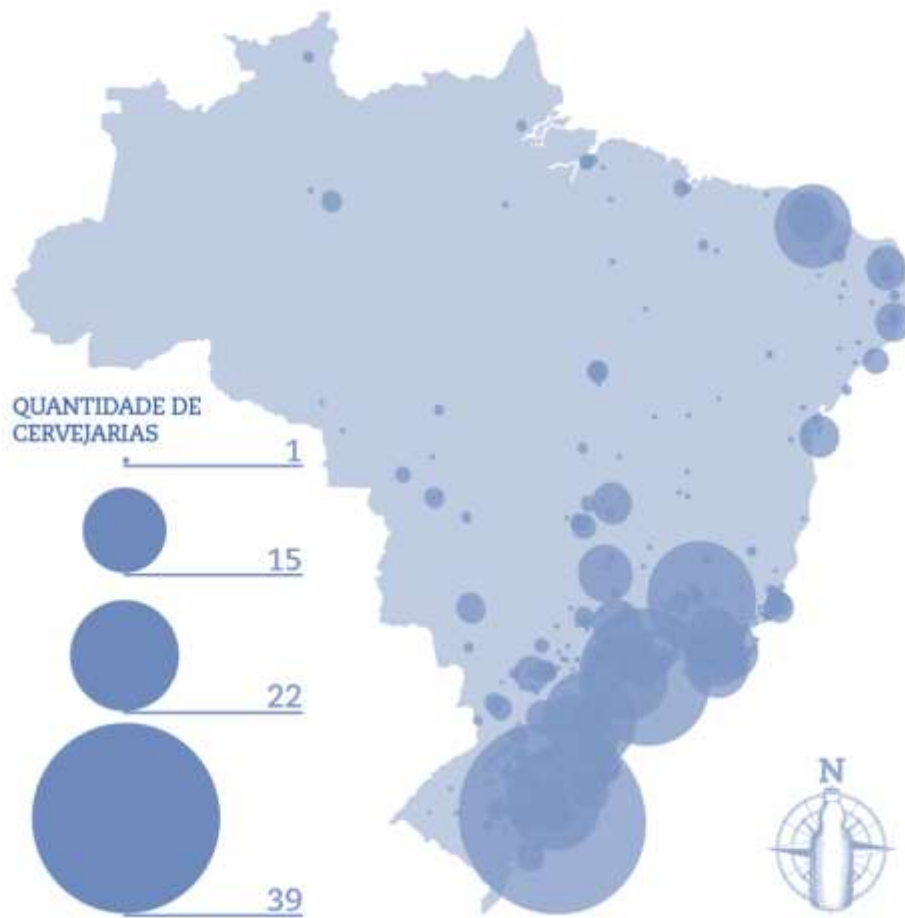


Figura 3. Mapa dos círculos de distribuição de cervejarias pelo Brasil (MAPA, 2020).
 Fonte: adaptado de MAPA (2020).

Para corroborar o mapa da Figura 3, o gráfico da Figura 4 exibe o número de registros de novas cervejarias por unidade da federação, onde novamente são evidenciadas as regiões sul e sudeste.

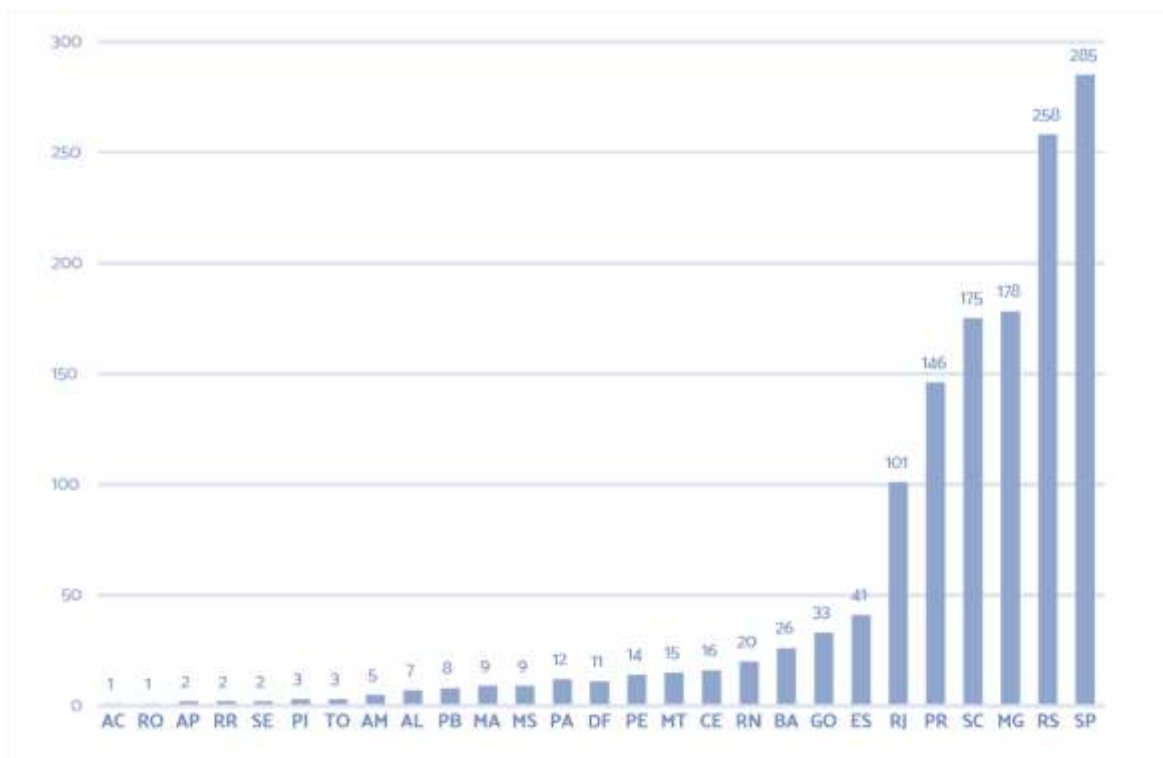


Figura 4. Número de registros de novas cervejarias por unidade da federação.
 Fonte: adaptado de MAPA (2020).

Acompanhando o crescimento de estabelecimentos vem o crescimento de registros de produtos conforme disposto na Figura 5 e na Figura 6 que representa a evolução de registros por unidade da federação.

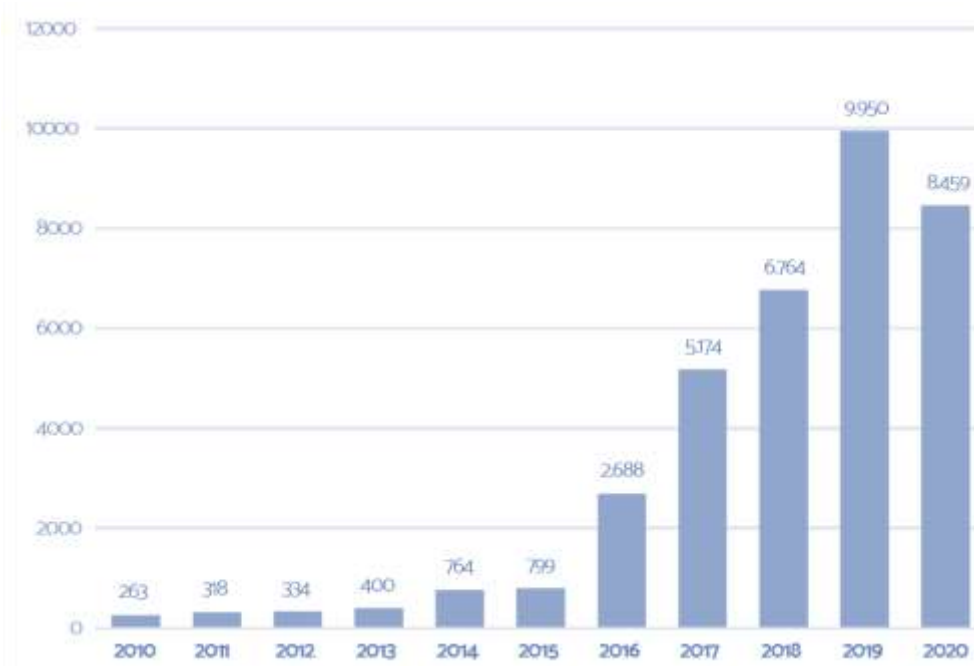


Figura 5. Gráfico da evolução do registro de produtos no Brasil.
 Fonte: adaptado de MAPA (2020).

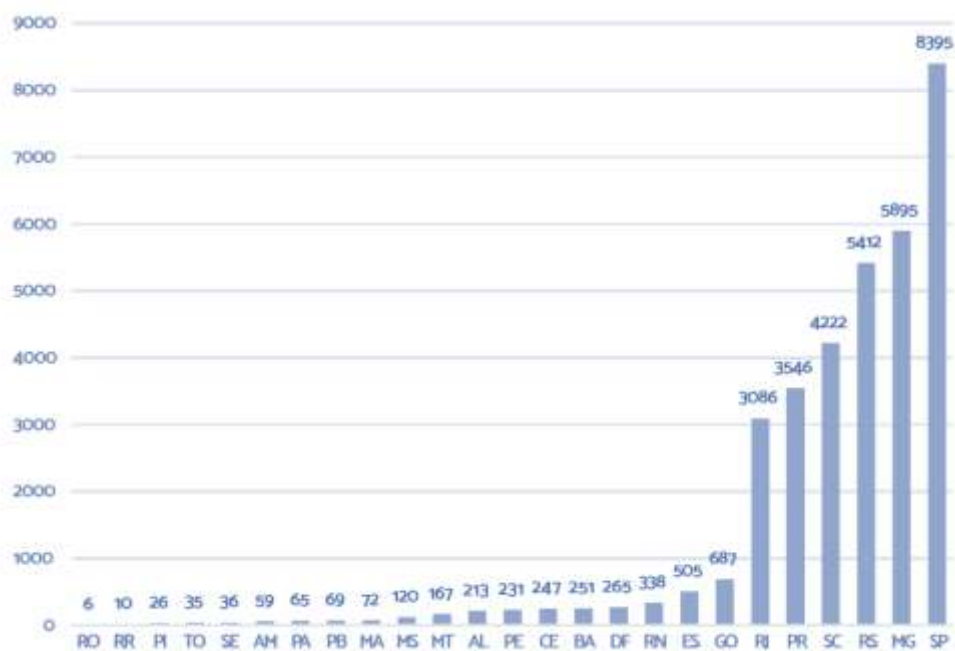


Figura 6. Gráfico da evolução de registros de cerveja por unidade da federação.
 Fonte: adaptado de MAPA (2020).

Comparando os gráficos das acima e da Figura 4 é possível depreender que os estados que mais registraram novas cervejarias foram também os que mais registraram novos produtos. Utilizando os estados de São Paulo e Minas Gerais como exemplo, observa-se um registro médio de mais de 29 produtos por cervejaria em São Paulo e 33 produtos por cervejaria em Minas Gerais. Portanto, é uma variedade muito grande de produtos quando é visto sob o foco de uma cervejaria independente, onde normalmente são cervejarias de pequeno porte (LAPOLLI, 2018).

Diante desta complexidade imposta pela grande variedade de estilos, indicadores importantes como a produtividade, tempo de estocagem, rentabilidade e giro de estoque ficam nebulosos, o que acarreta uma série de informações vagas sobre a gestão de processos de uma cervejaria.

Assim justifica-se este trabalho por ser necessário buscar uma maneira de simular o sistema básico de uma cervejaria de forma a garantir um mix de no mínimo cinco produtos concomitantes de estilos distintos e necessidades de processos diferentes. Deste modo buscam-se resultados como a produtividade, o tempo de ocupação dos recursos e estimar um faturamento plausível para o sistema simulado.

1.3 OBJETIVOS

Diante da complexidade inerente à atividade de fabricação de cervejas por micro e pequenas cervejarias e da possibilidade de gerar soluções aplicáveis a estas empresas, determinou-se um objetivo que atenda aos interesses dessas empresas.

1.3.1 Objetivo geral

Este estudo tem como objetivo simular um sistema de produção de uma microcervejaria, calculando a sua capacidade produtiva, a utilização de seus recursos materiais e humanos e gerar informações de faturamento e calcular o valor presente líquido (VPL) do empreendimento.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Simular um ambiente real de produção;
2. Calcular a capacidade produtiva de uma planta produtiva da microcervejaria modelada;
3. Dimensionar o uso de recursos humanos no processo de produção;
4. Calcular o faturamento previsto e o VPL do projeto baseado no plano de negócios da empresa;
5. Validar o modelo proposto;

Os capítulos a seguir retratam o referencial teórico, compreendendo a Pesquisa Operacional, a modelagem e simulação de sistemas e suas aplicações, o conhecimento sobre cervejas, suas matérias-primas e seu processo de fabricação. Posteriormente os capítulos seguintes tratam da metodologia de pesquisa, do modelo de simulação, os resultados e, por fim, as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Por um lado, o referencial teórico engloba a Pesquisa Operacional, de maneira abrangente e, como um de seus ramos, a simulação. Por outro lado, envolve o conhecimento específico do processo de fabricação de cervejas e seus estilos.

2.1 Pesquisa Operacional

A pesquisa operacional, como indica o próprio nome, é direcionada a pesquisa sobre operações, ou seja, à condução de atividades operacionais em uma organização. Pode ser aplicada à diversas operações incluindo a manufatura, transportes, construção, setor financeiro, telecomunicações, geração e distribuição de energia, operações militares, atividades hospitalares e outras (HILLIER, 2012).

Inicialmente foi desenvolvida durante a segunda guerra mundial devido à constante necessidade de se alocar os escassos recursos de forma eficiente às operações militares. Porém, com o fim da guerra o interesse das empresas cresceu sobre a pesquisa operacional, acarretando um aumento de sua aplicação. Quando ocorreu o desenvolvimento de computadores capazes de realizar uma série de cálculos muito mais rápido que um ser humano, a pesquisa operacional ganhou ainda mais força (HILLIER, 2012).

A pesquisa se inicia observando e formulando o problema de maneira cuidadosa, coletando dados e informações pertinentes. Em seguida é necessário construir um modelo de trabalho, normalmente matemático, de forma a validar as hipóteses de interesse para então testá-las e validar-las de acordo com as necessidades vigentes. Chama-se esta última etapa de validação do modelo (ROSSETTI, 2016).

2.2 A modelagem de sistemas

Apesar de ser voltada à operação, a pesquisa operacional gera informações de grande importância para os tomadores de decisão. As tomadas de decisões podem envolver modificações de layout, ampliações de fábricas, troca de equipamentos, à criação de um novo departamento, automatização, dimensionamento de um novo negócio, melhorias nos processos existentes e outros. Assim, dado um objetivo, o

estudo procura definir a quantidade de estações de trabalho funcionais (equipamentos, ferramentas, veículos, pessoas etc.), aliado ao melhor layout e fluxo ou, procura identificar novas e melhores formas de executar os processos já existentes (ROSSETTI, 2016).

Ao dimensionar adequadamente um sistema, deve-se estar atendo aos gargalos, ou seja, pontos onde ocorrem filas e acabam gerando lentidão no processo. Dentre as técnicas disponíveis para a modelagem de sistemas temos a teoria das filas e a simulação, que é a mais utilizada. A teoria das filas é um método analítico que aborda o assunto por meio de fórmulas matemáticas. Já a simulação é uma técnica que, usando o computador digital, procura montar um modelo que melhor represente o sistema em estudo (PRADO, 2014).

2.3 Simulação

Simulação é nada mais que a reprodução ou a imitação de alguma coisa. Em uma simulação utiliza-se, em geral, a “simulação de eventos discretos”, parte da pesquisa operacional, e que reproduz o comportamento dinâmico de sistemas como células produtivas, logísticas, de armazenamento, *call centers*, entre outros. Isto permite mensurar seu desempenho e testar variações dos mais diversos tipos (MIYAGI, 2006).

Iniciada na década de 1980, a técnica de simulação visual, teve uma aceitação surpreendente por causa da sua maior capacidade de comunicação e menor complexidade, tornando-se mais amigável ao usuário. Com isso seu uso também cresceu. Algumas linguagens são mundialmente conhecidas, como ARENA, FLEXSIM GPSS, GASP, SIMSCRIPT, SIMAN, PROMODEL, AUTOMOD e TAYLOR (ROSSETTI, 2016).

Mesmo assim, no Brasil anterior à década de 1990, não era comum encontrar nas empresas alguém que conhecesse a técnica de simulação. Neste momento da história havia poucos computadores nas empresas, e havia uma dificuldade de interação do usuário com a máquina, de modo que, antes de aprender a técnica de simulação, precisavam ainda aprender a utilizar o computador. Hoje o computador felizmente faz parte da rotina de qualquer profissional, seja diretamente ou indiretamente e ensinar a simulação faz parte da rotina das faculdades de engenharia.

Existem muitos profissionais que conhecem essa técnica e as ferramentas, e com isso as empresas já não ficam desamparadas na hora de tomar decisões importantes e com investimentos envolvidos, pois é possível simular e testar as alternativas possíveis e planejar o próximo passo a ser tomado (PRADO, 2014).

