

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUÍSA TORESAN MOREIRA DA SILVA

PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE BROWNIES VEGANOS COM FARINHA DE CASCA
DE MARACUJÁ

JANDAIA DO SUL

2024

LUÍSA TORESAN MOREIRA DA SILVA

PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE BROWNIES VEGANOS COM FARINHA DE CASCA
DE MARACUJÁ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Alimentos, no Campus Avançado de Jandaia do Sul, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Leomara Floriano Ribeiro

JANDAIA DO SUL

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Silva, Luísa Toresan Moreira da

Produção industrial de brownies veganos com farinha de casca de maracujá. / Luísa Toresan Moreira da Silva. – Jandaia do Sul, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Alimentos. Orientadora: Profa. Dra. Leomara Floriano Ribeiro.

1. Coproduto. 2. Sustentabilidade. 3. Dimensionamento. 4. Balanço de massa. 5. Balanço de energia. I. Ribeiro, Leomara Floriano. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD: 664

Bibliotecário: César A. Galvão F. Conde - CRB-9/1747



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº
PROCESSO Nº
INTERESSADO:

347/2024/UFPR/R/JA
23075.071163/2021-31
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

TERMO DE APROVAÇÃO

LUÍSA TORESAN MOREIRA DA SILVA

"PRODUÇÃO INDUSTRIAL DE BROWNIES VEGANOS COM FARINHA DE CASCA DE MARACUJÁ"

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos no curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, Aprovado pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:

Dra. Leomara Floriano Ribeiro

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dra. Dirlei Diedrich Kieling

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dr. Daniel Angelo Longhi

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Jandaia do Sul, 12 de junho de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **LEOMARA FLORIANO RIBEIRO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/06/2024, às 15:19, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **DIRLEI DIEDRICH KIELING, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/06/2024, às 15:19, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **DANIEL ANGELO LONGHI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/06/2024, às 15:19, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **6724559** e o código CRC **B9317792**.

À minha mãe e ao meu pai, que me ensinaram a continuar nadando mesmo em meio a dor; e que por mais insuportável que esta seja, vai passar.

AGRADECIMENTOS

Um trabalho nunca é feito apenas pelas mãos de um, seja por meio do apoio intelectual ou emocional. Por isso, sou grata a todos que me ajudaram a chegar até aqui.

À minha mãe, Hellen, e ao meu pai, Joás, que sempre fizeram o melhor e me deram toda a educação e apoio necessário. Ao meu irmão, Giovanni, que como mais velho carrega o peso de ser meu exemplo.

Ao João Pedro, que escuta minhas reclamações diárias, me consola nos meus momentos instáveis, com quem compartilho toda minha felicidade e que sempre me ajuda a manter o pé no chão.

À minha prima e amiga Dâmaris, com quem comemoro cada pequeno passo que damos, desde o momento em que nos reconhecemos por gente.

À minha orientadora, Profa. Dra. Leomara, que com tanta paciência me orientou e guiou por todo este trabalho, e que, juntamente com meus professores Prof. Dr. Daniel e Profa. Dra. Dirlei, são minhas inspirações profissionais e sempre compartilharam com maestria todo seu conhecimento conosco.

Às minhas amigas, Giorgia, Giovanna, Letícia, Beatriz, Cassiane e Kamille, que foram minha companhia nestes anos.

Aos meus livros e todos os autores e histórias que me proporcionaram o escapismo que eu precisava.

E, por mais piegas que possa parecer, sou grata à Taylor Swift, cuja música posso confiar para me confortar, animar, entender e acompanhar por todas as fases da minha vida.

Nenhum de nós aqui hoje chegou aqui sozinho. Cada um de nós é uma colcha de retalhos daqueles que nos amaram, daqueles que acreditaram em nosso futuro, daqueles que nos mostraram empatia e bondade ou nos disseram a verdade mesmo quando não era fácil de ouvir. Aqueles que nos disseram que poderíamos conseguir quando não havia absolutamente nenhuma prova disso.

- Taylor Swift

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - TERRENO PARA CONSTRUÇÃO DA INDÚSTRIA.....	19
FIGURA 2 - LAYOUT DA INDÚSTRIA DE BROWNIES VEGANOS	20
FIGURA 3 - <i>BLOCK FLOW DIAGRAM</i> DA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS	26
FIGURA 4 - PROCESS FLOW DIAGRAM DA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS.....	27
FIGURA 5 - TANQUE DE IMERSÃO TBL 200 AGMAC PARA LAVAGEM DAS CASCAS DE.....	28
FIGURA 6 - SECADOR ROTATIVO PARA SECAGEM DAS CASCAS DE MARACUJÁ	29
FIGURA 7 - MOINHO MARTELO MCS 280 (5 CV)	31
FIGURA 8 - BALANÇA ELETRÔNICA PARA PESAGEM DOS INGREDIENTES ...	31
FIGURA 9 - MISTURADOR INDUSTRIAL PARA HOMOGENEIZAÇÃO DOS INGREDIENTES	32
FIGURA 10 - DOSADORA M2 JÚNIOR PARA AS MASSAS DOS BROWNIES VEGANOS.....	33
FIGURA 11 - FORNO TURBO ELÉTRICO PARA FORNEAMENTO DOS BROWNIES VEGANOS.....	34
FIGURA 12 - EMBALADORA RODOPAC.....	36
FIGURA 13 - CARTA PSICROMÉTRICA.....	49
FIGURA 14 - RESISTÊNCIA TÉRMICA NA PAREDE DO FORNO	56
FIGURA 15 - LAVA-MÃOS COM ACIONAMENTO NO JOELHO	62
FIGURA 16 - PROCEDIMENTO PARA HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS	62
FIGURA 17 - TABELA DE INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DO BROWNIE VEGANO	66
FIGURA 18 - EMBALAGEM FRONTAL DO ECOBROWNIE	67
FIGURA 19 - EMBALAGEM TRASEIRA DO ECOBROWNIE	67