Ao realizar um planejamento, é comum depararmos com problemas de dimensionamento, desempenho, fluxo, modificações de layout, ampliações, substituições ou aquisições de equipamentos, reengenharia, automatização, dimensionamento de uma nova fábrica, alocação de equipes, simulação de custos energéticos ou outras situações cuja solução é aparentemente complexa. Porém, em uma simulação geralmente estamos interessados em dimensionar:

1. A quantidade correta de equipamentos;
2. A quantidade correta de pessoas envolvidas em cada processo;
3. O desempenho de processos, equipamentos e pessoas;
4. O melhor layout e o melhor fluxo dentro do sistema estudado;

Em suma, desejamos que o sistema tenha um custo compatível com o pretendido e que satisfaça as partes interessadas com o ambiente e com o serviço prestado, ou seja, um processo balanceado. (PRADO, 2014).

2.4 Quando usar a simulação

A facilidade de acesso e a diversidade de ferramentas, fazem da simulação uma das técnicas mais utilizadas na análise e desenvolvimento de sistemas, sendo comumente aplicada às seguintes finalidades (MIYAGI, 2006):

1. Estudar as interações internas de um sistema ou subsistema;
2. Realizar alterações internas dentro de um sistema para observar seus efeitos;
3. Prever acontecimentos que podem ocorrer diante de alguma alteração implementada e estar preparado para suas implicações.
4. Identificar variáveis de um sistema e como essas interagem entre si;
5. Verificar soluções analíticas com fins de validação;
6. Enriquecer as informações sobre o sistema em geral;

2.5 Vantagens e desvantagens da simulação

A simulação é vantajosa quando ela consegue prever as informações de interesse com menor custo e menor prazo do que em um sistema real e com saídas coerentes às esperadas no sistema real. A vantagem da simulação é que ela não deve ser resolvida e sim executada, assim as variáveis de entrada do sistema poderão prever diferentes cenários. Assim novas políticas, procedimentos operacionais, regras de decisão, fluxos de informação, procedimentos organizacionais, novos equipamentos, arranjos físicos, sistemas de transporte podem ser testados sem custos do sistema real. Avaliações de fenômenos e suas causas e efeitos podem ser melhores estudadas variando a velocidade do tempo e a identificação de pontos de lentidão dos processos (conhecidos como “gargalos”) pode ser facilitada (MIYAGI, 2006; PRADO, 2014).

Dentre as desvantagens estão a alta necessidade de treinamento de de pessoal para que se tenham bons resultados, a dificuldade de interpretação dos resultados, o tempo de modelagem dos sistemas e a análise de dados podem levar muito tempo e gerar custos. Contudo os fornecedores de softwares têm oferecido pacotes que agilizam a construção de modelos e facilitam a análise de dados (MIYAGI, 2006).

2.6 A Cerveja

A cerveja é uma bebida carregada de mistério. Nos antigos registros medievais existem menções ao mistério da fabricação da bebida. Quando comparada ao vinho, é comum encontrar pessoas que conheçam, mesmo que minimamente o processo de fabricação, mas são poucos os que entendem sobre a fabricação de cerveja. Mesmo os que bebem cerveja com frequência costumam não fazer ideia de onde ela veio ou de como ela é feita (OLIVER, 2005).

Quando se entende a fabricação da cerveja, a fabricação do vinho é relativamente simples. As uvas, quando amassadas, já possuem suas próprias leveduras, presentes na casca da fruta, as quais irão iniciar a fermentação e pouco tempo depois teremos o vinho (OLIVER, 2005). É claro que existem variedades de uvas e variações na forma de condução do processo de fermentação, o que acarreta

uma série de possibilidades distintas de resultado. Já a fabricação de cerveja, na forma mais simples, requer malte de cevada, fermento, lúpulo e água, onde o mestre cervejeiro deverá opinar entre mais de 80 tipos de malte diferentes, mais de 70 variedades de lúpulo disponíveis comercialmente (SCHÖNBERGER, 2020), mais de 120 variedades de leveduras (HEFEBANK WEIHENSTEPHAN, 2021; Doemens.org, 2021), entre as possíveis características de uso da água. Além disso, a depender de suas características físico-químicas e, por fim, das condições de fermentação, maturação, acondicionamento e de envelhecimento de alguns estilos, como também é feito na produção de vinhos, em busca de alterações sensoriais derivadas de reações entre compostos secundários, das reações de oxidação, da formação de ésteres, resultando em aromas e sabores distintos. Há também o uso de adjuntos como trigo, centeio, aveia, milho e arroz, os quais possuem papéis diferenciados e muitas vezes fundamentais na composição da cerveja (KUNZE, 1996).

2.6.1 Os estilos de cerveja

O número de estilos de cerveja varia de acordo com as tendências de mercado e para estabelecer critérios de avaliação existem guias de estilos como o estabelecido *Beer Judge Certification Program*. Neste guia são categorizados 204 estilos diferentes que são agrupadas em duas grandes classes majoritariamente: lagers e ales (BJCP, 2015). Já no guia de estilos da *Brewer's Association* são 169 estilos onde os limites de tolerância para cada estilo são razoavelmente maiores (BA, 2021).

Normalmente as cervejas do tipo lager possuem perfil sensorial que remete às matérias-primas empregadas no processo produtivo como sabor e aroma maltados, advindos dos grãos, e florais, herbáceos, terrosos e cítricos advindos do lúpulo. Raramente são observados aromas e sabores provenientes das interações bioquímicas da levedura, exceto pelo sabor sutil e ocasional de fermento (ICB, 2020). Já as cervejas ales, além de possuírem também essas características, possuem maior complexidade, e maiores graduações de teor alcoólico. Apresentam caráter aromático amplo e diversificado, geralmente frutados e com perfil de lúpulo mais intenso, resultando em níveis superiores de amargor e aromas (OLIVER, 2005).

Na realidade brasileira o estilo mais comum é o *American Lager* (ICB, 2020). Inquestionavelmente é o mais comercializado no Brasil, sua totalidade pode chegar a mais de 90% do volume do mercado (Figura 7) sendo representado por grandes marcas como Skol, Budweiser, Brahma, Antarctica, pertencentes à Ambev, e Heineken (FREITAS, 2020). Normalmente são referenciadas no setor como *mainstream*, sendo cervejas de custo reduzido e relativamente acessíveis. Estas são representadas majoritariamente pelas grandes corporações (Figura 7) do setor que objetivam, em sua maior gama de atuação, produzir grandes volumes onde deve-se atender à uma meta de custo e de preço ao consumidor, portanto dentre os mais de 14 bilhões de litros produzidos anualmente (LAPOLLI, 2018).

Em uma primeira impressão pode-se questionar se as marcas citadas realmente pertencem ao mesmo estilo. Apesar de existirem contrastes facilmente perceptíveis sensorialmente (exemplo: o contraste entre Budweiser e Heineken), todas se encaixam no estilo *American Lager*. O motivo de serem igualmente classificadas é que algumas encontram-se posicionadas nos limites inferiores de tolerância do estilo e outras posicionadas em níveis superiores, gerando perfis sensoriais distinguíveis (ICB, 2020).

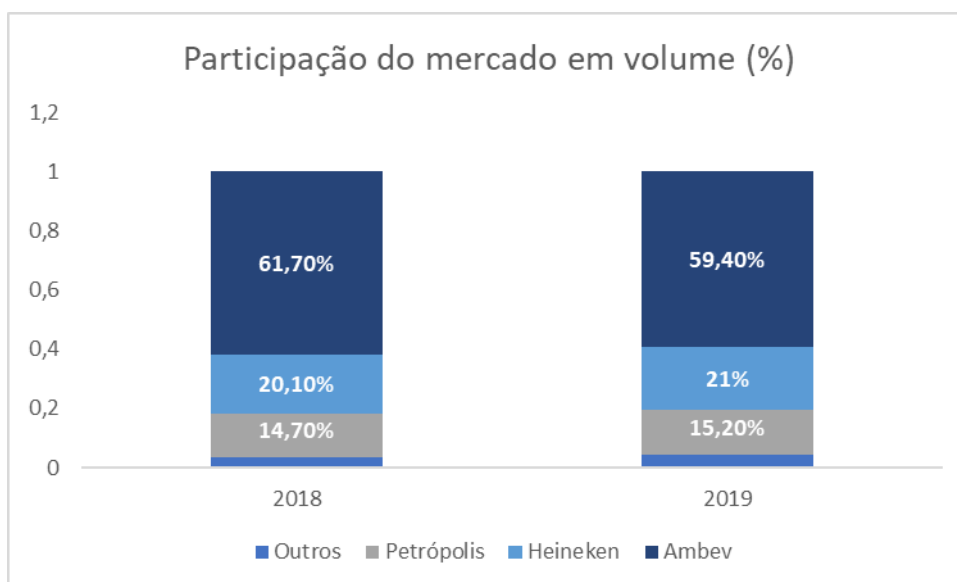


Figura 7. Gráfico da participação no mercado brasileiro.
Fonte: adaptado de Freitas (2020).

Para este estudo foram selecionados cinco estilos de cerveja de acordo com o interesse do plano de negócios de uma cervejaria independente, a qual possui um processo produtivo em plena montagem. Os estilos selecionados foram:

1. *Munich Helles* – Estilo tradicional alemão, originalmente criado pela cervejaria Spaten em Munique. Trata-se do primeiro estilo comercial claro criado na região, o qual só foi possível ser fabricado devido à inovações no tratamento de água. Sua coloração é amarela tendendo ao dourado e bastante límpida, costuma ter espuma persistente, seu aroma remete aos grãos de cevada e casca de pão em primeiro plano, em segundo plano ressalta as notas florais, podendo variar de rosas à crisântemos, típicas dos lúpulos alemães. Seu gosto mistura sensações de dulçor e amargor baixo, decrescente no paladar após o gole. Apresenta corpo baixo (BJCP, 2015; ICB, 2020).
2. *Vienna Lager* – Estilo Originário em Viena, trata-se de uma cerveja escura, de cor marrom, límpida, seus aromas remetem à caramelo e malte, em segundo plano também remete às notas florais de lúpulos da escola alemã. O gosto é adocicado, porém com amargor baixo a médio de forma presente e com duração mais persistente que o estilo anterior com corpo baixo (BA, 2021; ICB, 2020).
3. *Extra Special Bitter (ESB)* - Uma reinvenção do estilo *Special Bitter* da escola inglesa, surgiu na década de 1970 como um estilo diferenciado, sua coloração é avermelhada e límpida, podendo oscilar entre o cobre e o marrom. Seus aromas remetem à caramelo e dulçor de malte acompanhado de aromas terrosos, típicos dos lúpulos ingleses lembrando o chá preto com notas frutadas que podem remeter à frutas maduras como ameixas e pêssigo maduro. Seu gosto é levemente adocicado com final seco, as notas de caramelo e as notas terrosas se intensificam no paladar. O amargor é médio e persistente e possui corpo médio-baixo (ICB, 2020).
4. *Double India Pale Ale* – A *Double India Pale Ale*, também chamada de *Imperial IPA*, possui alto teor alcoólico, podendo chegar à faixa 10%. Sua cor normalmente é escura, puxando para o cobre com aspecto

límpido. Seu aroma traz notas herbáceas, típicas de lúpulos americanos e terrosas, dos lúpulos ingleses, notas frutadas (ameixas, passas) e eventualmente aromas amendoados, aliados à grande carga maltada. Seu gosto é predominantemente amargo onde o dulçor do malte fica em segundo plano, as notas terrosas e herbáceas são evidenciadas no paladar com amargor alto e persistente com corpo alto (BJCP, 2015).

5. *Hefeweizen* – A tradicional cerveja de trigo alemã. Possui coloração variando entre o dourado ao levemente alaranjado com aspecto turvo. Seu aroma remete à banana, cravos da Índia, malte e cereais. No paladar apresenta gosto adocicado e corpo alto. O amargor é baixo. (BJCP, 2015)

2.7 A microcervejaria

As microcervejarias são geralmente microempresas ou empresas de pequeno porte, costumam ter atuação local e trabalhar com equipes pequenas e normalmente não costumam produzir mais que 60 mil litros por mês, ficando a maioria, limitada ao quantitativo de até 20 mil litros (MAPA, 2020).

Quanto à totalidade de funcionários, a maioria das cervejarias independentes possui de 1 a 4 integrantes alocado diretamente na operação. O que evidencia que a maioria das empresas entrevistadas é de pequeno porte (Figura 8) (SEBRAE, 2019).



Figura 8. Gráfico de colaboradores alocados na operação de cervejarias independentes. Fonte: adaptado de SEBRAE (2019).

2.8 As matérias-primas

As matérias-primas principais da cerveja são basicamente água, malte, lúpulo e levedura, contudo nos limitaremos ao malte, lúpulo e levedura. Isso ocorre porque as características da água, embora sejam muito importantes para a boa qualidade do produto e para um bom rendimento do processo, não fazem parte do escopo do projeto em virtude dos três considerados possuírem maior representatividade para os custos do processo.

2.8.1 O Malte

O processo de produção da cerveja se inicia na maltaria com a malteação do cereal a ser utilizado (Figura 9). No processo de malteação, o amido armazenado no interior dos grãos é, em sua maioria, convertido em açúcares assimiláveis pela levedura sendo fermentável. Esta conversão ocorre devido ao início do processo de germinação dos grãos que é controlado pela temperatura, umidade e níveis de dióxido de carbono (CO₂) presentes no meio. Ao atingir o estágio germinativo pretendido, o processo é interrompido e os grãos então são secos, podendo ser até tostados ou torrados para então serem destinados à cervejaria (BELETI, 2012).



Figura 9. Processo de malteação.
Fonte: adaptado de BeerArt (2019).

2.8.2 O Lúpulo

O Lúpulo (*Humulus lupulus L.*) é uma planta do tipo trepadeira, possui grau de parentesco com a *Cannabis* e pode ser separada em plantas do sexo masculino e feminino, porém, as plantas do sexo feminino produzem cones (flores) capazes de serem utilizadas na produção de cerveja. Dentre as substâncias de interesse ao processo cervejeiro estão as substâncias que geram amargor, aroma, as bacteriostáticas, polifenóis e proteínas (KUNZE, 1996). A Figura 10 exhibe os cones de lúpulo em desenvolvimento para a colheita.



Figura 10. Cones de lúpulo em crescimento
Fonte: adaptado de Frankenschau (2021)

2.8.3 Levedura

As leveduras são seres unicelulares que possuem a habilidade de transformar açúcares em álcool, gás carbônico e ésteres, substâncias que propiciarão aromas diversos à cerveja. São divididas em duas grandes categorias, as de alta fermentação, que costumam gerar mais aromas e também são conhecidas como *ales* e as de baixa fermentação, que geram um produto mais simples, porém mais limpo, no sentido de que as características dos aromas e sabores do malte e do lúpulo são preservados, sendo ainda conhecidas como leveduras tipo *lager*. (HEFEBANK WEIHENSTEPHAN, 2021). Em geral as fermentações utilizando as leveduras de baixa fermentação são mais rápidas, ficando entre 8 a 15 dias, enquanto as leveduras de alta fermentação possuem um período médio de 25 a 35 dias (KUNZE, 1996).

2.8.4 Adjuntos

Frequentemente utiliza-se adjuntos em formulações cervejeiras, em alguns momentos por questões financeiras, mas em outros momentos por necessidade de gerar sabores, aromas ou até mesmo estabilidade de espuma. A depender do estilo pretendido, cereais como centeio, milho, aveia, sorgo e arroz podem ser empregados para que haja ganho sensorial na bebida (KUNZE, 1996), Isto contradiz o senso comum do mercado brasileiro das cervejas ditas “Puro Malte”, pois normalmente as cervejas eleitas como melhores do mundo a cada ano não seguem a regra do puro malte (OLIVER, 2005).

2.9 O Processo de fabricação geral

O processo de fabricação compreende basicamente a brassagem, fermentação, maturação e envase juntamente às áreas de apoio como Planejamento e Controle da Produção, Armazém e utilidades (onde se gera o vapor, ou fluido refrigerante para o processo).

2.9.1 Brassagem

Em uma cerveja convencional, o processo de fabricação se inicia com a mistura de água e cevada na tina de mostura (Figura 11), uma das três tinas que compõem normalmente uma sala de brassagem. A cevada é assim adicionada juntamente com água e sua temperatura é suavemente ajustada a valores geralmente crescentes para que os grãos liberem seus açúcares disponíveis. O tempo de brassagem pode variar entre 45 e 80 minutos a depender da forma de condução do processo.

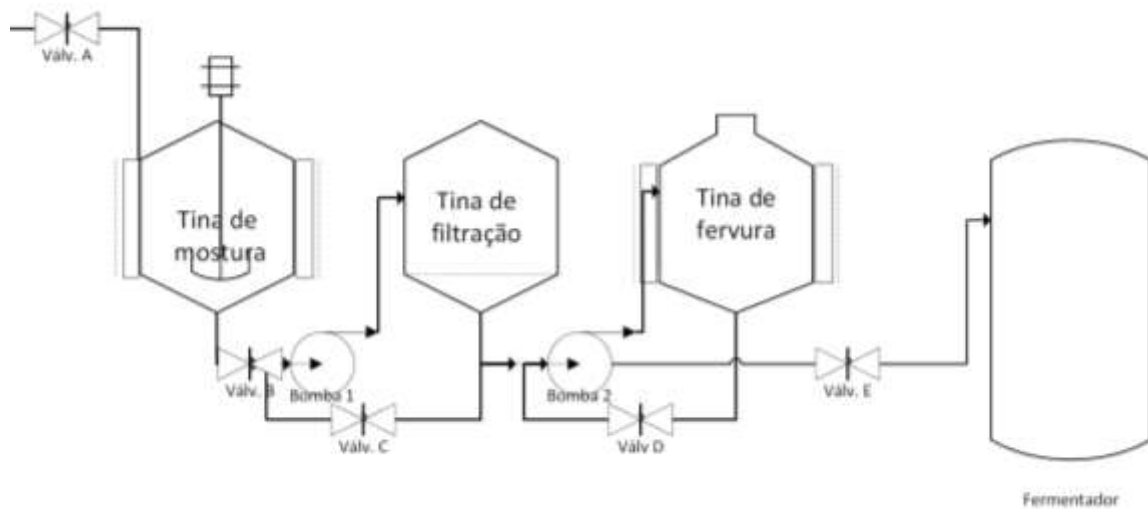


Figura 11. Diagrama básico de uma sala de brassagem ligada a um fermentador.
Fonte: Autor.

Após converter o amido dos grãos em açúcares o conteúdo é direcionado à tina de filtração, lá o mosto, assim chamado, é circulado inúmeras vezes por uma peneira que retêm as cascas dos grãos juntamente com possíveis impurezas como aglomerados proteicos. O mosto então é clarificado utilizando a própria casca como meio filtrante. Este processo pode demorar de 30 a 90 minutos, a depender das características do malte e da habilidade do operador (KUNZE, 1996).

Após estar suficientemente clarificado é direcionado à tina de fervura, lá ocorrerá a adição do lúpulo que pode ocorrer em momentos distintos dependendo do interesse da fabricação (ICB, 2020). A fervura normalmente ocorre por 60 minutos, então o mosto é resfriado e transferido a um fermentador, onde ocorrerá a inserção da levedura. Inicia-se então o processo de fermentação.

2.9.2 Fermentação e Maturação

A fermentação e a maturação são os processos mais importantes da fabricação. Ocorre na fermentação a formação do álcool, de aromas e do gás carbônico (CO₂). Na maturação ocorre o aprimoramento da cerveja, ou seja, é o momento em que a levedura consome seus metabólitos e os transforma em aromas (ICB, 2020; YAMAUCHI, 1995).

Conforme o tipo de levedura escolhido teremos um prazo de variando entre uma semana e 35 dias, normalmente. Salvo casos em que se utilize leveduras do tipo *Brettanomyces* onde o resultado da fermentação pode levar meses. Porém normalmente a fermentação de uma *lager*, em boas condições de temperatura tende a ocorrer em 12 dias, a de uma *ale*, poderá se alongar por 20 a 30 dias (KUCHARCZYK, 2015). Tudo a depender das condições de fermentação como a temperatura, a quantidade de leveduras, quantidade de oxigênio presente no mosto e a quantidade de açúcares livres no meio (ICB, 2020).

Após a fermentação, a levedura é retirada por uma válvula no fundo do tanque de fermentação, podendo ou não ser reutilizada. Inicia-se então a maturação que pode demorar entre 6 e 30 dias.

2.9.3 Envase

O processo de envase pode ser precedido por uma filtração, contudo o enfoque deste estudo se concentra nas operações básicas e mais demoradas, fazendo com que a filtração seja deixada de lado neste momento. O envase é um processo bastante dinâmico, pois requer que a bebida esteja em contato com o ambiente pelo menor período possível afim de evitar problemas de perda de CO₂ (desgaseificação) e oxidação. Pode ser realizado em diversos tipos de embalagens, contudo aqui consideraremos as embalagens mais comuns no envase sendo barril de inox de 30 litros e garrafas de vidro com 600 ml.

Os próximos capítulos descrevem a metodologia para modelar os problemas descritos neste capítulo, os resultados encontrados e apresentam as conclusões e possíveis trabalhos futuros.

3 METODOLOGIA

A seguir descreve-se as classificações do método de pesquisa, as fontes de coleta de dados e apresenta-se o *software* ARENA mostrando sua área de trabalho e seus conceitos básicos.

3.1 Classificação do método da pesquisa

Inicialmente, pode-se conceituar a pesquisa. Como é "procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos" (GIL, 2017). Assim, normalmente a pesquisa inicia-se com um problema ou indagação e torna-se necessária a utilização de procedimentos científicos.

Existem inúmeras classificações de pesquisa. Absolutamente não existe um consenso entre os autores. Cada um apresenta sua interpretação, e elas diferem bastante umas das outras (FERNANDES, 2003).

Quanto à natureza, o presente trabalho é uma pesquisa de abordagem quantitativa pois esta depende de indução - generalizações pela coleta, e análise de casos específicos, procura estabelecer relação de causa e efeito e emprega probabilidades (FERNANDES, 2003). Este trabalho também é uma pesquisa aplicada, pois é motivado pela necessidade de resolver problemas concretos (GIL, 2017); Do tipo descritivo-exploratório, visando proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses (GIL, 2017) e classificado ainda como um estudo de caso, pois avalia uma situação em particular, em que a análise deve ser feita com profundidade, detalhadamente, de forma exaustiva, considerando as influências internas e externas (FERNANDES, 2003).

3.2 Fonte e Coleta De Dados

Inicialmente dividiu-se a pesquisa em três etapas. A primeira parte consistiu em compreender o processo de fabricação de cervejas, compreender a função e limitações de cada equipamento do processo produtivo. Além disso, ele também inclui as premissas do plano de negócios, o volume planejado, os estilos pretendidos, a variedade de matérias-primas, a periodicidade de entrega de materiais e a disponibilidade de recursos humanos.

A segunda etapa foi a criação do modelo de simulação no ARENA, neste momento foram montados os fluxos de produção e testado o funcionamento do modelo. Foram então avaliadas as variáveis de entrada, saída e o fluxo do processo estavam de acordo com o esperado pela unidade de negócios. Todas as coletas de dados foram teóricas, baseadas em dados de projetos e no plano de negócios da empresa estudada.

A terceira etapa foi a execução da simulação, gerando um relatório que mostrou a produtividade esperada, a ocupação dos equipamentos, de recursos humanos.

3.3 Trabalhando com os dados no *software* ARENA

Após o levantamento dos dados, seguiu-se os seguintes passos para modelagem no software ARENA:

- a) **Divisão do macroprocesso em áreas:** se o processo de fabricação for visto como uma caixa preta que processa a entrada de insumos e a saída de produtos acabados (HORWOOD, 1983), a caixa preta pode ser aberta e subdividida em porções menores onde será mais fácil compreender o funcionamento de cada processo individualmente;
- b) **Criação de um modelo básico e simples:** bloco de processos, de decisões, condicionais e de finalização dos processos foram utilizados de modo a construir os modelos mais simples possíveis.
- c) **Aprimoramento dos processos:** os processos que eram bastante básicos então receberam aprimoramentos. Dentre as aprimorações realizadas estão funções que determinam se as linhas de produção estão livres ou ocupadas, funções que determinam se o horário da operação é em dia letivo e horário de funcionamento e funções que utilizam a probabilidade para determinar quais estilos de cervejas serão fabricados com base nos requisitos do plano de negócios.
- d) **Replicação dos processos aprimorados:** possuindo uma via de cada processo, estas foram duplicadas conforme necessidade e alteradas para cumprir os requisitos da quantidade de equipamentos, variedade de insumos, particularidades de envase e de fermentação entre cada estilo de cerveja pretendido.

- e) **Refinamento do modelo:** verificados possíveis erros de natureza lógica, técnica e operacional, de forma que, pelo menos em teoria, tenha-se um modelo compatível com a realidade.
- f) **Simulação do modelo:** com a modelagem concluída, executou-se a simulação, onde verificou-se se os resultados do processo estão coesos e se correspondem ao planejado pela empresa.
- g) **Análise dos resultados da simulação:** após a simulação, analisou-se os relatórios automáticos gerados pelo ARENA com os dados específicos do sistema, como a taxa de utilização dos recursos e tempos de espera. Através destes dados foi possível identificar os possíveis gargalos da produção e ter um volume bastante realista de produção de cerveja entre seus estilos variados e possíveis prazos randômicos de maturação e fermentação;
- h) **Seleção da melhor alternativa:** com base nas análises e resultados, foram avaliadas as perspectivas financeiras da unidade de negócio podendo traçar dois cenários distintos sendo um sem investimentos futuros e outro com investimentos futuros e ainda assim observar como este investimento acarretará o Valor Presente Líquido do negócio e seu fluxo de caixa e seu prazo de retorno de investimento, considerando os impostos aos quais está sujeita a atividade de fabricação, distribuição e comércio de cervejas e chopes.

Com isso, foi possível analisar o funcionamento do processo de fabricação e avaliar a viabilidade do negócio perante os três indicadores financeiros citados.

3.4 O Software ARENA

O programa ARENA originou-se da combinação de dois outros programas denominados SIMAN e CINEMA. Conta com uma interface gráfica amigável de forma que o usuário consiga visualizar o processo como um todo. Assim é possível simular enquanto se observa o fluxo do processo desenhado na tela. Parte do princípio do uso de blocos de processos em que é possível descrever o tempo de cada operação, suas possíveis variações de tempo e possíveis características de resultados obtidos seja por critérios ou por funções matemáticas (SILVA, 2007).

O ARENA é baseado em conjuntos de blocos (ou módulos) que são utilizados para se descrever uma aplicação a ser simulada. Esses blocos funcionam como comandos de uma linguagem facilitando muito a tarefa de programação (PRADO, 2014).

Para simplificar o processo de construção de modelos, o ARENA usa uma interface gráfica para o usuário que torna fácil para o usuário perceber não apenas a parte de programação a ser realizada, mas também o fluxo do processo desenhado (SANTOS, 2020).

Além de permitir a construção de modelos de simulação, o ARENA tem ainda duas ferramentas muito úteis: o Analisador de dados de entrada (*Input Analyzer*) e o Analisador de resultados (*Output Analyzer*).

O *Input Analyzer* permite analisar dados reais do funcionamento do processo e escolher a melhor distribuição estatística que se aplica a eles. Essa distribuição pode ser incorporada diretamente ao modelo. O *Output Analyzer* é uma ferramenta com diversos recursos que permite analisar dados coletados durante a simulação. A análise pode ser gráfica e tem ainda recursos para efetuar importantes comparações estatísticas.

3.4.1 O conceito de template em simulação

O início do uso dos templates em simulação se deu em 1993, juntamente ao ARENA. Antes existia uma dificuldade inerente à programação que era a linguagem, como era utilizada no SIMAN. Com isto, criaram-se os templates que são conjuntos de blocos da linguagem SIMAN agrupados em um único módulo, de uso mais amigável ao usuário (NETO, 2004).

Um template é composto por vários módulos e quanto maior a especificidade desses blocos, ocorre a perda gradual de flexibilidade, na mesma proporção em que sua facilidade de uso aumenta. Ou seja, renuncia-se à flexibilidade em função da usabilidade do usuário (NETO, 2004).

3.4.2 O ambiente de trabalho do ARENA

O Ambiente de trabalho do ARENA pode ser dividido em áreas, sendo as principais a área de templates, a área de trabalho e a área de planilhas, conforme Figura 12.

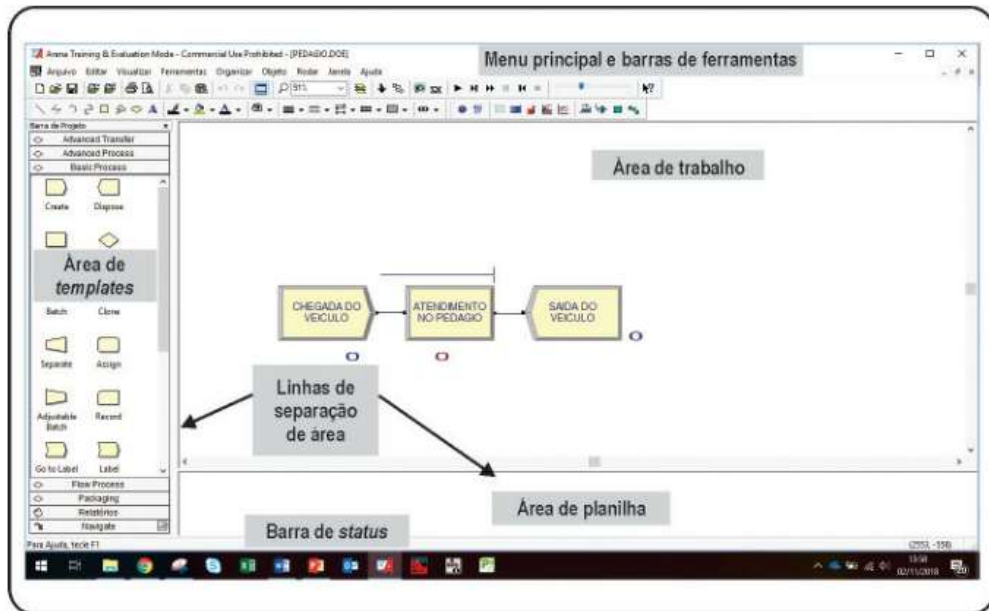


Figura 12. Ambiente de trabalho do ARENA
Fonte: adaptado de Prado (2014).

A área de templates mostra os templates ativados para o modelo, possuindo cada um o seu conjunto de módulos, que virão a compor um fluxograma na área de trabalho. A área de trabalho é onde monta-se o fluxograma e onde é visualizada a animação do modelo. Por fim a área de planilhas, onde são mostrados os detalhes do módulo ativado tanto na área de trabalho como na área (ou barra) de templates (PRADO, 2014).

3.4.3 Os módulos do ARENA

Um fluxograma é construído a partir dos módulos, os quais estão disponíveis nos diversos templates. Estão disponibilizados os seguintes templates: *Advanced*, *Process*, *Advanced Transfer*, *Basic Process*, *Blocks*, *Elements*, *FlowProcess*, *FlowProcessUtil*, *Packing*, *Statistic* e *UtilArena*.

Todos os módulos contidos nos templates são divididos em duas categorias, os módulos de fluxograma (Figura 13), usados para construir o diagrama de blocos ou fluxograma dentro da área de trabalho e os módulos de dados, que recebem dados referentes ao modelo, mas não são colocados dentro da área de trabalho. Nos módulos de dados pode-se encontrar as informações sobre filas, recursos, variáveis, expressões e entidades (que podem ser pessoas ou objetos a depender do critério de modelagem) entre outros (PRADO, 2014).

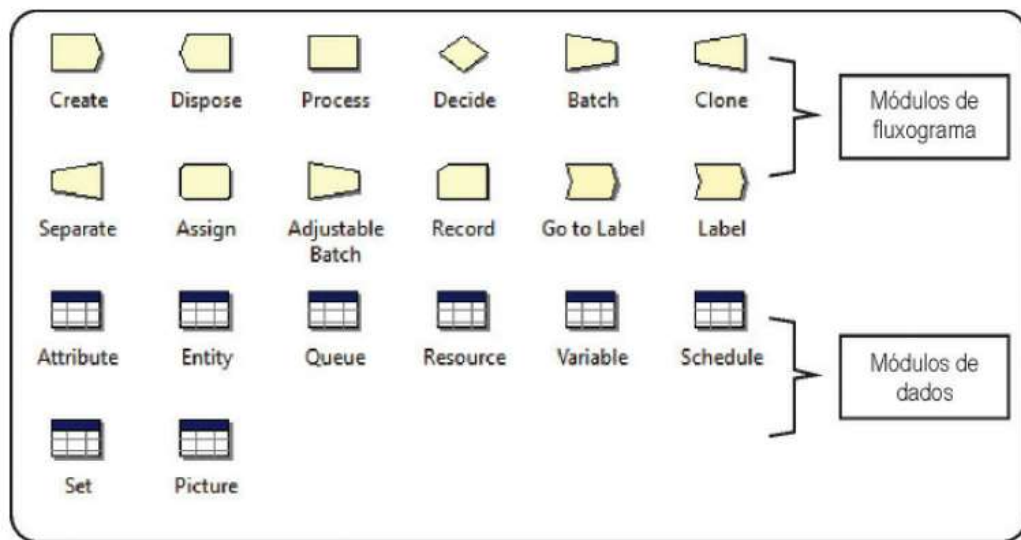


Figura 13. Módulos do template basic process.
Fonte: adaptado de Prado (2014).

3.4.4 Input analyzer

O processo de simulação no ARENA é estocástico. Assim, é necessário descrever como se comportam as variáveis de entrada do processo analisado ao longo do tempo. Para tal utiliza-se das variáveis randômicas podendo ser contínuas, que assumem valores em uma escala contínua, para as quais valores fracionais fazem sentido, ou discreta, que podem assumir apenas um contável de valores e, assim, somente fazem sentido valores inteiros.

Com isso, tendo identificado o tipo de variável e listados os dados de entradas, o ARENA fornece quais as distribuições diversas que podem ser escolhidas para cada caso de estudo. Os quadros 1 e 2 mostram as possíveis distribuições do programa.