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - CUSTOS PARA INVESTIMENTO	68
QUADRO 2 - CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS.....	69
QUADRO 3 - CARGOS E CUSTO DE FUNCIONÁRIOS.....	70
QUADRO 4 - LISTA DE LEGISLAÇÕES UTILIZADAS	73

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CORRENTES DE CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS	41
TABELA 2 - FRAÇÃO DE UMIDADE PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS	42
TABELA 3 - FRAÇÃO DE CARBOIDRATOS PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS.....	43
TABELA 4 - FRAÇÃO DE PROTEÍNAS PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS	44
TABELA 5 - FRAÇÃO DE LIPÍDEOS PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS	45
TABELA 6 - FRAÇÃO DE FIBRA ALIMENTAR PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS.....	46
TABELA 7 - FRAÇÃO DE CINZAS PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS	47
TABELA 8 - COMPOSIÇÃO DA MISTURA DE MASSA DOS BROWNIES VEGANOS	47
TABELA 9 - DIMENSÕES DAS PAREDES DO FORNO	57

RESUMO

A utilização de coprodutos na indústria de alimentos é uma tendência nas pesquisas visando a sustentabilidade ao evitar o desperdício de produtos ricos nutricionalmente que seriam descartados no ambiente. O objetivo deste trabalho foi projetar uma indústria de produção de brownies veganos com farinha da casca de maracujá em substituição parcial a farinha tradicional. A indústria será localizada na cidade de Cianorte, em um terreno de 1050 m², com uma área construída de 402,68 m². O tempo de produção será de 6 horas e se inicia com a recepção de matérias-primas, seguida das etapas de higienização e sanitização, e das operações unitárias de secagem e moagem da casca de maracujá. Em seguida, todos os ingredientes são misturados, e a mistura é dosada em formas de papel para seguir para a etapa de forneamento a 160°C por 30 minutos. Após o forneamento, os brownies são resfriados, embalados e armazenados. A produção será de 89,83 kg/h, correspondente a 2156 unidades por dia, com um gasto energético de equipamentos de 196,50 kWh por dia de produção. O controle de qualidade deve ser realizado seguindo o manual de boas práticas de fabricação e os procedimentos operacionais padrão. Com a soma de todos os custos, a partir de investimento de R\$2.200.000,00, o lucro anual é estimado em R\$775.897346, com preço de venda de R\$6,01. O ponto de equilíbrio é atingido com a venda 732660 unidades e o *payback* ocorre em 2 anos, 10 meses e 1 dia. Portanto, é possível concluir que a implementação da indústria é economicamente viável, gerando empregos e renda.

Palavras-chave: coproduto; sustentabilidade; dimensionamento; balanço de massa; balanço de energia.

ABSTRACT

The usage of coproducts in the food industry is a tendency in research aiming sustainability by avoiding the waste of nutritionally rich products that would be disposed in the environment. This project's goal is to design a vegan brownie industry with passionfruit shell flour as a partial replacement of traditional flour. The company will be located at Cianorte, Paraná, with a 1,050 m² land and a 402,68 m² of constructed area. The production time will be 6 hours and it starts with the reception of ingredients, followed by the sanitization, and the unitary operations of drying and grinding of the passionfruit shell. Then, all the ingredients are mixed, and the mix is dosed in paper pans to be taken to baking at 160 °C for 30 minutes. When already baked, the brownies are cooled, packed and stored. The production will have an 89.83 kg/h capacity, corresponding to 2,156 units/day, with equipment energy expenditure of 196,50 kWh per day of production. Quality control must follow the good fabrication practice manual and all the standard operating procedures. With the sum of all costs, with an investment of R\$2,200,000.00, the annual profit is estimated at R\$775,895.73, with selling price of R\$6.01. The break-even point is reached with the sale of 732,660 units and payback happens in 2 years, 10 months and 1 day. Therefore, it is possible to conclude that the industry implementation is economically viable, generating jobs and income.

Key-words: co-product; sustainability; sizing; mass balance; energy balance.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVO GERAL	16
1.1.1 Objetivos específicos.....	16
1.2 JUSTIFICATIVA	17
2 LOCALIZAÇÃO E LAYOUT	18
3 MATÉRIAS-PRIMAS	21
3.1 ÁGUA	21
3.2 AÇÚCAR	21
3.3 FARINHA DE TRIGO	22
3.4 ÓLEO DE SOJA	23
3.5 FARINHA DE CASCA DE MARACUJÁ.....	23
3.6 VINAGRE	24
3.7 CACAU EM PÓ	25
3.8 BICARBONATO DE SÓDIO E FERMENTO QUÍMICO.....	25
3.9 PROPIONATO DE CÁLCIO	25
4 ETAPAS DO PROCESSAMENTO DE BROWNIES VEGANOS	26
4.1 RECEPÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES	27
4.2 SECAGEM	28
4.3 MOAGEM.....	30
4.4 PESAGEM, MISTURA E DOSAGEM	31
4.5 FORNEAMENTO	33
4.6 EMBALAGEM.....	35
5 BROWNIE VEGANO	37
6 BALANÇO DE MASSA GLOBAL E DE COMPONENTES	38
6.1 BALANÇO DE MASSA GLOBAL	38
6.2 BALANÇO DE MASSA POR COMPONENTES	40
6.2.1 Reações durante a mistura	40
6.2.2 Umidade	41
6.2.3 Carboidratos.....	43
6.2.4 Proteínas	44
6.2.5 Lipídeos.....	44
6.2.6 Fibra alimentar	45

6.2.7 Cinzas	46
7 BALANÇO DE ENERGIA	48
7.1 SECAGEM	48
7.2 MOAGEM	52
7.3 FORNEAMENTO	53
7.4 ENERGIA TOTAL	59
8 CONTROLE DE QUALIDADE	59
8.1 INSTALAÇÕES	60
8.2 HIGIENIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES, EQUIPAMENTOS, MÓVEIS E UTENSÍLIOS	61
8.3 CONTROLE DA POTABILIDADE DA ÁGUA	61
8.4 HIGIENE E SAÚDE DOS MANIPULADORES	61
8.5 MANEJO DOS RESÍDUOS	63
8.6 MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	63
8.7 CONTROLE INTEGRADO DE VETORES E PRAGAS URBANAS	63
8.8 SELEÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS, INGREDIENTES E EMBALAGENS	64
8.9 PROGRAMA DE RECOLHIMENTO DE ALIMENTOS	64
9 TRATAMENTO DE RESÍDUOS	64
10 MARKETING E ROTULAGEM	65
11 VIABILIDADE ECONÔMICA	68
12 LEGISLAÇÃO	72
13 CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
REFERÊNCIAS	76
APÊNDICE A – MEMORIAL DE CÁLCULOS	86
APÊNDICE B – PROCEDIMENTO PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL	101
APÊNDICE C – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO	104
APÊNDICE D – FOLHA DE REGISTRO DE PROCEDIMENTOS PADRÃO	107

1 INTRODUÇÃO

A venda de bolos industrializados vem crescendo nos últimos anos. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias, e Pães & Bolos Industrializados (Abimapi), em 2023, o valor de mercado foi de R\$2,12 bilhões, enquanto 2022 apresentou um valor de R\$1,47 bilhões, com um crescimento de 30% (ABIMAPI, 2024).

Ainda de acordo com a Abimapi (2021), os bolos industrializados estão presentes em quase metade das casas brasileiras e uma das razões é a facilidade apresentada por produtos prontos para consumo, o que atrai consumidores que desejam se alimentar de forma prática e rápida.

As indústrias de bolos procuram atender diversas necessidades e desejos do consumidor. Algumas tendências apontadas por Martins (2023) são produtos mais saudáveis, com menos açúcar e gorduras, e que apelam para a sustentabilidade, tanto nas embalagens quanto nos ingredientes, como, por exemplo, na diminuição do uso de produtos que são e/ou possuem ingredientes de origem animal. Além da busca por novas formulações, há também a tendência por novas formas de apresentação dos produtos tradicionais.

Os brownies são bolos achatados que, tradicionalmente, possuem em sua composição ovos, chocolate, manteiga e açúcar (LYRA et al., 2019). Sua forma tradicional vem sendo cada vez mais desconstruída, já que sua formulação é alvo de diversas modificações para que se adapte ao público. Ele pode ter base de vegetais, substituições de farinhas, exclusão de ingredientes, como os ovos, adição de outros ingredientes para aumentar seu teor proteico, entre outras modificações (SOUZA, 2021; MARTIN, 2012).

A dieta vegetariana pode ser de diferentes tipos, todos eles com nenhum consumo de carne, mas com algumas exceções. O ovolactovegetariano consome leite e derivados, ovos e derivados, e mel; o lactovegetariano consome leite e derivados; o ovovegetariano consome ovos e o vegetariano estrito não consome nenhum produto ou insumo de origem animal. Já o veganismo é um estilo de vida que visa eliminar da dieta todos os produtos de origem animal e também evitar produtos que sejam testados em animais. Por ser uma dieta que inclui todas as restrições possíveis do vegetarianismo, os alimentos que seguem esta linha são geralmente chamados de “produto vegano” (SVB, 2024).

Nos últimos anos, com 14% dos brasileiros adotando uma dieta vegetariana, produtos que não incluem matérias-primas de origem animal vêm sendo cada vez mais cobiçados, especialmente quando isto é sinalizado (IBOPE, 2018).

A utilização de coprodutos, também chamados de resíduos, provenientes de outras indústrias e a substituição da farinha de trigo é uma tendência observada nas pesquisas, como a de Moura (2023), que estudou a utilização da farinha do bagaço de malte em brownies, coproduto da indústria cervejeira; a de Nascimento et al. (2020), que estudou a aceitabilidade de brownies sem glúten com substituição da farinha de trigo por farinha de chia e de linhaça; e a de Almeida et al. (2015), que analisou a substituição da farinha de trigo e da manteiga pela biomassa da fruta-pão verde.

A casca de maracujá é um coproduto da indústria de sucos e polpas. O maracujá é formado por 40% de polpa (10% de sementes e 30% de suco) e 60% de casca, que é destinada para produção de ração de animais, produção de óleo e de pectina (AGUIAR et al., 2001). Com o exposto em mente, decidiu-se por projetar uma indústria de brownies veganos aproveitando um coproduto rico nutricionalmente que seria destinado para outros fins que não a alimentação humana.

1.1 OBJETIVO GERAL

Projetar uma indústria de brownies veganos para aproveitamento de um coproduto da indústria de maracujá.

1.1.1 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos serão atingidos:

- Determinar a localização e o layout da indústria;
- Expor as matérias-primas envolvidas no processo;
- Descrever as etapas da produção;
- Dimensionar os equipamentos de acordo com a produção da indústria;
- Conhecer a composição do produto por meio do balanço de massa;

- Avaliar a necessidade energética da produção com base no balanço de energia;
- Apresentar o controle de qualidade e o tratamento de resíduos adotados pela indústria;
- Elaborar um plano básico de marketing para o produto;
- Verificar a viabilidade econômica da indústria;
- Apresentar as legislações vigentes para este produto.

1.2 JUSTIFICATIVA

De acordo com Sexton et al. (2022), no ano de 2018 observou-se um aumento de 20% nas vendas de produtos veganos na Europa e na América do Norte, além de um crescimento nas conversas sobre o veganismo nas redes sociais. Com isto, as grandes empresas começaram a vender produtos que atendessem este público, porém como alvo pessoas brancas, magras e ricas, tornando o veganismo elitizado e algo da moda.

O veganismo, em sua ética, caminha ao lado da sustentabilidade. Com foco além daquele que se vê de cara, a prática de ambos deve visar a responsabilidade ambiental assim como a social, sempre mantendo os dois âmbitos equilibrados.

A agropecuária vem sendo apontada como uma das principais atividades que causam maior impacto ambiental negativo. Seu manejo inadequado leva ao desmatamento e queima de florestas, principalmente no Amazonas, gerando compactação e erosão do solo, além de impactar diretamente a principal fonte de chuvas do Brasil (ABADIAS et al., 2020; RÁDIO USP, 2019).