Quadro 1. Distribuições contínuas disponíveis no Arena.

Distribuição	Melhor situação para a modelagem
Beta	Modelagem de tempo para executar as tarefas com intervalos limitados e com poucos dados, modelando a probabilidade como uma variável randômica.
Erlang	Tempo de serviço, múltiplas fases de serviço, tendo como cada fase distribuição exponencial.
Exponencial	Tempo usado para executar uma atividade, tempo entre falhas
Gama	Tempo para reparar, tempo para completar uma atividade.
Lognormal	Tempo para executar uma atividade, quantidades que são resultados de um grande número de outras quantidades.
Normal	Modelagem de erros; modelagem de medidas; modelagem da soma de vários números de outras variáveis randômicas
Triangular	Modelo aproximado que não tenha dados e, por isso, assume um valor máximo, mínimo e um mais provável.
Uniforme	Adequado para quando não há dados disponíveis e todos os números têm a mesma probabilidade de ocorrer.
Weibull	Tempo para falhar, tempo para completar uma atividade

Fonte: (CRISÓSTOMO, 2017) apud (ROSSETTI, 2016), com adaptações.

Quadro 2. Distribuições discretas disponíveis no Arena.

Distribuição	Melhor situação para a modelagem
Poisson	Contagem do número de ocorrências em um intervalo, uma área ou um volume
Uniforme discreta (a, b)	Resultados igualmente prováveis dentro do intervalo (a, b).
Uniforme discreta: v_1, \dots, v_n	Resultados igualmente prováveis sobre os valores v_n

Fonte: (CRISÓSTOMO, 2017) apud (ROSSETTI, 2016), com adaptações.

Como não houve fonte de coleta de dados em situação real, utilizou-se a distribuição triangular. Segundo Rossetti, para os casos em que se tem poucos dados, mas que se sabe o valor mais provável, bem como os limites superiores e inferiores, a distribuição mais adequada seria a triangular.

Os próximos capítulos descrevem o modelo utilizado, os resultados encontrados e apresentam as conclusões e possíveis trabalhos futuros.

4 O MODELO

O modelo é uma elaboração baseada na realidade de microcervejarias. Este capítulo mostra as características do modelo utilizado conceituando o cenário aplicado, detalhes do processo produtivo, o experimento e suas premissas.

4.1 O Cenário

A elaboração deste estudo baseou-se na realidade de uma cervejaria independente, onde possui 4 colaboradores na produção. Para simular este cenário pautou-se na realidade de uma cervejaria em implantação no Distrito Federal, com previsão de início de suas atividades ainda em 2021. Está localizada no Setor de Indústrias de Ceilândia - SIC, Quadra 10, lotes 8 a 12. O acesso à área se dá, partindo do centro de Brasília, pela Via Estrutural, conhecida também como Estrada Parque Ceilândia – EPCL ou BR-070, o Setor de Indústrias de Ceilândia está localizado nas margens da BR-070 (Figura 14).



Figura 14. Localização da planta cervejeira.
(Fonte: Imagem coletada do Google Maps)

A planta cervejeira conta com uma sala de brassagem com capacidade individual de cada tina de 1000 Litros. Conta também com quatro fermentadores sendo um com capacidade de 2000 litros e três com capacidade de 1000 litros cada. Anteriormente a empresa planejava trabalhar com dois fermentadores de 2000 litros e três de 1000 litros. Contudo, com a alta dos preços do aço inox a empresa abriu mão de um dos fermentadores maiores momentaneamente. Este seria o fermentador 2, que se encontra inativo na atual simulação. Por isso a simulação contará com os fermentadores 1, 3, 4 e 5.

Quanto ao número de colaboradores, inicialmente previu-se que apenas três pessoas operariam a planta de produção sendo dois auxiliares de produção e um mestre cervejeiro, este número foi reajustado para 4 posteriormente, acrescentando um auxiliar de produção.

A cervejaria possui um espaço enxuto de 220 m² de área produtiva, conta com perfuração de poço artesiano, de vazão de 4.200 litros/hora, é abastecida por GLP para geração de vapor utilizado no aquecimento do processo de produção, possui linhas de envase de barris e garrafas e iniciará sua produção fabricando 5 estilos de cerveja. Os estilos predeterminados são duas cervejas de baixa fermentação sendo a *Munich Helles* e a *Vienna Lager* e três cervejas de alta fermentação sendo uma *Double India Pale Ale* (Double IPA), *Extra Special Bitter* e *Hefeweizen*.

Por ser de pequeno porte a empresa não trabalha com a etapa de malteação, então recebe seus grãos já prontos para uso e inicia a operação diretamente na moagem.

4.2 Detalhamento do processo de fabricação de cervejas

Como mencionado anteriormente o processo de fabricação está sujeito a particularidades. Cada estilo demanda um preparo, uma composição e tempos de fermentação e maturação distintos, além de serem posteriormente envasados em proporções diferenciadas a depender de cada estilo.

Contudo inicialmente será descrito o processo de maneira abrangente, as particularidades de cada estilo serão elucidadas posteriormente. Para compreender melhor o fluxo de trabalho, os fluxogramas foram desmembrados de forma a possibilitar melhor entendimento das informações conforme as Figura 15 e 16.

Inicialmente serão descritos os processos de apoio que não serão simulados neste trabalho. Primeiramente descreve-se o processo de filtração de água. A água captada deve ser filtrada, esterilizada e armazenada para uso. Depois, parcelas desta água serão direcionadas para o processo de aquecimento de água e geração de vapor. Nesta etapa o vapor é gerado em um equipamento chamado de geradora de vapor, muito similar a uma caldeira, porém não trabalha com armazenamento de pressão, por este motivo é um equipamento mais simples. O vapor gerado é

direcionado para aquecer a água do tanque e para o processo principal. A água cervejeira aquecida também é direcionada para o processo principal.

A seguir tem-se o processo de resfriamento de líquido de arrefecimento. Este líquido contém substâncias anticongelantes e participa da etapa de resfriamento do mosto e do manutenção da temperatura de fermentação específica para cada estilo de cerveja.

Por fim tem-se o processo *Clean in Place*, também conhecido como CIP. O CIP ocorre pela circulação de produtos de limpeza e sanitização pelas tubulações e equipamentos, seguido de um vigoroso enxágue.

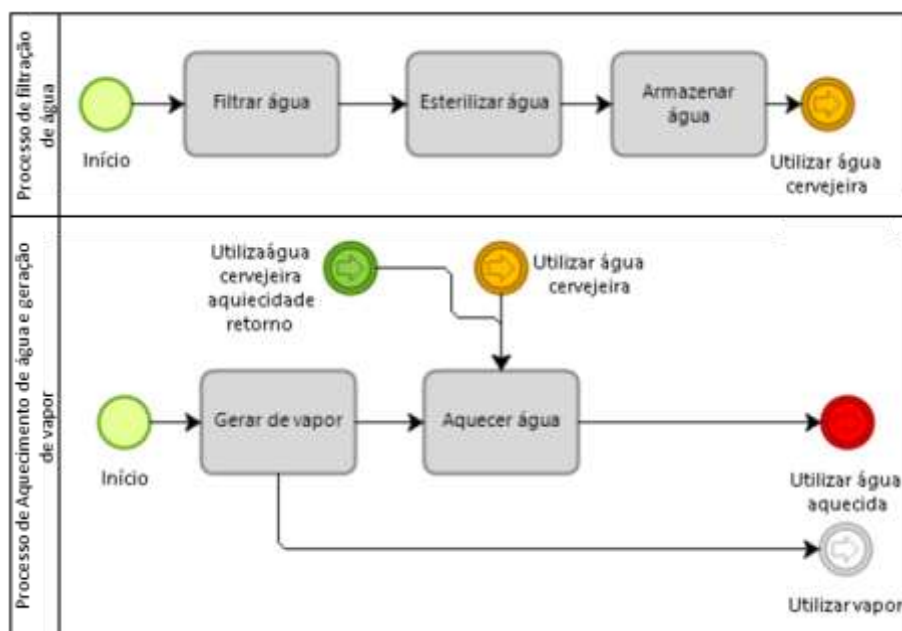


Figura 15. Fluxogramas simplificados dos processos de apoio operacional.
(Fonte: Autor, dados coletados no plano de negócios)

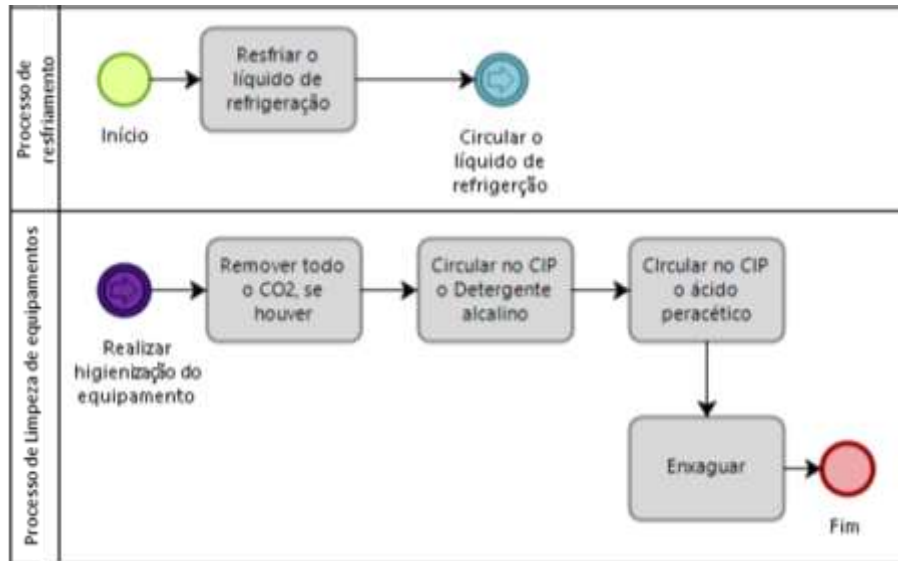


Figura 16. Fluxogramas simplificados dos processos de apoio operacionais (continuação).
(Fonte: Autor, dados coletados no plano de negócios)

Depois de exemplificar o funcionamento dos processos de apoio, torna-se mais viável explicar o processo principal. O processo de interesse deste trabalho inicia-se com a área de planejamento e controle de produção, obviamente o fluxo é bastante simplificado (Figura 17), mas serve como ponto de partida para a simulação em questão. A área é responsável por interligar a operação ao mercado exterior. É neste momento que é decidido o que fazer e quando fazer. De maneira superficial, PCP avalia a necessidade de serem fabricados novos produtos e a disponibilidade de recursos para fazê-los, assim, se necessário for, PCP irá emitir as ordens de produção e direcioná-las ao armazém para que este providencie os materiais necessários à produção, de forma que esta utilize este material para desempenhar as atividades ordenadas.

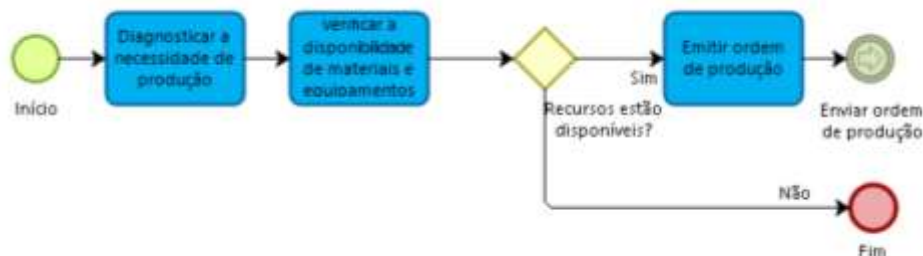


Figura 17. Fluxograma simplificado da atuação de PCP para o processo de simulação.
(Fonte: Autor, dados coletados no plano de negócios)

Conforme mencionado anteriormente, o armazém recebe a ordem de produção emitida pelo PCP, neste momento o material é separado, sua saída é registrada e o material é entregue à produção (Figura 18).

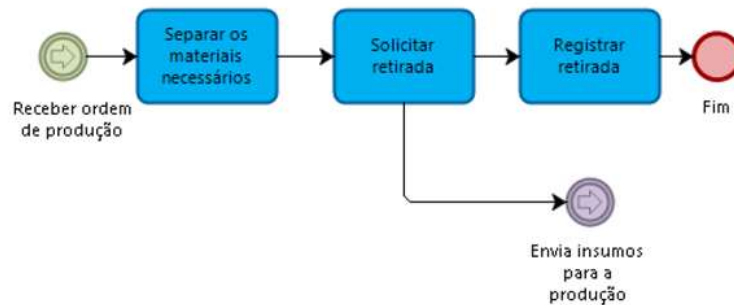


Figura 18. Fluxograma simplificado da atuação do armazém para o processo de simulação.
(Fonte: Autor, dados coletados no plano de negócios)

A seguir descreve-se o processo que ocorre no moinho e na sala de brassagem, onde contém as tinas de mostura, clarificação e fervura (Figura 19). O malte é enviado ao moinho onde é realizada a moagem dos grãos a seco. Os grãos são direcionados à tina de mostura, onde inicia-se a brassagem dos grãos, onde o aquecimento é controlado. Este processo demora em média 60 minutos. O mosto então é direcionado para a tina de clarificação para remover o bagaço de cevada e dar sua origem adequada. O mosto segue para a fervura, onde são adicionados os lúpulos em momentos variados, é resfriado e segue então para a fermentação (Figura 17).

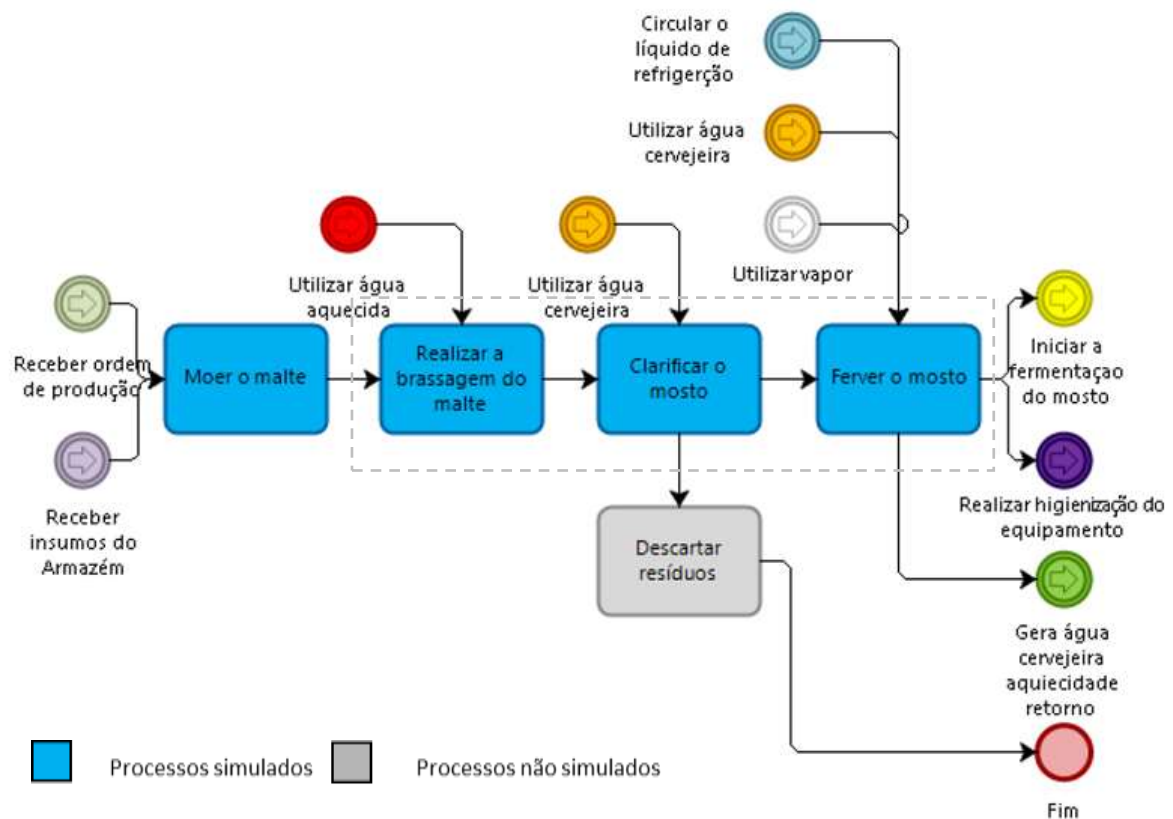


Figura 19. Fluxograma simplificado dos processos de moagem e brassagem para simulação. (Fonte: Autor, dados coletados no plano de negócios)

Após realizar a brassagem, com o mosto resfriado, este é transferido para o fermentador (Figura 20), onde serão adicionadas as colônias de leveduras. Normalmente a quantidade de leveduras adicionadas varia de acordo com sua espécie e a temperatura de fermentação costuma variar entre 10°C e 21°C. Usualmente a temperatura normal de adição de leveduras varia entre 34°C a 37°C, feita a inoculação a temperatura é ajustada para os valores menores (ICB, 2020).