De acordo com Poore e Nemecek (2018), a mudança nos hábitos alimentares, com a remoção de produtos e ingredientes de origem animal, pode ocasionar na redução de 49% da emissão de gases de efeito estufa, e na diminuição da necessidade de terras cultiváveis, levando à captura destes gases pela recuperação da vegetação natural.

Os resíduos agroindustriais podem ser aproveitados por inteiro, seja pelo uso em biomassa, em ração de animais, ou também como coprodutos para aplicação em alimentos. São inúmeras as pesquisas encontradas para diferentes tipos de aproveitamento de coprodutos da agroindústria, em especial as cascas, caroço e talos

de frutas, que podem ser ainda mais ricos nutricionalmente que a própria polpa do fruto. Estes coprodutos podem conter compostos fenólicos, vitaminas, fibras e minerais em quantidade significativa (RAMOS et al., 2020; ALVES et al., 2021; OLIVEIRA, MENDES, 2021).

Oliveira e Mendes (2021) reuniram em seu estudo diversas pesquisas em que produtos são elaborados a partir do aproveitamento de resíduos de frutas. Alguns deles são: bolo com resíduo de casca de abacaxi (MARTIN et al., 2012), biscoitos com substituição parcial de farinha de trigo por farinha da casca de maracujá (CUNHA, CATTELAN, 2019), iogurte adicionado de farinha do resíduo da manga (AZEVEDO et al., 2020), hambúrguer enriquecido com fibras de caju (BARROS et al., 2012), entre outros.

Estes coprodutos, por serem normalmente descartados ou usados para fins menos nobres, como queima ou ração animal, possuem baixo preço. Em pesquisa feita pelo Ibope em 2018, encomendada pela Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB), 40% da população consumiria produtos veganos caso eles tivessem o mesmo preço de produtos de origem animal ou produtos com ingredientes de origem animal.

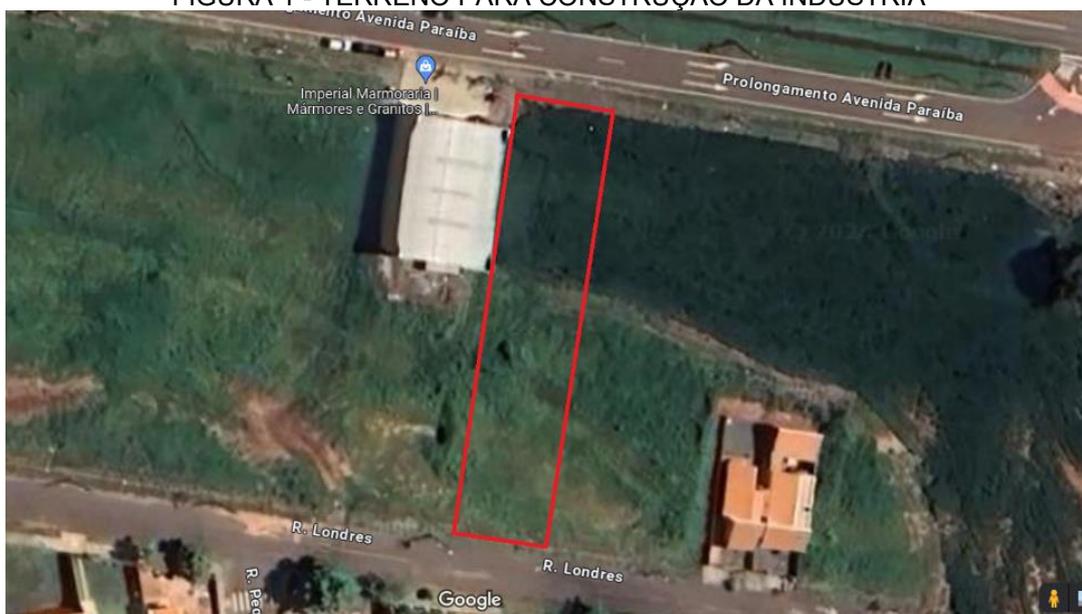
A casca do maracujá, especificamente, é um ótimo candidato para o enriquecimento de produtos, devido ao seu alto teor de fibras. De acordo com Alves et al. (2018), a fibra bruta da casca do maracujá é composta por celulose, lignina e também de alguns minerais. Essa composição auxilia no tratamento e prevenções de doenças intestinais, coronárias e de alguns tipos de câncer (ALVES et al., 2018).

Com isso, aliando a necessidade de aproveitamento e a riqueza nutricional do coproduto da indústria do maracujá e a necessidade de produtos veganos acessíveis ao consumidor, o presente projeto foi proposto.

2 LOCALIZAÇÃO E LAYOUT

A empresa será localizada na cidade de Cianorte, no estado do Paraná, devido à proximidade com o fornecedor da casca de maracujá, produto com maior perecibilidade, que se encontra na cidade de Japurá (PR). O terreno escolhido, exibido na FIGURA 1, possui 1050 m² e se encontra na Rua Londres, número 811, no bairro Parque Metropolitano de Cianorte.

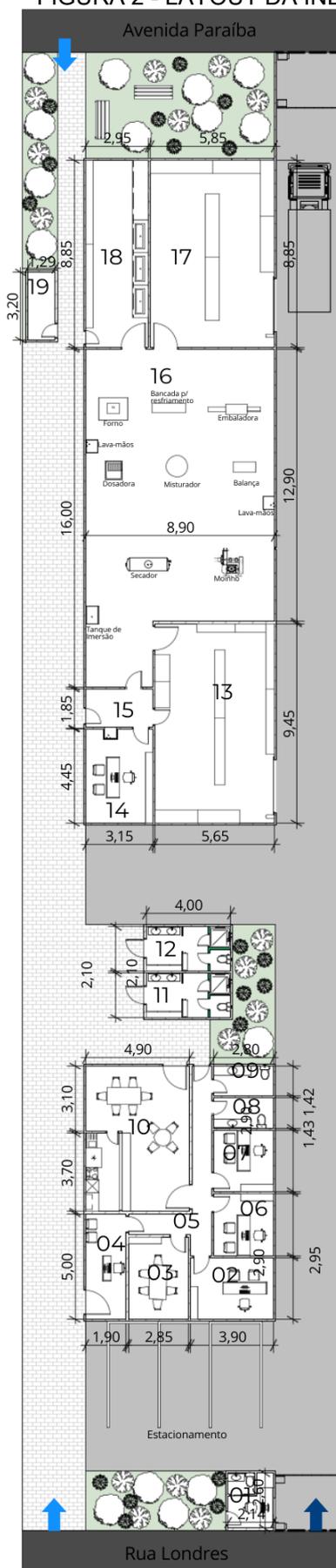
FIGURA 1 - TERRENO PARA CONSTRUÇÃO DA INDÚSTRIA



FONTE: Adaptado de Google Maps (2024).

O layout da indústria, que pode ser visto na FIGURA 2, foi projetado com os recuos de 5 m nos lados frontais e de 3 m das laterais. O almoxarifado e o estoque foram posicionados a fim de minimizar a exposição ao sol, além de não terem aberturas com contato direto um com o outro.

FIGURA 2 - LAYOUT DA INDÚSTRIA DE BROWNIES VEGANOS

**Legenda:**

- 11 Vestiário masculino
- 12 Vestiário feminino
- 13 Estoque de matéria-prima
- 14 Escritório
- 15 Corredor
- 16 Produção
- 17 Estoque de produto acabado
- 18 Área de serviço
- 19 Depósito de lixo

Legenda:

- 01 Guarita
- 02 Escritório 1
- 03 Sala de reuniões
- 04 Recepção
- 05 Corredor
- 06 Escritório 2
- 07 Escritório 3
- 08 Banheiro masculino
- 09 Banheiro feminino
- 10 Copa

FONTE: A autora (2024).

3 MATÉRIAS-PRIMAS

3.1 ÁGUA

A água é um ingrediente importante na formulação do produto, compondo aproximadamente 45% da mistura. A água utilizada no processo produtivo, na limpeza dos equipamentos e das áreas internas, e na higiene dos colaboradores deverá ser água potável fornecida pela companhia de abastecimento (Sanepar). A cobrança do valor da água é variável e é realizada por faixas de uso, e, no caso de indústrias, é feita por Economias Industriais.

A empresa deve coletar amostras de água trimestralmente e enviá-las para laboratório terceirizado para realizar as análises físico-químicas e microbiológicas. As análises físico-químicas envolvem análise de pH e turbidez, enquanto as análises microbiológicas devem ser para coliformes totais e bactérias mesófilas, apresentando ausência em 100 mL, para ambas análises (BRASIL, 2011).

3.2 AÇÚCAR

De acordo com a RDC nº 271, de 22 de setembro de 2005, açúcar é a sacarose obtida da extração do caldo da cana-de-açúcar ou de beterraba, podendo ser apresentado em diferentes formas (BRASIL, 2005), principalmente em sua polarização, como classificado pela IN nº 47, de 30 de agosto de 2018 (BRASIL, 2018).

A polarização é definida como um parâmetro medido por polarimetria, que quantifica a sacarose aparente expressa em grau Zucker (°Z). O açúcar demerara deve apresentar polarização maior que 96,0 °Z. Este tipo de açúcar se enquadra no Grupo I, da Classe Cristal Bruto e se diferencia do açúcar cristal convencional, pois é clarificado apenas com leite de cal, enquanto o convencional também passa por anidrido sulfuroso (BRASIL, 2018; MACHADO, 2012).

A colheita da cana pode apresentar impactos ambientais negativos, pois, quando colhida de forma manual, é queimada previamente, para que a colheita manual seja feita de forma segura, impurezas sejam eliminadas e o rendimento do corte aumente. Porém, esta prática leva à poluição do ar, com emissão de gases de

efeito estufa, e também de impurezas que são danosas à saúde respiratória da população (RONQUIM, 2010).

Alguns estados brasileiros criaram leis para a eliminação da queima da cana, com a substituição gradativa para a colheita mecanizada, como o Paraná com o Decreto 10.068, de 06 de fevereiro de 2014 (PARANÁ, 2014) e o estado de São Paulo com a Lei 11.241, de 19 de setembro de 2002 (SÃO PAULO, 2002). Contudo, essa substituição ainda é um quesito social devido à alta procura de trabalhadores nas épocas de colheita. De acordo com Ronquim (2012), a questão ambiental é muito maior que o social e deve ser priorizada, com o compromisso de políticas públicas que combatam o desemprego gerado.

O açúcar utilizado neste processo será do tipo demerara, fornecido pela empresa Moinho Globo, localizada na cidade de Sertanópolis (PR), com valor de R\$3,80/kg.

3.3 FARINHA DE TRIGO

A farinha de trigo é um ingrediente importante porque provém de um cereal, o trigo, que possui as proteínas gliadina e glutenina, as quais, quando unidas em massas trabalhadas, formam o glúten, uma rede de sustentação essencial na formação de massas leves e elásticas (ZARDO, 2010).

Além do glúten, o amido é o principal componente do trigo e possui a capacidade de absorver água e gelatinizar quando é aquecido, e então retornar a sua forma quando é resfriado, no processo de retrogradação, tornando os produtos mais firmes (ZARDO, 2010).

A farinha de trigo tem seu padrão de qualidade e identidade regulamentado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, na Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005 (BRASIL, 2005); e seus requisitos sanitários regulamentados pela Anvisa, na RDC nº 711, de 1º de julho de 2022 (BRASIL, 2022).

De acordo com as legislações citadas, a farinha de trigo deve possuir no máximo 15% de umidade, e 95% do produto deve passar por peneira com abertura de malha de 250 µm. Além disso, o teor mínimo de proteína para a farinha de trigo tipo 1 deve ser de 7,5% (BRASIL, 2005; BRASIL, 2022). Outro requisito obrigatório estabelecido pela Anvisa, desta vez na RDC nº 150, de 13 de abril de 2017, é o

enriquecimento de toda a farinha de trigo com ferro e ácido fólico, com poucas exceções (BRASIL, 2017).