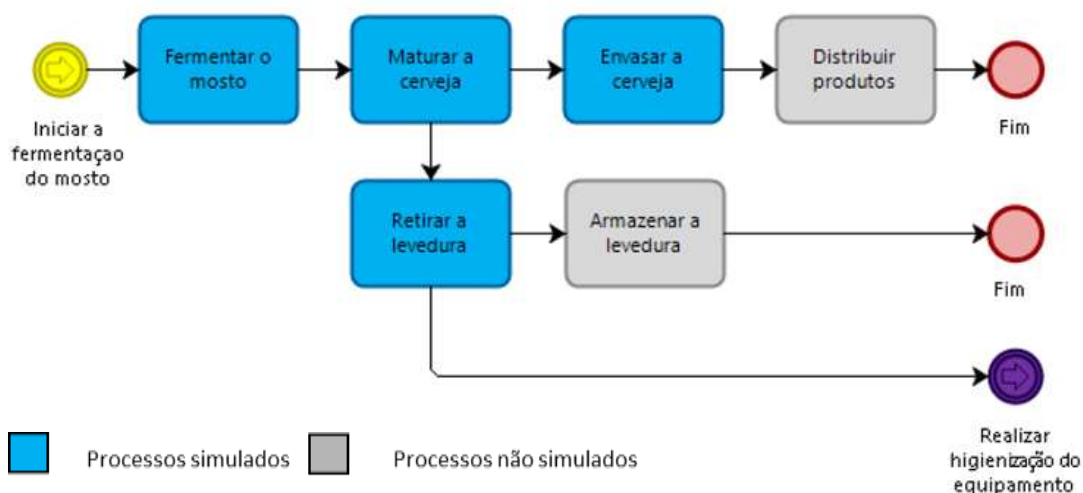


Figura 20. Fluxograma simplificado dos processos fermentação, maturação e envase para simulação. (Fonte: Autor, dados coletados no plano de negócios)

4.3 A Simulação

Nesta etapa alguns parâmetros foram considerados com base na estrutura da fábrica e com base na experimentação de mercado realizada pela cervejaria em pequena escala.

4.3.1 Considerações

1. O período simulado foi de 3 anos, repetido em 100 ensaios.
2. A capacidade da caixa d'água da empresa é de 4800 litros;
3. O abastecimento de GLP não foi levado em consideração haja visto o interesse na operação direta e não nos processos de apoio;
4. A empresa, em seu plano de negócios, estabeleceu que o fermentador de 2000 litros será utilizado apenas para o estilo *Munich Helles*, pois entendem que este será seu maior volume, dado o perfil atual do consumidor;
5. Os fermentadores de 1000 litros serão utilizados alternadamente entre os 4 estilos restantes sendo que proporcionalmente os estilos Double IPA e ESB possuem maior capacidade de vendas. Desta forma a ESB ficou com 50% do volume fabricado, a Double IPA com 30% e as duas restantes com 10% cada;
6. O horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira das 8 às 18h;
7. Dentre as perdas inerentes ao processo considerou-se o valor de 5% como desejável. Sabe-se que este valor pode sofrer alterações significativas, assim

- estabeleceu-se uma relação triangular oscilando entre 8%, 5% e 2% mesmo tendo total consciência de que o valor de perda por ser significativamente maior no início das operações;
8. O envase será realizado em barris de 30 litros. A empresa, por questões de qualidade, ergonomia e segurança optou por trabalhar com barris menores;
 9. O volume de cada garrafa é de 600 ml;
 10. A proporção de cerveja engarrafada e em barril é de 30% engarrafados e 70% em barris no estilo *Munich Helles*, pois este é o estilo que se espera comercializar com maior facilidade em barris, segundo o plano de negócios;
 11. Os demais estilos possuem proporção de cerveja engarrafada e em barril é de 60% engarrafado e 40% em barril;
 12. O recebimento de insumos ocorre 1 vez a cada 15 dias de acordo com os fornecedores;
 13. Os níveis de estoque foram determinados de forma a resistir à demanda sempre com 1 ciclo de abastecimento de folga, desta forma, mesmo que a entrega seja falha, a empresa consegue manter a operação em atividade;
 14. Apesar de ter conhecimento de que as vendas terão crescimento gradativo e lento, o sistema de simulação trabalha em sua capacidade total de forma a determinar o resultado mais próximo do limite de produção da unidade;
 15. Como ainda não foram fechados contratos de compra de garrafas, não foi inserida a periodicidade no sistema;
 16. Os barris não estão alocados no armazém por serem considerados um ativo da empresa e não uma matéria-prima;

4.3.2 A estrutura do sistema

O sistema foi dividido em grandes blocos, de forma a dividir por setores as áreas envolvidas diretamente na fabricação do produto, as áreas estabelecidas foram: Planejamento e Controle de Produção (PCP), Armazém, Brassagem, Adega e Envase conforme disposto na Figura 21.

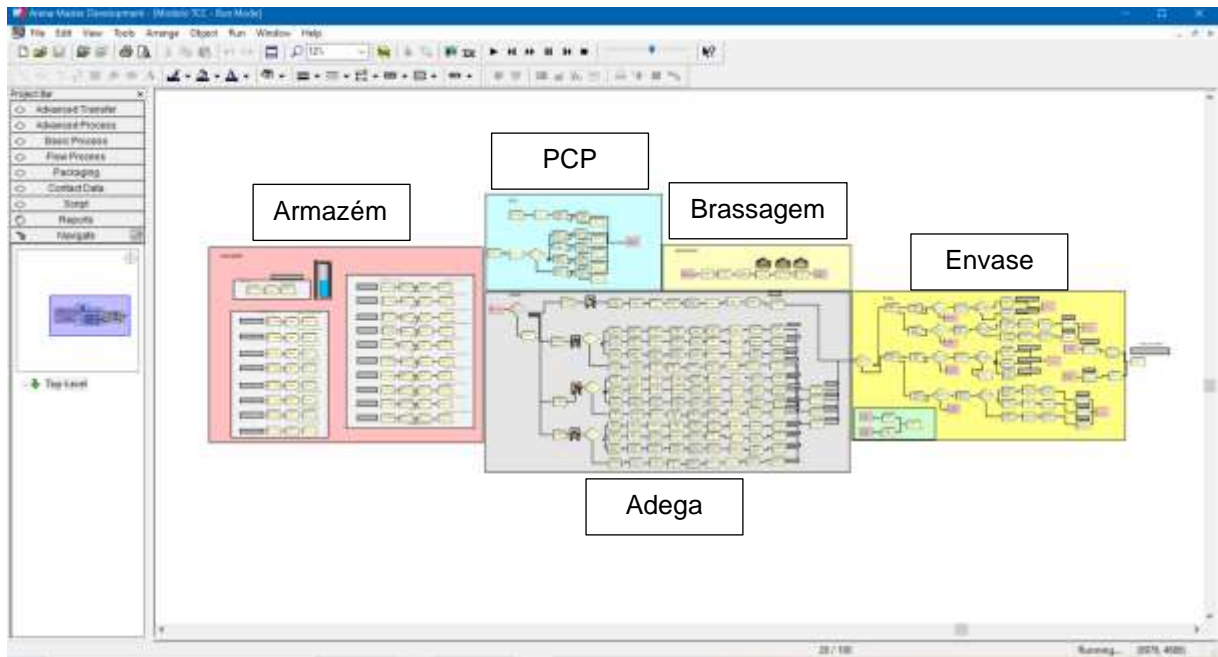


Figura 21. Macro visão do sistema de simulação.
(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

4.3.2.1 Planejamento e Controle de Produção

O PCP é o bloco que avalia a ociosidade do restante do sistema e a disponibilidade de matérias-primas, emite as ordens de produção de modo a minimizar a subutilização dos maquinários. As ordens de produção são emitidas somente de segunda a sexta-feira entre as 8 horas da manhã e as 14h da tarde de forma que haja tempo hábil para executar a brassagem. A imagem do módulo é disposta na Figura 22. Para checar a disponibilidade de maquinário e a compatibilidade de horários foi inserido o seguinte comando:

$$MX(0,1- OCUPA_BRASSAGEM-OCUPA_F1 - SEGUR_ENV)$$

Onde o valor de uma ordem de produção será emitido de acordo com a função máximo entre zero e 1 subtraído da soma de processos em operação na brassagem (expressão OCUPA_BRASSAGEM), no fermentador 1 (expressão OCUPA_F1) e em toda a linha de envase (SEGUR_ENV). Todas essas expressões têm a função de verificar a disponibilidade de espaço, recursos humanos e capacidade de processamento para a seção de interesse.

Analogamente foi gerada uma estrutura similar para gerar os outros estilos, porém estes são determinados de acordo com a demanda prevista no plano de negócios da cervejaria. Esta demanda é composta de 50% do volume das ordens de produção (OP) direcionado à fabricação de ESB, 30% do volume direcionado à fabricação de Double IPA (DIPA), 10% do volume direcionado à Vienna Lager e 10% do volume direcionado à Hefeweizen. Como não existe um cronograma de programação de produção na empresa, foi utilizado um bloco *Decide* para escolher o estilo fabricado conforme a probabilidade.

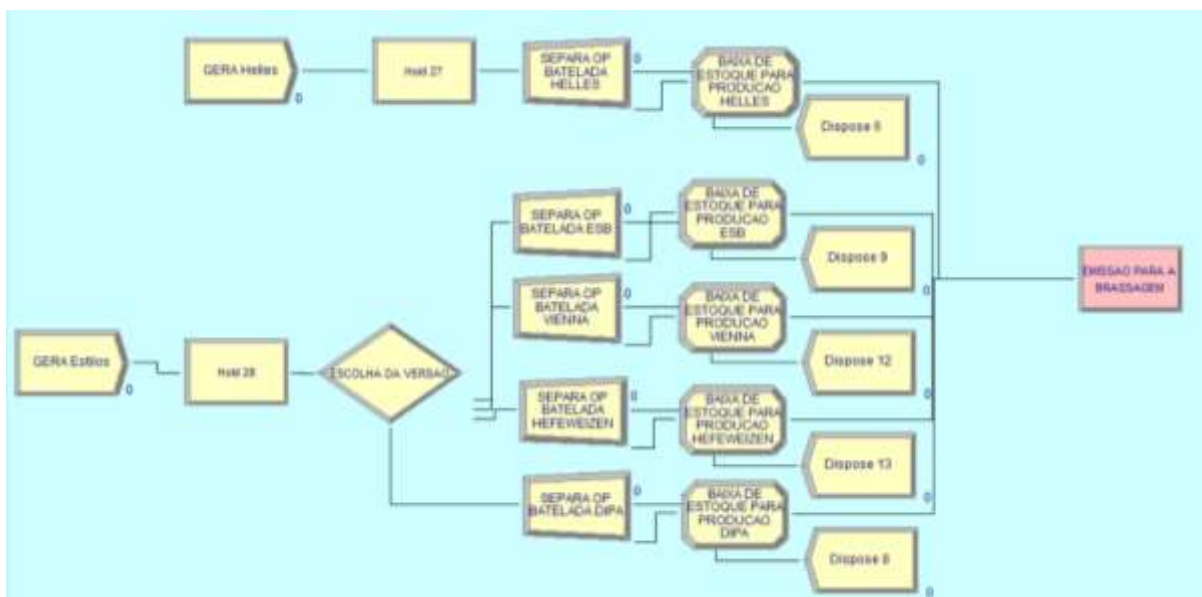


Figura 22. Módulo de geração de ordens de produção de PCP.
(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

4.3.2.2 Armazém

Bloco responsável por receber e distribuir os insumos em data programada, de acordo com um valor de estoque mínimo a manter para cada matéria-prima e ainda atendendo às demandas dispostas nas ordens de produção. Analogamente o Armazém é programado para receber os consumíveis a cada 15 dias.

Na prática o armazém é alimentado pelo PCP, contudo, para esta simulação não haverá problemas de ordem funcional.

Abaixo, na tabela 1, encontra-se uma relação dos consumíveis do processo de fabricação alocados no armazém. Os seus valores de estoque mínimo também são

considerados, mas sabe-se que na prática a forma de operação de compras de cada empresa irá impactar neste valor, podendo gerar até possíveis faltas de materiais devido à indisponibilidade ou a problemas de ordem administrativa.

Tabela 1. Lista de consumíveis contida no armazém e seus estoques mínimos

Material	Valor de estoque mínimo (Kg)
Malte Pilsen	1750
Malte Aroma MD	100
Malte Chocolate	100
Malte Caraamber	100
Malte Pale	1075
Malte Carared MD	150
Malte Carmunich	175
Malte Vienna	550
Malte Carapils	100
Malte Melanoidina	100
Malte Trigo	200
Lúpulo Spalter	7
Lúpulo Magnum	5
Lúpulo Perle	7
Lúpulo Target	6
Lúpulo Nugget	4
Lúpulo Simcoe	4
Lúpulo Saphir	4
Lúpulo Mittelfrue	4
Água	Abastecimento contínuo

(Fonte: Autor, dados coletados no plano de negócios)

Cada estilo de cerveja possui uma formulação diferenciada e com base nesta formulação são realizadas as baixas de estoque. A tabela 2 mostra os valores das baixas realizadas a cada emissão de ordem de produção.

Tabela 2. Baixas de estoque realizadas no armazém de acordo com cada estilo.

BAIXA DE ESTOQUE PARA A PRODUÇÃO DE MUNICH HELLES

MUNICH HELLES	Malte Pilsen (Kg)	-210
	Malte Aromatic MD (Kg)	-7,2
	Lúpulo Spalter (Kg)	-0,28
	Lúpulo Perle (Kg)	-0,28
	Lúpulo Magnum (Kg)	-0,46
	Água (Litros)	-1407
Baixa De Estoque Para A Produção De ESB		
ESB	Malte Pale (Kg)	-180
	Malte Carared (Kg)	-32
	Malte Carmunich (Kg)	-12,8
	Lúpulo Target (Kg)	-1,6
	Lúpulo Magnum (Kg)	-0,54
	Água (Litros)	-1415
Baixa De Estoque Para A Produção De Double Ipa		
DOUBLE IPA	Malte Pale (Kg)	-177
	Malte Pilsen (Kg)	-147
	Malte Caraamber (Kg)	-10
	Malte Chocolate (Kg)	-4
	Lúpulo Target (Kg)	-1,08
	Lúpulo Magnum (Kg)	-0,6
	Lúpulo Simcoe (Kg)	-1
	Lúpulo Nugget (Kg)	-1,06
Água (Litros)	-1528	
Baixa De Estoque Para A Produção De Vienna Lager		
VIENNA LAGER	Malte Vienna (Kg)	-120
	Malte Pilsen (Kg)	-102
	Malte Carmunich (Kg)	-38
	Lúpulo Spalter (Kg)	-1,3
	Lúpulo Saphir (Kg)	-0,64
	Água (Litros)	-1450
Baixa De Estoque Para A Produção De Hefeweizen		
HEFEWEIZEN	Malte Trigo (Kg)	-44
	Malte Pilsen (Kg)	-150
	Malte Carmunich (Kg)	-19
	Malte Melanoidina (Kg)	-19
	Lúpulo Perle (Kg)	-1,66
	Lúpulo Mittelfrüe (Kg)	-0,84
	Água (Litros)	-1378

4.3.2.3 Brassagem

A área de brassagem é onde o grão e o lúpulo são processados. Inicia-se com a pesagem dos grãos, seguido pela moagem até que entre na sala de brassagem efetivamente. O módulo de simulação é mostrado na Figura 23.

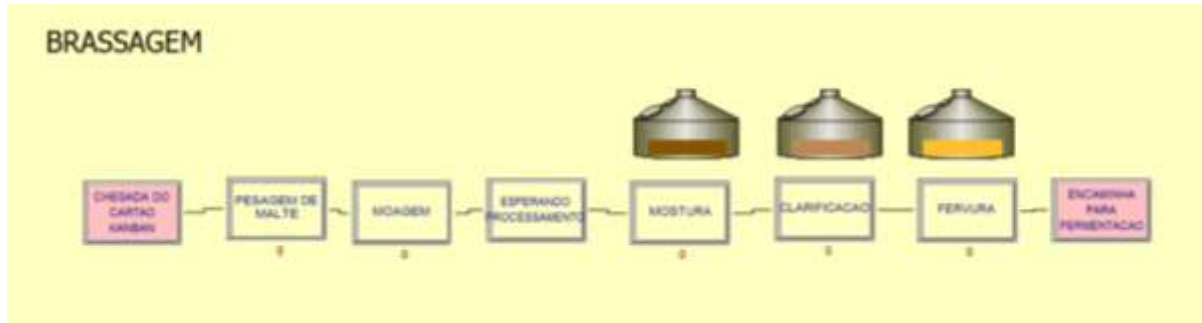


Figura 23. Bloco de brassagem.
(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

O processo de pesagem é regido novamente por uma triangular ajustada entre 4, 5 e 6 minutos, conforme Figura 24.

Figura 24. Configuração do processo de pesagem.
(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

A seguir é realizada a moagem seca dos grãos. O processo dos materiais será restrito às condições de disponibilidade da sala de brassagem, um bloco *Hold*, que escaneia as condições do sistema e segura o lote caso essas condições não sejam cumpridas, foi empregado visando a disponibilidade das tinas de mostura e clarificação. Neste caso em particular é possível que a tina de fervura esteja em processo, enquanto um novo lote adentra a tina de mostura sem causar qualquer tipo de dificuldade.