A farinha de trigo utilizada neste processo produtivo também será fornecida pelo Moinho Globo, da linha Globo (tipo 1), com valor de R\$2,63/kg.

3.4 ÓLEO DE SOJA

O óleo de soja é um óleo vegetal definido pela Portaria nº 795, de 15 de dezembro de 1993, como “o produto obtido por prensagem mecânica e/ou extração por solvente, dos grãos de soja (*Glucine max.* L Merrill), isento de misturas de outros óleos, gorduras ou outras matérias estranhas ao produto [...]” (BRASIL, 1993). Além disso, essa Portaria estabelece as características de identidade e qualidade do óleo de soja, assim como a RDC nº 270, de 22 setembro de 2005, que estabelece o Regulamento Técnico para óleos vegetais de forma geral (BRASIL, 2005).

A Instrução Normativa nº 46, de 22 de dezembro de 2006, regulamenta o índice de acidez, o aspecto a 25°C, o odor, sabor, cor e outros parâmetros para diferentes tipos de óleos vegetais. Para o óleo de soja tipo 1, deve-se ter acidez menor ou igual a 0,20 mg KOH/g, aspecto límpido e isento de impurezas, e odor, sabor e cor característicos do produto (BRASIL, 2006).

O óleo de soja neste processo será fornecido pela empresa Granol, localizada na cidade de Assis (SP), com valor de R\$5,40/kg.

3.5 FARINHA DE CASCA DE MARACUJÁ

O maracujá é uma fruta do gênero *Passiflora*, o qual abrange diversas espécies da fruta, como o maracujá doce (*Passiflora alata* Curtis) e o maracujá azedo (*Passiflora edulis* Sims), entre outras espécies, as quais são abrangentes no Brasil, país que é considerado o centro de diversidade de maracujá devido a suas 150 espécies nativas (EMBRAPA, 2024; FALEIRO, 2022).

O maracujá é composto por aproximadamente 40% de polpa e 60% de casca, a qual tem uma ampla gama de uso potencial. Alguns exemplos de pesquisas realizadas com a casca de maracujá e que demonstram sua versatilidade em várias áreas de estudo são a utilização das fibras presentes na casca para a substituição da gordura em sorvetes (CARLOS et al., 2019); a capacidade adsorvente da casca de

maracujá de íons metálicos (RAMOS et al., 2019); e o uso da casca de maracujá como matéria-prima em biorrefinarias (SANTOS, 2023).

A casca do maracujá é rica em fibras solúveis, como a pectina, que têm capacidade de retenção de água, auxiliando no preparo de cremes, doces e outros alimentos, além de ter potencial funcional, pois é capaz de retardar o esvaziamento gástrico, diminuir a velocidade de absorção de carboidratos simples e regular o nível glicêmico, propriedades importantes no tratamento de pessoas diabéticas (OLIVEIRA, MALTA, 2021; BALTHAR et al., 2021). A casca também possui potencial antioxidante (CAZARIN et al., 2014) e é rica em minerais, como fósforo, ferro e cálcio, e em vitamina B3 (ZERAİK et al., 2010).

Portanto, a farinha da casca do maracujá é um ingrediente que enriquece o valor nutricional do produto, levando também a uma diminuição do valor econômico, já que possui um valor agregado menor.

A casca de maracujá para este projeto será fornecida pela empresa de polpas Polpanorte, em Japurá, no Paraná, com valor de R\$0,25/kg.

3.6 VINAGRE

O Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009, define o vinagre (fermentado acético) como produto da fermentação acética do fermentado alcóolico de cereais, frutas, mel, vegetais e misturas deles, e da mistura hidroalcóolica. Além disso, o fermentado acético deve possuir no mínimo 4% de acidez volátil expressa em ácido acético (BRASIL, 2009).

Para o vinagre de álcool, a Instrução Normativa nº 6, de 3 de abril de 2012, estabelece parâmetros de qualidade, como acidez volátil, teor máximo de álcool, aspecto do produto e características de sabor, odor e cor. Além disso, também estabelece que o álcool utilizado deve ser o álcool etílico potável de proveniência exclusivamente agrícola (BRASIL, 2012).

O vinagre é um importante ingrediente do produto deste projeto, pois quando em reação com o bicarbonato de sódio produz água e CO₂, auxiliando no leve crescimento da massa e na formação da crosta (LYRA et al., 2019).

O vinagre de álcool para este processo produtivo será fornecido pela empresa Toscano, localizada em Jundiaí (SP), em container de 1000 L, com o valor de R\$0,99/L

3.7 CACAU EM PÓ

O cacau em pó, de acordo com a RDC nº 723, de 1º de julho de 2022, é o produto obtido da massa, pasta ou liquor de cacau. A produção é feita através da fermentação, secagem e moagem dos grãos de cacau, e caso a produção seja de cacau solúvel, outros ingredientes são adicionados para aumentar a solubilidade (BRASIL, 2022; PAZ et al., 2022).

O cacau alcalino é um tipo de cacau que passa pelo processo de alcalinização, em geral com carbonato de potássio ou hidróxido de sódio. Este processo torna o sabor do cacau mais suave e a cor mais forte. Além disso, a alcalinização remove a adstringência e o amargor, e aumenta a solubilidade (MEURSING, 1994; MIQUEL et al., 2021).

Para este processo, a empresa Fralía, localizada em São Gonçalo do Rio Abaixo (MG), é a fornecedora do cacau em pó alcalino, com valor de R\$13,90/kg.

3.8 BICARBONATO DE SÓDIO E FERMENTO QUÍMICO

O bicarbonato de sódio é um sal alcalino utilizado nas indústrias farmacêutica, de alimentos e química. Por possuir um pH mais alto, é capaz de reagir com ácidos e liberar CO₂, reação importante na panificação (NCBI, 2024).

Inicialmente, era utilizado nas massas com leite azedo, porém, devido a sua variação na quantidade de ácidos, desenvolveu-se novas composições para reação, com compostos como o fosfato de cálcio. Assim, criou-se o fermento químico, o qual também possui em sua composição amido de milho, para evitar que os componentes ácidos e alcalinos reajam entre si ao absorver umidade (CASTRO, MARCELINO, 2012).

O bicarbonato de sódio será fornecido pela empresa Casa dos Químicos, localizada em Indaiatuba (SP), com valor de R\$8,60/kg. Já o fermento químico será fornecido pela empresa Moinho Globo, com valor de R\$18,18/kg.

3.9 PROPIONATO DE CÁLCIO

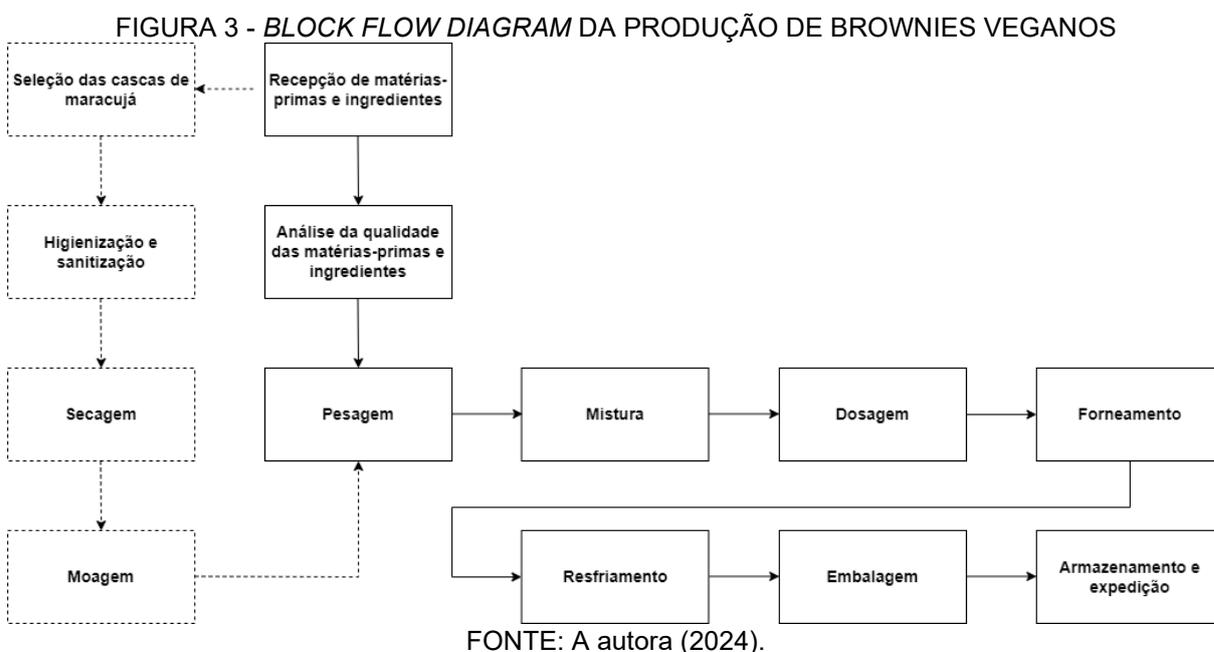
De acordo com a Instrução Normativa nº 211, de 1º de março de 2023, conservante, ou conservador, é aquele que impede a ação de microrganismos e

enzimas no alimento. O propionato de cálcio é um conservante de alimentos muito utilizado na panificação, derivado do ácido propiônico, que possui eficiência contra fungos, é solúvel e sem odor. Seu limite máximo de uso definido pela Anvisa é de 1000 mg/kg (BRASIL, 2023; MORASSI, 2016).

O propionato de cálcio será fornecido pela empresa Ameripan, localizada em Campinas (SP), com valor de R\$24,69/kg.

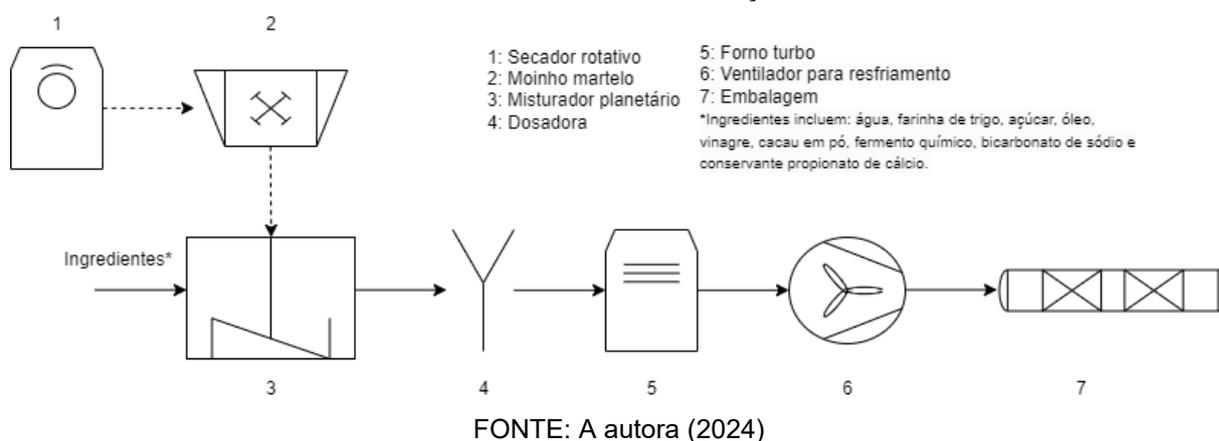
4 ETAPAS DO PROCESSAMENTO DE BROWNIES VEGANOS

As etapas do processo podem ser visualizadas pelo fluxograma de blocos, ou *block flow diagram* (BFD), conforme FIGURA 3.



A FIGURA 4 exibe o diagrama de processo, ou *process flow diagram* (PFD), da produção de brownies veganos.