Os tempos de cada etapa são exibidos na Tabela 3.

Tabela 3. Configuração dos parâmetros da função triangular para o processo de brassagem.

Processo	Configuração da função triangular		
	Mínimo	Objetivo	Máximo
Moagem	45	50	60
Mostura	60	70	80
Clarificação	45	60	90

4.3.3 Adega

Na adega serão realizadas prioritariamente os processos de fermentação e maturação. A seleção dos fermentadores ocorre de duas maneiras distintas. A primeira forma é se o estilo for *Munich Helles*, neste caso será enviado ao fermentador 1, com capacidade de fermentação de 2000 litros. Neste caso existe uma particularidade pois para formar um lote para a fermentação, deve-se processar duas brasagens. A segunda forma de seleção de fermentadores ocorre por meio de uma formatação condicional, ou seja, caso o estilo for diferente de *Munich Helles*, é direcionado aos outros três fermentadores sendo direcionada para o equipamento vazio.

Tabela 4. Configuração dos parâmetros da função triangular para os processos de fermentação e maturação.

Processo	Configuração da função triangular		
	Mínimo	Objetivo	Máximo
Fermentação <i>lagers</i>	4	5	6
Maturação <i>lagers</i>	6	7	8
Fermentação <i>ales</i>	8	9	10
Maturação <i>ales</i>	11	12	14

Como o processo de fermentação ocorre ininterruptamente e seus tempos de fermentação e maturação estão dispostos na tabela 8. Por isso deve-se limitar seu fluxo de saída para o envase aos dias letivos e aos horários hábeis para a realização

Name:		Type:
ENGARRAFAMENTO 2000L 1033 GARRAFAS		Standard
Logic		
Action:		Priority:
Seize Delay Release		Medium(2)
Resources:		
Resource, AUXILIAR_DE_PRODUCAO_3, 1		Add...
Resource, AUXILIAR_DE_PRODUCAO_1, 1		Edit...
<End of list>		Delete
Delay Type:	Units:	Allocation:
Triangular	Seconds	Value Added
Minimum:	Value (Most Likely):	Maximum:
25	30	35
<input checked="" type="checkbox"/> Report Statistics		
OK		Cancel Help

Figura 26. Janela de configuração do engarrafamento de garrafas.

É neste momento que também são aplicadas as perdas por envase calculadas de acordo com uma triangular variando entre 8%, 5% e 2% de perda inserida em blocos de *decide*, rejeitando ou aprovando os produtos acabado de acordo com a probabilidade.

5 Resultados

O computador utilizado foi um Dell Inspiron 15 7559 com processador Intel Core I5 de 2,3GHz, 16GB de memória RAM e HD SSD M2 Sata. O tempo de execução da simulação foi de aproximadamente 8 minutos.

Após simular o sistema pelo período de 3 anos, obteve-se diversos resultados de relativo interesse operacional e econômico. Foi levantado a quantidade média de litros produzidos de acordo com as escolhas de estilos em questão totalizando 9190 litros por mês. Não foram observadas grandes filas e tempos de espera, salvo o processo de fermentação e maturação que são demasiadamente demorados. A seguir o detalhamento dos resultados.

5.1 Produtividade

A Tabela 5 mostra os dados referentes à produção de caixas durante o período simulado, devido às proporções de destinação à barris e garrafas, o maior número de caixas é do estilo *Extra Special Bitter* (ESB).

Tabela 5. Resultados referentes à fabricação de caixas para cada estilo pretendido.

Produto	Valor médio	Intervalo de confiança (95%)	Valor inferior	Valor superior	Valor médio mensal
Caixas Helles	6296,0	10,0	625,0	6461,0	174,9
Caixas Dipa	4183,7	108,3	2838,0	5910,0	116,2
Caixas Esb	6998,8	70,6	6067,0	7964,0	194,4
Caixas Hefeweizen	1387,4	68,2	7717,0	2284,0	38,5
Caixas Vienna	1360,9	63,7	710,0	2209,0	37,8
TOTAL	20226,7	320,7	17957,0	24828,0	561,9

(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

Já para barris, os resultados são mostrados na Tabela 6. Como esperado, a produção do estilo *Munich Helles* se destaca de maneira coerente ao objetivo inicial da empresa.

Tabela 6. Resultado referente à fabricação de barris de cerveja.

Produto	Valor médio	Intervalo de confiança (95%)	Média inferior	Média superior	Quantidade média mensal
Barris Helles	3409,5	5,7	3345,0	3471,0	94,7
Barris Dipa	656,4	17,0	456,0	931,0	18,2
Barris Esb	1096,6	11,1	951,0	1213,0	30,5
Barris Hefeweizen	222,3	8,2	110,0	330,0	6,2
Barris Vienna	218,8	10,0	108,0	343,0	6,1
TOTAL	5603,6	51,9	4970,0	6288,0	155,7

(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

Obteve-se o número de bateladas fermentadas por estilo, das quais as bateladas relativas ao estilo *Munich Helles* são de 2000 litros e para os demais estilos são de 1000 litros.

Tabela 7. Número de bateladas fermentadas por estilo.

Produto	Valor médio	Intervalo de confiança (95%)	Média inferior	Média superior	Volume médio mensal
Bateladas Helles	77,0	0,1	76,0	79,0	2,1
Bateladas Dipa	52,7	1,4	38,0	71,0	1,5
Bateladas Esb	88,8	0,9	77,0	98,0	2,5
Bateladas Hefeweizen	18,0	0,7	9,0	27,0	0,5
Bateladas Vienna	17,3	0,8	9,0	28,0	0,5
TOTAL	253,8	3,9	209,0	303,0	7,1

(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

Convertendo o valor das bateladas fermentadas para litros obtêm-se o volume fermentado na Tabela 7, que comparado ao volume envasado, resultou nas de perdas exibidas na Tabela 8. Vale ressaltar que apesar de centralizar as perdas no setor de envase, elas ocorrem em todo o processo. Na brassagem para retirar os aglomerados proteicos, na fermentação ao remover as leveduras e precipitados do fundo do tanque e no envase propriamente dito. A conduta ideal seria validar os valores das perdas no processo produtivo, porém a empresa teve um atraso significativo na instalação, o que impossibilitou o trabalho. Por este motivo concentrou-se a perda média no final do processo.

Tabela 8.Comparativo entre volume planejado e volume expedido.

Produto	Volume fermentado	Volume envasado (litros)	Percentual de perda	Volume médio mensal (litros)
Litros Helles	154060,0	147616,1	4%	4279,4
Litros Dipa	52730,0	49815,7	6%	1464,7
Litros Esb	88790,0	83287,8	6%	2466,4
Litros Hefeweizen	18000,0	16657,7	7%	500,0
Litros Vienna	17270,0	16361,5	5%	479,7
TOTAL	330850,0	313738,8	5%	9190,3

(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

O volume mensal produzido estimado é de 9.190 litros, volume dentro do esperado pelo plano de negócios da cervejaria. No entanto vale ressaltar que as variáveis do processo como tempo de fermentação, maturação e diferenças de envase acabam por reduzir a capacidade produtiva. Pensando nesta situação realizou-se um teste contando apenas um estilo de cerveja, o *Munich Helles*, e obteve-se um aumento significativo de produção, atingindo o valor médio de 11.242 litros. Um aumento de 22% da capacidade produtiva.

5.2 O consumo de água

O consumo médio de água foi de 502.504 litros de água, o que corresponde ao uso 51,9% maior de água do que o volume de cerveja envasada. Contudo, sabe-se que o consumo médio de água é de 70% a 100% maior que o volume produzido quando analisado apenas a operação de produção (VERDE, 2017). O valor difere significativamente do valor encontrado, mas é preciso considerar atividades que não foram simuladas no sistema como a limpeza dos equipamentos (CIP) e da edificação.

5.3 Recursos humanos

Os resultados do uso de recursos humanos se mostraram divergentes do que seria observado na realidade. Como não foi possível fazer a medição *in loco* dos tempos e movimentos no processo, atribuiu-se a mão de obra às atividades de brassagem, fermentação e envase puramente e, portanto, não foi possível considerar prazos de limpeza de maquinário, acionamento dos equipamentos de suporte e transferências físicas. O resultado mostrou que os auxiliares de produção permaneceram ocupados 7% do tempo (Figura 27) e se sabe que estes dados devem ser tratados, pois a simulação considera que o tempo decorrido é de 24 horas por dia

e de 7 dias por semana. Portanto, ajustando os dados, obtém-se uma taxa de ocupação média dos auxiliares de produção de 31% e de 25% para o mestre cervejeiro.

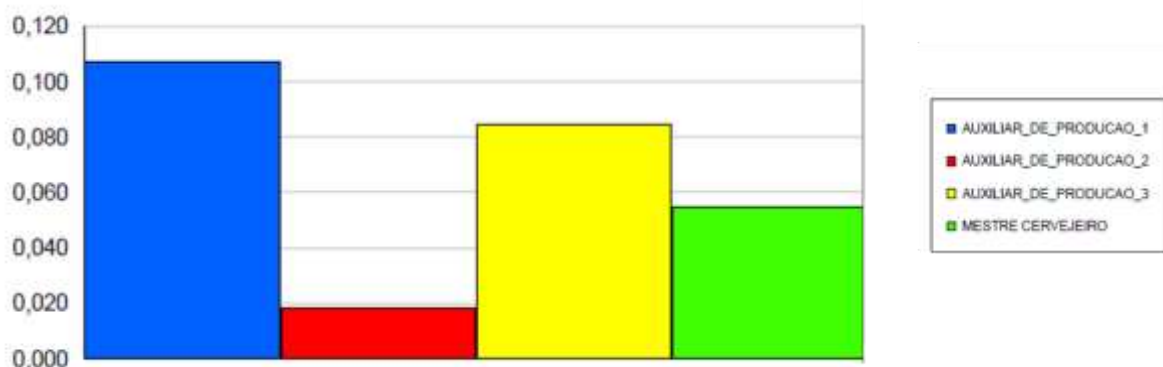


Figura 27. Gráfico de utilização de recursos humanos.
(Fonte: Autor, coletado do ARENA)

5.4 Cenário financeiro

Com o volume produtivo previsto pode-se estimar um valor de faturamento esperado para a empresa. Conforme pesquisa de preços realizada pela empresa em junho de 2019, o valor de mercado de um barril de 30L era entre R\$ 440,00 e R\$ 510,00 e das garrafas entre R\$ 9,00 e R\$14,00 para venda entre CNPJ. Hoje, passados dois anos, o valor do Índice de Preços ao Consumidor subiu aproximadamente 12% (IBGE, 2021), logo é coerente reajustar os valores para R\$ 493,00 e R\$ 571,00 para barril e entre R\$ 10,00 e R\$ 15,00 para garrafas. Considerando que a *Munich Helles* é o estilo de menor custo, pode-se atribuir o valor de R\$ 493,00 por barril, já os demais estilos por terem maior custo, terão o valor atribuído a R\$ 571,00. Analogamente pode-se atribuir os valores das garrafas da mesma forma.

Realizando os cálculos estima-se que o faturamento da empresa é de aproximadamente R\$ 81.304,75 vindo dos barris e de R\$ 93.182,46 de garrafas, sendo a média por caixa de R\$ 165,29. Somando-se as duas contribuições obtém-se um faturamento previsto médio em volume máximo de produção da ordem de R\$ 174.453,30.

Ao aplicar estes dados ao plano de negócios da empresa obtêm-se um fluxo de caixa e o valor de VPL do projeto para o prazo de 3 anos. Foram considerados três auxiliares na operação e três promotores de vendas sendo os promotores remunerados pelo mínimo comercial acrescido de comissão sobre vendas. Os impostos considerados foram ICMS, PIS/COFINS/IPI e Imposto de Renda, conforme a Tabela 9, que indica apenas os primeiros meses de faturamento. No plano de negócios foi considerada a possibilidade de investimento de R\$ 121.000,00 prevista para setembro de 2022, ampliando a capacidade produtiva. Portanto será avaliado o cenário sem o investimento e com o investimento.

Tabela 9. Cálculo dos primeiros meses segundo a previsão de demanda e vendas da cervejaria.

	INÍCIO	01/01/2022	01/02/2022	01/03/2022	01/04/2022
Investimento	-R\$ 1.145.240,00				
Faturamento		R\$ 2.927,55	R\$ 18.973,44	R\$ 45.519,54	R\$ 51.530,40
Custos variáveis		-R\$ 581,10	-R\$ 3.709,95	-R\$ 9.704,86	-R\$ 10.958,79
Despesas comerciais		-R\$ 146,38	-R\$ 948,67	-R\$ 2.275,98	-R\$ 2.576,52
Custos fixos		-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11
Depreciação		-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92
ICMS a pagar		-R\$ 848,99	-R\$ 5.502,30	-R\$ 13.200,67	-R\$ 14.943,82
ICMS a receber		R\$ 133,65	R\$ 853,29	R\$ 2.232,12	R\$ 2.520,52
PIS/COFINS/IPI		-R\$ 333,74	-R\$ 2.162,97	-R\$ 5.189,23	-R\$ 5.874,47
LAIR		-R\$ 32.428,04	-R\$ 26.076,19	-R\$ 16.198,10	-R\$ 13.881,70
Ir		R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Lucro líquido		-R\$ 24.173,12	-R\$ 17.821,27	-R\$ 7.943,19	-R\$ 5.626,79
Lucro líquido corrigido	-R\$ 1.145.240,00	-R\$ 23.954,83	-R\$ 17.500,87	-R\$ 7.729,94	-R\$ 5.426,28

Segundo os dados obtidos na simulação, o investimento em dois fermentadores de 2000 litros acarretará um aumento médio da produção em aproximadamente 7.300 litros mensais e possibilitará retorno financeiro mais rápido, supondo a demanda prevista no plano de negócios da empresa (Figura 28).



Figura 28. Prospecção de demanda de litros de cerveja.
(Fonte: Autor, dados coletados no plano de negócios)

Obteve-se então o gráfico de VPL, do prazo de retorno do investimento e do faturamento em função do tempo (Figura 29). O período de retorno é estimado para o trigésimo mês de operação e o VPL do projeto atinge a marca de R\$ 765.072,58 após o 36º mês de operação.



Figura 29. Gráfico de VPL, Payback e faturamento com investimento.
(Fonte: Autor, coletado do plano de negócios da empresa)

Sem ocorrerem os investimentos o prazo de *payback* se estende aos 39 meses em que o VPL é nulo, esta situação ocorre na figura 30.



Figura 30. Gráfico de VPL, Payback e faturamento sem novos investimentos.
 (Fonte: Autor, coletado do plano de negócios da empresa)

6 Considerações finais

A simulação de sistemas é uma ferramenta de suma importância no ramo de negócios. Poder prever o comportamento dos sistemas de produção atrelados a determinadas condições é uma necessidade cada vez maior quando se pensa em planejamento. Desta forma o trabalho realizado é de grande importância, determinando a viabilidade do projeto e as possíveis expansões para o empreendimento.

6.1 Alcance dos objetivos

Os resultados foram gerados visando atender aos objetivos propostos, a seguir descreve-se como os resultados do trabalho atenderam a cada objetivo proposto.

O objetivo de simular um ambiente real de produção foi alcançado, uma vez que o escopo do trabalho é focado na atividade principal da cervejaria, o que foi desenvolvido e simulado como pretendido, mostrando o comportamento do processo de produção e evidenciando o fluxo de trabalho.

O objetivo de calcular a capacidade produtiva de uma planta produtiva da microcervejaria modelada foi alcançado e corrobora as previsões realizadas no plano de negócios da empresa. Mostrou também que a produtividade é sensível aos estilos fabricados uma vez que seus períodos de fermentação, maturação e tempos de envase são diferenciados, ocasionando uma redução de produtividade quando comparado à produção de um único estilo mais simples como o *Munich Helles*, como mencionado anteriormente.

Outro objetivo traçado inicialmente foi o de dimensionar o uso de recursos humanos no processo de produção foi alcançado quando considerado o escopo do projeto de simular apenas o processo de produção principal, porém, em uma análise mais ampla, ampliando o escopo do projeto para todas as atividades desenvolvidas pela empresa, seria considerado parcialmente atingido, pois existem os processos de apoio, limpeza e transportes de materiais como recebimento de insumos, expedição de produto acabado, realocações de equipamentos e matérias-primas e o descarte de bagaço de cevada para destinação adequada, sendo o mais comum a alimentação de bovinos e suínos.

O objetivo de calcular o faturamento previsto e o VPL do projeto baseado no plano de negócios da empresa foi contemplado uma vez que os dados de produtividade foram cruzados com a premissa de vendas da empresa, prevista em seu plano de negócios, mostrando a viabilidade de execução do negócio e prazos de retorno do investimento entre 32 e 39 meses de operação.

Já o objetivo de validar o modelo proposto não foi atingido uma vez que a cervejaria ainda não iniciou suas operações, não sendo possível checar o modelo *in loco* para mensurar seus tempos específicos de processo, movimentações e detalhes da prática de produção rotineira.

Avaliando os objetivos específicos do trabalho pode-se dizer que o objetivo geral de simular um sistema de produção de uma microcervejaria, calculando a sua capacidade produtiva, a utilização de seus recursos materiais e humanos e gerar informações de faturamento e calcular o valor presente líquido (VPL) do empreendimento foi alcançado quando cumpriu seus objetivos específicos principais.

6.2 Impressões do projeto

O resultado da simulação poderá ser comparado ao sistema real futuramente. Ao analisar os dados obtidos, foi concluída a viabilidade do negócio pois, mesmo com todo o capital imobilizado da empresa na construção de sua sede e em seus maquinários, o projeto apresenta VPL positivo para o prazo de 32 meses com investimento realizado futuramente e de 39 meses sem a realização de investimento. Desta forma, é altamente recomendável que ocorram novos investimentos a fim de aumentar o volume produzido, podendo aproveitar melhor seus recursos como máquinas e funcionários pois o equipamento de brassagem, juntamente com o moinho, são utilizados em média menos de duas vezes por semana, o que deixa bastante clara a subutilização do equipamento gerando margem ociosa que pode ser utilizada para aumentar o volume produzido. Por isso investir em fermentação e em linhas de envase será a melhor forma de expandir em busca de resultados financeiros, juntamente, é claro, com as reduções de perdas ocorridas no processo.

6.3 Possibilidades de estudos futuros

O projeto atém-se à realidade de uma microcervejaria apenas, porém com potencial para ser aplicado em diversas outras empresas. Assim uma possível forma de continuar e aprofundar este estudo seria a aplicação em mais unidades produtivas com características diferentes, gerando informações variadas que podem corroborar com a robustez do sistema, tornando-o mais confiável e aplicável a situações rotineiras em menor tempo.

Outra possibilidade de estudo seria simular os processos de apoio e logístico das empresas e mensurar se estes processos impactam na atividade principal e de que maneira estes impactos ocorrem, aumentando o volume de informações geradas para as cervejarias dentro e fora da fábrica com simulações de roteirização de entregas e coletas de barris vazios e possíveis falhas dos processos de apoio.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BA. **2021 Beer Style Guidelines**. Brewers Association. Boulder, Colorado, p. 68. 2021.

BEERART. **Revista Beerart**, 2019. Disponível em: <<https://revistabeerart.com/news/ambev-cevada>>. Acesso em: 21 out. 2021.

BELETI, M. A. A temperatura no desenvolvimento da atividade das enzimas (1-3, 1-4)- β -glucanases e degradação de β -glucanos durante a malteação. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, Brasil, v. 42, n. 3, p. 467-473, Março 2012. ISSN ISSN 0103-8478.

BJCP. **STYLE GUIDELINES**. Beer Judge Certification Program. Saint Louis Park, Minnessota, p. 93. 2015.

BRISKI, J. S. & D. **Beeronomics: How Beer Explains the World**. 1. ed. [S.I.]: Oxford University Press, 2017.

CRISÓSTOMO, C. P. **Estudo do comportamento e dos tempos que compõem a fila de registro de uma das categorias de Dispositivos mpedicos utilizando a simulação de sistemas**. Universidade de Brasília. Brasília, p. 105. 2017.

DOEMENS.ORG. **Hefebank un Mikroorganismen - Doemens**, 10 Outubro 2021. Disponível em: <<https://doemens.org/labor-hefebank/hefebank-und-mikroorganismen/>>. Acesso em: 10 Outubro 2021.

FERNANDES, L. A. RELATÓRIOS DE PESQUISA NAS CIÊNCIAS SOCIAIS. **CADERNO DE PESQUISAS EM ADMINISTRAÇÃO**, Porto Alegre, 1, 2003. 6.

FRANKENSCHAU. Hopfenschätzung im Spalter Anbaugebiet. **Br.de**, 2021. Disponível em: <<https://www.br.de/nachrichten/bayern/hopfenschaetzung-im-spalter-anbaugebiet-erwartungen-sind-gut,SgtRvJe>>. Acesso em: 21 out. 2021.

FREITAS, C. F. Infográfico: Market share de vendas de cerveja no Brasil em 2019. **Catalisi**, 2020. Disponível em: <<http://catalisi.com.br/infografico-market-share-do-mercado-de-cerveja-no-brasil-em-2019/>>. Acesso em: 02 Outubro 2021.

GARAVAGLIA, C. The Craft Beer Revolution: An International Perspective. **Agricultural & Applied Economics Association**, Leuven, p. 8, 2017.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HEFEBANK WEIHENSTEPHAN. Hefebank Weihenstephan. **Produkte Hefebank Weihenstephan**, 10 outubro 2021. Disponível em: <<https://www.hefebank-weihenstephan.de/en/products/>>. Acesso em: 10 Outubro 2021.

HILLIER, F. S. . & L. G. J. **Introdução à Pesquisa Operacional**. 9ª. ed. São Paulo: AMGH, 2012.

HORWOOD, E. **Mathematical Models of Morphogenesis**. Londres: Ellis Horwood, 1983.

IBGE. Inflação | IBGE. **IBGE**, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>>. Acesso em: 20 outubro 2021.

ICB. **Curso avançado de tecnologia cervejeira**. São Paulo: Instituto da Cerveja Brasil, 2020.

KUCHARCZYK, . K. The effect of pitching rate on fermentation, maturation and flavour compounds of beer produced on an industrial scale. **Journal of the Institute of Brewing**, Londres, v. 121, n. 3, p. 6, junho 2015. ISSN 2050-0416.

KUNZE, W. **Technology Brewing an Malting**. 1st International Edition. ed. Berlin: VLB, Berlin, 1996.

LAPOLLI, C. **Mercado da cerveja 2018**. Associação Brasileira de Cerveja Artesanal. [S.I.], p. 16. 2018.

MAPA. **Anuário da cerveja 2020**. Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, p. 24. 2020.

MIYAGI, P. E. **Introdução a Simulação Discreta**. USP. São Paulo. 2006.

NETO, A. A. Identificando as competências essenciais da empresa. **Professor Annibal**, 2020. Disponível em: <<https://professorannibal.com.br/2020/07/14/identificando-as-competencias-essenciais-da-empresa/>>. Acesso em: 21 out. 2021.

NETO, N. R. . A. Template do programa Arena para simulação das operações de carregamento e transporte em minas a céu aberto, Ouro preto, Março 2004. 5.

OLIVER, G. **The Brewmaster's Table: Discovering the Pleasures of Real Beer with Real Food**. New York: Ecco Press, 2005. 384 p.

PRADO, D. & Y. M. **Usando o Arena em simulação**. 6ª. ed. Belo Horizonte: Falconi Editora, 2014.

REBELLO, F. F. P. PRODUÇÃO DE CERVEJA. **REVISTA AGROGEOAMBIENTAL**, Inconfidentes, MG, p. 11, 2009.

ROSSETTI, M. D. **Simulations Modeling and Arena**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2016.

SANTOS, S. Q. **Simulação de uma Solução de Integração utilizando o ARENA®**. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí, p. 61. 2020.

SCHÖNBERGER, C. Hopfen Helden. **HOPFEN: Was ist das eigentlich?**, 01 Outubro 2020. Disponível em: <<https://www.hopfenhelden.de/bierwissen-craft-beer-hopfen/>>. Acesso em: 10 Outubro 2021.

SEBRAE. **1º Censo das Cervejarias Independentes Brasileiras**. SEBRAE. Brasília, p. 16. 2019.

SILVA, L. M. F. **Utilizando o software Arena como ferramenta de apoio ao ensino em engenharia de produção**. ABEPRO. Foz Do Iguaçu, p. 10. 2007.

VERDE, A. A. PEGADA HÍDRICA COMO INDICADOR DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NA. **Anais Encontro Internacional de Produção Científica**, Maringá, outubro 2017. 7.

YAMAUCHI, Y. Rapid maturation of beer using an immobilized yeast bioreactor. **Journal of biotechnology**, Yokohama, v. 38, p. 101-108, 1995. ISSN ISSN 0168-1656.

Apêndice 1

Relatório de contagens especificada pelo usuário.

22:19:35

Category Overview

outubro 24, 2021

Values Across All Replications

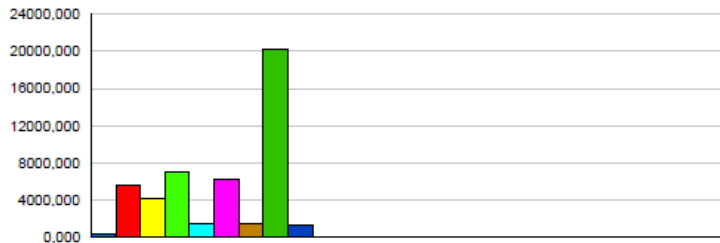
Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Days

User Specified

Counter

Count	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
barris PERDIDOS	293.89	3,43	261.00	333.00
BARRIS TOTAIS	5552.31	14,85	5404.00	5819.00
CAIXAS DIPA	4183.68	108,29	2838.00	5910.00
CAIXAS ESB	6998.75	70,55	6067.00	7717.00
CAIXAS HEFEWEIZEN	1418.21	52,31	711.00	2129.00
CAIXAS HELLES	6295.99	9,96	6205.00	6461.00
Caixas Perdidas	1380.90	7,14	1309.00	1505.00
CAIXAS TOTAIS	20257.48	88,96	19376.00	21818.00
CAIXAS VIENNA	1360.85	63,69	710.00	2209.00
CONTA SAIDA DIPA	53.0800	1,37	36.0000	75.0000
CONTA SAIDA ESB	88.7900	0,89	77.0000	98.0000
CONTA SAIDA F1	77.0300	0,12	76.0000	79.0000
CONTA SAIDA F3 DIPA	20.0900	1,02	10.0000	35.0000
CONTA SAIDA F3 ESB	33.1700	0,58	26.0000	40.0000
CONTA SAIDA F3 HEFEWEIZEN	6.5400	0,48	1.0000	14.0000
CONTA SAIDA F3 LAGER	6.8300	0,52	2.0000	15.0000
CONTA SAIDA F4 DIPA	18.4300	1,11	7.0000	35.0000
CONTA SAIDA F4 ESB	32.2700	0,53	26.0000	39.0000
CONTA SAIDA F4 HEFEWEIZEN	6.6600	0,46	2.0000	12.0000
CONTA SAIDA F4 LAGER	6.0900	0,47	1.0000	13.0000
CONTA SAIDA F5 DIPA	14.5600	0,60	8.0000	22.0000
CONTA SAIDA F5 ESB	23.3500	0,66	15.0000	32.0000
CONTA SAIDA F5 HEFEWEIZEN	4.8000	0,45	0.00	11.0000
CONTA SAIDA F5 LAGER	4.3500	0,43	0.00	11.0000
CONTA SAIDA HEFEWEIZEN	18.0000	0,66	9.0000	27.0000
CONTA SAIDA VIENNA	17.2700	0,81	9.0000	28.0000



Time Persistent

Relatório de contagens de espera em filas.

22:19:35

Category Overview

outubro 24, 2021

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Days

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
ADICAO DE LEVEDURA F1.Queue	0.00033842	0,00	0.00017753	0.00047997	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F3 DIAMOND.Queue	0.00000059	0,00	0.00	0.00002613	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F3 ESB.Queue	0.00000187	0,00	0.00	0.00002351	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F3 HEFEWEIZEN.Queue	0.00000061	0,00	0.00	0.00001772	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F3.Queue	0.00000285	0,00	0.00	0.00007041	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F4 DIAMOND.Queue	0.00000041	0,00	0.00	0.00002201	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F4 ESB.Queue	0.00000205	0,00	0.00	0.00002654	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F4 HEFEWEIZEN.Queue	0.00000050	0,00	0.00	0.00002527	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F4.Queue	0.00000171	0,00	0.00	0.00004490	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F5 DIAMOND.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
ADICAO DE LEVEDURA F5 ESB.Queue	0.00000184	0,00	0.00	0.00002612	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F5 HEFEWEIZEN.Queue	0.00000037	0,00	0.00	0.00003253	0.00	1.0000
ADICAO DE LEVEDURA F5.Queue	0.00000123	0,00	0.00	0.00002335	0.00	1.0000
AGRUPA CAIXA HELLES 2000L 12UN.Queue	5.3797	0,08	4.2807	6.1429	0.00	12.0000
AGRUPA CAIXA VIENNA 1000L 12UN.Queue	5.0375	0,20	2.2720	7.1968	0.00	12.0000
AGUARDO DIPA F3.Queue	0.00715706	0,00	0.00249153	0.01515513	0.00	3.0000
AGUARDO DIPA F4.Queue	0.00676987	0,00	0.00165601	0.01471257	0.00	3.0000
AGUARDO DIPA F5.Queue	0.00487652	0,00	0.00177815	0.00845720	0.00	1.0000
AGUARDO ESB F3.Queue	0.01079539	0,00	0.00730064	0.01493160	0.00	1.0000
AGUARDO ESB F4.Queue	0.01118298	0,00	0.00641315	0.01501803	0.00	1.0000
AGUARDO ESB F5.Queue	0.00798567	0,00	0.00348365	0.01246239	0.00	1.0000
AGUARDO HEFEWEIZEN F3.Queue	0.00214161	0,00	0.00003991	0.00632346	0.00	1.0000
AGUARDO HEFEWEIZEN F4.Queue	0.00216090	0,00	0.00036991	0.00537364	0.00	1.0000
AGUARDO HEFEWEIZEN F5.Queue	0.00167075	0,00	0.00	0.00410727	0.00	1.0000
AGUARDO HELLES.Queue	0.02049047	0,00	0.01577458	0.02604498	0.00	2.0000
AGUARDO VIENNA F3.Queue	0.00224847	0,00	0.00003189	0.00703846	0.00	1.0000
AGUARDO VIENNA F4.Queue	0.00194134	0,00	0.00	0.00402536	0.00	1.0000
AGUARDO VIENNA F5.Queue	0.00136773	0,00	0.00	0.00413613	0.00	1.0000
CAIXA DIPA 2000L 12UN.Queue	5.3802	0,11	3.9380	6.8548	0.00	12.0000
CAIXA ESB 1000L 12UN.Queue	5.4093	0,09	4.5262	6.8479	0.00	12.0000

Relatório de contagens de espera em filas.

22:19:35

Category Overview

outubro 24, 2021

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Days

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
CAIXA HEFEWEIZEN 1000L 12UN.Queue	5.1376	0,23	1.6547	8.2788	0.00	12.0000
Caixas Perdidas.Queue	5.3902	0,06	4.5425	5.9953	0.00	12.0000
CLARIFICACAO.Queue	0.00020961	0,00	0.00010947	0.00034549	0.00	1.0000
EMBARRILAMENTO 1000L.Queue	0.04978753	0,00	0.04518756	0.05776675	0.00	38.0000
EMBARRILAMENTO 2000L.Queue	0.4481	0,01	0.3245	0.6810	0.00	46.0000
ENCAIXOTAMENTO DIPA.Queue	0.8800	0,03	0.5463	1.2870	0.00	158.00
ENCAIXOTAMENTO ESB.Queue	1.3999	0,02	1.1909	1.7283	0.00	235.00
ENCAIXOTAMENTO HEFEWEIZEN.Queue	0.2836	0,01	0.1452	0.4605	0.00	159.00
ENCAIXOTAMENTO HELLES.Queue	1.3204	0,01	1.2207	1.5175	0.00	84.0000
ENCAIXOTAMENTO VIENNA.Queue	0.2546	0,01	0.1215	0.4424	0.00	157.00
ENGARRAFAMENTO 1000L 320 GARRAFAS.Queue	37.1433	0,38	33.1648	42.0775	0.00	2860.00
ENGARRAFAMENTO 2000L 580 GARRAFAS.Queue	22.9540	0,04	22.5329	23.4684	0.00	1008.00
ESPERANDO PROCESSAMENTO.Queue	0.00755213	0,00	0.00621634	0.00961116	0.00	4.0000
FERVURA.Queue	0.00005119	0,00	0.00	0.00019318	0.00	1.0000
Fila OP Estilos	0.07458475	0,00	0.06927663	0.08249851	0.00	2.0000
Fila OP Helles	0.03208835	0,00	0.03108988	0.03504259	0.00	2.0000
Hold 33.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 34.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 35.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hold 36.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
LOTE FERMENTADOR 1.Queue	0.01084260	0,00	0.01059683	0.01117805	0.00	2.0000
LOTE FERMENTADOR 3.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
LOTE FERMENTADOR 4.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
LOTE FERMENTADOR 5.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	1.0000
MATURACAO 3 ESB.Queue	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00
MOAGEM.Queue	0.00787896	0,00	0.00450703	0.01212510	0.00	5.0000
MOSTURA.Queue	0.00489776	0,00	0.00456705	0.00518855	0.00	1.0000
PESAGEM DE MALTE.Queue	0.00043013	0,00	0.00031113	0.00077482	0.00	5.0000
RETIRADA DE LEVADURA 1.Queue	0.00005201	0,00	0.00	0.00015295	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 3 DIPA.Queue	0.00002510	0,00	0.00	0.00013816	0.00	1.0000

Relatório de contagens de espera em filas.

22:19:35

Category Overview

outubro 24, 2021

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Days

Queue

Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average	Minimum Value	Maximum Value
RETIRADA DE LEVADURA 3 ESB.Queue	0.00003431	0,00	0.00	0.00012825	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 3 HEFEWEIZEN.Queue	0.00001029	0,00	0.00	0.00009011	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 3 LAGER.Queue	0.00000980	0,00	0.00	0.00007156	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 4 DIPA.Queue	0.00001549	0,00	0.00	0.00009643	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 4 ESB.Queue	0.00002710	0,00	0.00	0.00016081	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 4 HEFEWEIZEN.Queue	0.00000475	0,00	0.00	0.00007603	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 4 LAGER.Queue	0.00000526	0,00	0.00	0.00009771	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 5 DIPA.Queue	0.00001476	0,00	0.00	0.00012330	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 5 ESB.Queue	0.00002347	0,00	0.00	0.00014216	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 5 HEFEWEIZEN.Queue	0.00000849	0,00	0.00	0.00012209	0.00	1.0000
RETIRADA DE LEVADURA 5 LAGER.Queue	0.00000607	0,00	0.00	0.00007918	0.00	1.0000

Relatório de contagens de números de saída

22:19:35

Category Overview

outubro 24, 2021

Values Across All Replications

Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Days

Entity

Other

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
AGUA	502504.24	1.758,97	484117.00	536140.00
BARRIL_DIPA_30	656.44	17,01	456.00	931.00
BARRIL_ESB_30	1096.56	11,06	951.00	1213.00
BARRIL_HEFEWEIZEN_30	222.27	8,16	110.00	330.00
BARRIL_HELLES_30	3364.26	5,47	3307.00	3436.00
BARRIL_VIENNA_30	212.78	9,99	108.00	343.00
BATELADA_DIPA	107.50	2,71	73.0000	151.00
BATELADA_ESB	179.55	1,82	156.00	198.00
BATELADA_HEFEWEIZEN	36.4300	1,33	18.0000	55.0000
BATELADA_HELLES	231.99	0,35	229.00	238.00
BATELADA_VIENNA	34.8000	1,64	18.0000	58.0000
CAIXA_DIPA	4183.68	108,29	2838.00	5910.00
CAIXA_ESB	6998.75	70,55	6067.00	7717.00
CAIXA_HEFEWEIZEN	1418.21	52,31	711.00	2129.00
CAIXA_HELLES	6295.99	9,96	6205.00	6461.00
CAIXA_VIENNA	1360.85	63,69	710.00	2209.00
LOTE_DIPA	54980.18	1.423,87	37287.00	77684.00
LOTE_ESB	92025.35	925,00	79823.00	101573.00
LOTE_HEFEWEIZEN	18640.75	685,52	9321.00	27962.00
LOTE_HELLES	83409.73	130,53	82309.00	85559.00
LOTE_VIENNA	17884.73	836,63	9314.00	29003.00
LUP_MAGNUM	140.46	0,53	134.00	147.00
LUP_MITTELFRUE	42.0900	0,32	39.0000	48.0000
LUP_NUGGET	45.7600	0,49	40.0000	53.0000
LUP_PERLE	80.2500	1,10	66.0000	95.0000
LUP_SAPHIR	40.5500	0,23	39.0000	44.0000
LUP_SIMCOE	44.3000	0,43	39.0000	53.0000
LUP_SPALTER	72.5500	1,06	62.0000	90.0000
LUP_TARGET	163.69	1,35	144.00	178.00
MALTE_CARAAMBER	696.53	13,09	533.00	897.00
MALTE_CARAMUNICH	5082.59	124,51	3785.00	6984.00
MALTE_CARAPILS	492.00	11,59	317.00	653.00
MALTE_CARARED	3072.37	29,53	2696.00	3367.00
MALTE_CHOCOLATE	382.04	5,24	317.00	461.00
MALTE_MELANOIDINA	508.51	12,06	342.00	681.00
MALTE_PALE	27054.76	232,74	24187.00	30006.00
MALTE_PAROMA_MD	1251.96	2,87	1229.00	1279.00
MALTE_PILSEN	47038.05	228,74	44925.00	50900.00
MALTE_TRIGO	7587.00	35,20	7400.00	7875.00
MOSTO_DIPA	53.6400	1,36	36.0000	75.0000
MOSTO_ESB	89.1300	0,90	77.0000	98.0000

Unnamed Project

Replications: 100 Time Units: Days

Entity

Other

Number Out	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
MOSTO_HEFEWEIZEN	18.0900	0,66	9.0000	27.0000
MOSTO_HELLES	77.0300	0,12	76.0000	79.0000
MOSTO_VIENNA	17.3300	0,82	9.0000	29.0000
OP_ESTILOS	1275.99	1,15	1263.00	1296.00
OP_HELLES	1250.84	0,26	1248.00	1255.00

Apêndice 2

Tabela 10. Fluxo de caixa previsto para a cervejaria.

	JAN/22	FEV/22	MAR/22	ABR/22
INVESTIMENTO	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 2.927,55	R\$ 18.973,44	R\$ 46.084,83	R\$ 53.226,27
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 581,10	-R\$ 3.709,95	-R\$ 9.958,00	-R\$ 11.122,76
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 146,38	-R\$ 948,67	-R\$ 2.304,24	-R\$ 2.661,31
CUSTOS FIXOS	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11
DEPRECIÇÃO	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92
ICMS A PAGAR	-R\$ 848,99	-R\$ 5.502,30	-R\$ 13.364,60	-R\$ 15.435,62
ICMS A RECEBER	R\$ 133,65	R\$ 853,29	R\$ 2.290,34	R\$ 2.558,23
PIS/COFINS/IFI	-R\$ 333,74	-R\$ 2.162,97	-R\$ 5.253,67	-R\$ 6.067,79
LAIR	-R\$ 32.428,04	-R\$ 26.076,19	-R\$ 16.084,37	-R\$ 13.082,01
IR	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
LUCRO LÍQUIDO	-R\$ 24.173,12	-R\$ 17.821,27	-R\$ 7.829,45	-R\$ 4.827,09
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	-R\$ 23.954,83	-R\$ 12.075,42	R\$ 1.563,79	R\$ 12.797,16
	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22
INVESTIMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 59.924,22	R\$ 67.120,47	R\$ 76.046,94	R\$ 87.546,24
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 12.614,93	-R\$ 14.062,30	-R\$ 15.902,11	-R\$ 18.326,89
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 2.996,21	-R\$ 3.356,02	-R\$ 3.802,35	-R\$ 4.377,31
CUSTOS FIXOS	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11
DEPRECIÇÃO	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92
ICMS A PAGAR	-R\$ 17.378,02	-R\$ 19.464,94	-R\$ 22.053,61	-R\$ 25.388,41
ICMS A RECEBER	R\$ 2.901,43	R\$ 3.234,33	R\$ 3.657,49	R\$ 4.215,19
PIS/COFINS/IFI	-R\$ 6.831,36	-R\$ 7.651,73	-R\$ 8.669,35	-R\$ 9.980,27
LAIR	-R\$ 10.573,90	-R\$ 7.759,22	-R\$ 4.302,03	R\$ 109,51
IR	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 2,19
LUCRO LÍQUIDO	-R\$ 2.318,99	R\$ 495,69	R\$ 3.952,89	R\$ 8.366,62
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	-R\$ 2.216,16	R\$ 469,43	R\$ 3.709,69	R\$ 7.780,96
	set/22	out/22	nov/22	dez/22
INVESTIMENTOS	-R\$ 121.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 96.827,88	R\$ 119.870,61	R\$ 127.355,28	R\$ 140.329,02
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 20.193,16	-R\$ 24.846,37	-R\$ 26.398,05	-R\$ 29.086,15
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 4.841,39	-R\$ 5.993,53	-R\$ 6.367,76	-R\$ 7.016,45
CUSTOS FIXOS	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11	-R\$ 25.324,11
DEPRECIÇÃO	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92
ICMS A PAGAR	-R\$ 28.080,09	-R\$ 34.762,48	-R\$ 36.933,03	-R\$ 40.695,42
ICMS A RECEBER	R\$ 4.644,43	R\$ 5.714,67	R\$ 6.071,55	R\$ 6.689,81
PIS/COFINS/IFI	-R\$ 11.038,38	-R\$ 13.665,25	-R\$ 14.518,50	-R\$ 15.997,51

LAIR	R\$ 3.740,26	R\$ 12.738,62	R\$ 15.630,46	R\$ 20.644,28
IR	R\$ 74,81	R\$ 254,77	R\$ 312,61	R\$ 412,89
LUCRO LÍQUIDO	R\$ 12.069,98	R\$ 21.248,30	R\$ 24.197,98	R\$ 29.312,08
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	R\$ 11.123,73	R\$ 19.405,67	R\$ 21.899,99	R\$ 26.288,86
	jan/23	fev/23	mar/23	abr/23
INVESTIMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 149.011,26	R\$ 158.625,90	R\$ 169.847,25	R\$ 186.791,04
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 30.950,29	-R\$ 32.992,67	-R\$ 35.413,56	-R\$ 38.939,97
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 7.450,56	-R\$ 7.931,30	-R\$ 8.492,36	-R\$ 9.339,55
CUSTOS FIXOS	-R\$ 28.877,20	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65
DEPRECIÇÃO	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92
ICMS A PAGAR	-R\$ 43.213,27	-R\$ 46.001,51	-R\$ 49.255,70	-R\$ 54.169,40
ICMS A RECEBER	R\$ 7.118,57	R\$ 7.588,31	R\$ 8.145,12	R\$ 8.956,19
PIS/COFINS/IPI	-R\$ 16.987,28	-R\$ 18.083,35	-R\$ 19.362,59	-R\$ 21.294,18
LAIR	R\$ 20.396,31	R\$ 21.329,82	R\$ 25.592,60	R\$ 32.128,57
IR	R\$ 407,93	R\$ 426,60	R\$ 511,85	R\$ 642,57
LUCRO LÍQUIDO	R\$ 29.059,15	R\$ 30.011,34	R\$ 34.359,36	R\$ 41.026,06
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	R\$ 25.826,67	R\$ 26.432,08	R\$ 29.988,28	R\$ 35.483,51
	mai/23	jun/23	jul/23	ago/23
INVESTIMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 204.854,94	R\$ 243.596,47	R\$ 262.619,83	R\$ 288.617,07
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 42.335,57	-R\$ 45.427,55	-R\$ 48.845,76	-R\$ 53.667,81
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 10.242,75	-R\$ 12.179,82	-R\$ 13.130,99	-R\$ 14.430,85
CUSTOS FIXOS	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65
DEPRECIÇÃO	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92
ICMS A PAGAR	-R\$ 59.407,93	-R\$ 70.642,98	-R\$ 76.159,75	-R\$ 83.698,95
ICMS A RECEBER	R\$ 9.737,18	R\$ 10.448,34	R\$ 11.234,52	R\$ 12.343,60
PIS/COFINS/IPI	-R\$ 23.353,46	-R\$ 27.770,00	-R\$ 29.938,66	-R\$ 32.902,35
LAIR	R\$ 39.376,85	R\$ 58.148,89	R\$ 65.903,63	R\$ 76.385,14
IR	R\$ 787,54	R\$ 1.162,98	R\$ 1.318,07	R\$ 1.527,70
LUCRO LÍQUIDO	R\$ 48.419,30	R\$ 67.566,79	R\$ 75.476,62	R\$ 86.167,76
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	R\$ 41.499,78	R\$ 57.387,99	R\$ 63.527,33	R\$ 71.870,95
	set/23	out/23	nov/23	dez/23
INVESTIMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 316.722,07	R\$ 350.481,17	R\$ 349.113,07	R\$ 391.041,50
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 58.903,92	-R\$ 65.017,58	-R\$ 64.708,37	-R\$ 72.177,65
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 15.836,10	-R\$ 17.524,06	-R\$ 17.455,65	-R\$ 19.552,08
CUSTOS FIXOS	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65
DEPRECIÇÃO	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92	-R\$ 8.254,92
ICMS A PAGAR	-R\$ 91.849,40	-R\$ 101.639,54	-R\$ 101.242,79	-R\$ 113.402,04
ICMS A RECEBER	R\$ 13.547,90	R\$ 14.954,04	R\$ 14.882,92	R\$ 16.600,86

PIS/COFINS/IIPI	-R\$ 36.106,32	-R\$ 39.954,85	-R\$ 39.798,89	-R\$ 44.578,73
LAIR	R\$ 87.698,67	R\$ 101.423,62	R\$ 100.914,73	R\$ 118.056,30
IR	R\$ 1.753,97	R\$ 2.028,47	R\$ 2.018,29	R\$ 2.361,13
LUCRO LÍQUIDO	R\$ 97.707,56	R\$ 111.707,01	R\$ 111.187,94	R\$ 128.672,35
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	R\$ 80.760,15	R\$ 91.497,63	R\$ 90.250,06	R\$ 103.498,84
	jan/24	fev/24	mar/24	abr/24
INVESTIMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 354.313,00	R\$ 401.330,23	R\$ 401.304,90	R\$ 403.880,10
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 65.673,51	-R\$ 74.325,63	-R\$ 74.289,71	-R\$ 74.743,17
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 17.715,65	-R\$ 20.066,51	-R\$ 20.065,25	-R\$ 20.194,01
CUSTOS FIXOS	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65
DEPRECIAÇÃO	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42
ICMS A PAGAR	-R\$ 102.750,77	-R\$ 116.385,77	-R\$ 116.378,42	-R\$ 117.125,23
ICMS A RECEBER	R\$ 15.104,91	R\$ 17.094,89	R\$ 17.086,63	R\$ 17.190,93
PIS/COFINS/IIPI	-R\$ 40.391,68	-R\$ 45.751,65	-R\$ 45.748,76	-R\$ 46.042,33
LAIR	R\$ 103.400,23	R\$ 122.409,51	R\$ 122.423,34	R\$ 123.480,23
IR	R\$ 2.068,00	R\$ 2.448,19	R\$ 2.448,47	R\$ 2.469,60
LUCRO LÍQUIDO	R\$ 113.333,65	R\$ 132.723,12	R\$ 132.737,22	R\$ 133.815,26
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	R\$ 90.337,81	R\$ 104.837,75	R\$ 103.902,09	R\$ 103.800,06
	mai/24	jun/24	jul/24	ago/24
INVESTIMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 384.548,33	R\$ 385.952,70	R\$ 394.565,70	R\$ 395.218,00
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 71.212,18	-R\$ 71.455,79	-R\$ 73.044,80	-R\$ 73.166,23
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 19.227,42	-R\$ 19.297,64	-R\$ 19.728,29	-R\$ 19.760,90
CUSTOS FIXOS	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65
DEPRECIAÇÃO	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42
ICMS A PAGAR	-R\$ 111.519,02	-R\$ 111.926,28	-R\$ 114.424,05	-R\$ 114.613,22
ICMS A RECEBER	R\$ 16.378,80	R\$ 16.434,83	R\$ 16.800,30	R\$ 16.828,23
PIS/COFINS/IIPI	-R\$ 43.838,51	-R\$ 43.998,61	-R\$ 44.980,49	-R\$ 45.054,85
LAIR	R\$ 115.643,95	R\$ 116.223,15	R\$ 119.702,31	R\$ 119.964,97
IR	R\$ 2.312,88	R\$ 2.324,46	R\$ 2.394,05	R\$ 2.399,30
LUCRO LÍQUIDO	R\$ 125.822,24	R\$ 126.413,03	R\$ 129.961,77	R\$ 130.229,69
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	R\$ 96.718,56	R\$ 96.295,21	R\$ 98.104,49	R\$ 97.419,00
	set/24	out/24	nov/24	dez/24
INVESTIMENTOS	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
FATURAMENTO	R\$ 379.829,10	R\$ 385.435,73	R\$ 382.428,93	R\$ 384.018,43
CUSTOS VARIÁVEIS	-R\$ 70.323,57	-R\$ 71.357,88	-R\$ 70.800,67	-R\$ 71.095,62
DESPESAS COMERCIAIS	-R\$ 18.991,46	-R\$ 19.271,79	-R\$ 19.121,45	-R\$ 19.200,92
CUSTOS FIXOS	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65	-R\$ 31.620,65
DEPRECIAÇÃO	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42	-R\$ 7.865,42
ICMS A PAGAR	-R\$ 110.150,44	-R\$ 111.776,36	-R\$ 110.904,39	-R\$ 111.365,35

ICMS A RECEBER	R\$ 16.174,42	R\$ 16.412,31	R\$ 16.284,15	R\$ 16.351,99
PIS/COFINS/IPI	-R\$ 43.300,52	-R\$ 43.939,67	-R\$ 43.596,90	-R\$ 43.778,10
LAIR	R\$ 113.751,48	R\$ 116.016,28	R\$ 114.803,62	R\$ 115.444,37
IR	R\$ 2.275,03	R\$ 2.320,33	R\$ 2.296,07	R\$ 2.308,89
LUCRO LÍQUIDO	R\$ 123.891,93	R\$ 126.202,02	R\$ 124.965,11	R\$ 125.618,67
LUCRO LÍQUIDO CORRIGIDO	R\$ 91.841,11	R\$ 92.708,78	R\$ 90.971,16	R\$ 90.621,16