FIGURA 4 - PROCESS FLOW DIAGRAM DA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS



O processo se inicia pela recepção de matérias-primas e ingredientes. A casca de maracujá é sanitizada, seca e moída, enquanto os demais ingredientes têm seus laudos analisados e conferidos, de acordo com Procedimento Operacional Padrão (POP). Em seguida, todos os ingredientes são pesados e misturados, e então a mistura é dosada em formas de papel, as quais seguem para o forneamento. Após esta operação, os brownies são resfriados, embalados e armazenados, aguardando o transporte aos pontos de venda.

O início da fabricação deverá ser comunicado à Anvisa, conforme instruções no Anexo XI da Instrução Normativa nº 281, de 22 de fevereiro de 2024 (BRASIL, 2024).

4.1 RECEPÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES

As matérias-primas, na etapa de recepção, devem ter seus laudos técnicos analisados, conferidos e assinados pelo colaborador responsável. Cada produto tem suas especificações técnicas, as quais devem estar disponíveis para conferência. Os laudos devem ser documentados e armazenados por 5 anos, e a cada 3 meses uma amostra de cada ingrediente deve ser recolhida para análise laboratorial.

Os ingredientes devem ser armazenados em pallets, em depósito seco e fresco, com ventilação de ar e controle de umidade, para que a qualidade dos ingredientes não seja prejudicada.

Quanto às cascas de maracujá, devem ser selecionadas, descartando aquelas que se apresentam impróprias, com presença de bolores ou em estado de deterioração. Em seguida, devem ser imediatamente levadas para a higienização,

inicialmente com lavagem manual em tanque de imersão, exibido na FIGURA 5, usando detergente neutro e água corrente para retirada de impurezas mais grosseiras, e em seguida enxaguadas e sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio 250 ppm, durante 15 minutos (CELESTINO, GASTAL, 2021). Após este tempo, as cascas devem ser enxaguadas em água corrente e levadas ao secador.

Caso a capacidade mínima de 100 kg do secador não seja atingida e seja necessário aguardar a chegada de mais cascas, aquelas já higienizadas devem ser levadas para armazenamento em temperatura entre 2 a 5 °C, por no máximo 5 dias.

FIGURA 5 - TANQUE DE IMERSÃO TBL 200 AGMAC PARA LAVAGEM DAS CASCAS DE MARACUJÁ



FONTE: Agmac (2024).

4.2 SECAGEM

A secagem é uma operação unitária que realiza a remoção da umidade do produto por meio da evaporação da água. Com uma baixa umidade, o transporte e o armazenamento do produto são facilitados devido à diminuição de massa e volume, além da diminuição da atividade de água, que dificulta a proliferação de microrganismos e parte das reações químicas e bioquímicas que degradam o alimento (TADINI et al., 2016). Para a formação da farinha, este é um processo essencial, já que a formação de pó depende da baixa umidade, o que não é o caso para a casca

de maracujá in natura. Assim, a casca deve ser seca para que atinja, no máximo, 10% de umidade.

São diversos os equipamentos de secagem que podem ser utilizados, como secadores rotativos e de bandeja, secagem em leitos fluidizados e vibrofluidizados, liofilização e, o mais simples e antigo deles, a secagem ao sol, ainda muito utilizada para secagem de café em terreiros (MARTINS et al., 2020).

Os secadores em geral têm como princípio a exposição do alimento a um ar quente e seco, com um diferencial de pressão parcial para que ocorra a transferência de água do alimento para o ar, até a condição de saturação, quando as pressões parciais da água no alimento e do ar de secagem são iguais (TADINI et al., 2016).

Cada tipo de secador possui uma particularidade em seu funcionamento, já que podem operar de forma contínua ou em batelada, com contato direto ou indireto do produto com o ar de secagem, e o seu fluxo pode ser contra ou concorrente (RODRIGUES, 2019).

O secador escolhido para este processo produtivo é o secador rotativo. Este tipo de secador utiliza as três formas de troca térmica, condução, convecção e radiação, e o contato com o ar pode ser realizado de forma direta e indireta (TADINI et al., 2016). De acordo com Rodrigues (2019), é um dos secadores mais economicamente viáveis, tanto em instalação quanto manutenção.

O equipamento escolhido foi o secador rotativo da Sutil Equipamentos, com capacidade para 100 kg, com funcionamento elétrico ou a vapor indireto. A FIGURA 6 ilustra um dos secadores rotativos da empresa Sutil Equipamentos.

FIGURA 6 - SECADOR ROTATIVO PARA SECAGEM DAS CASCAS DE MARACUJÁ



FONTE: Sutil Equipamentos (2024).

4.3 MOAGEM

A redução de tamanho de um alimento pode ser realizada de diversas formas, sendo a moagem uma delas. Esta operação unitária é essencial na produção de farinhas e rações fareladas para consumo animal, facilitando sua solubilidade e a ocorrência de reações químicas e enzimáticas (CHIODELLI et al., 2018).

A quebra de um material ocorre quando a tensão de cisalhamento, atrito, ou compressão aplicada a ele passa de seu limite de linearidade e atinge a região plástica até seu ponto de ruptura, no qual as fraturas ocorrem por meio de fissuras no material. Antes dele, a deformação do material pode ser reversível quando a tensão ou compressão não é mais aplicada. Quanto mais o material se rompe e se transforma em pequenas partículas, mais difícil é ocasionar a quebra, já que são poucas e pequenas as fissuras formadas (TADINI et al., 2016).

A moagem é realizada com moinhos, que podem ser de diferentes tipos, fazendo uso de diferentes tipos de forças, a depender das características do material a ser moído. As forças de moagem, ou cominuição, podem ser o cisalhamento, a compressão e o impacto. Materiais mais duros e quebradiços são moídos com mais facilidade pelas forças de compressão e impacto, enquanto o cisalhamento é mais eficiente para materiais moles e/ou fibrosos (TADINI et al., 2016).

De acordo com a Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005, 95% da farinha de trigo deve passar por peneira de malha de 250 μm (0,25 mm) (BRASIL, 2005). Para que haja uniformidade na substituição, o mesmo padrão ocorrerá para a farinha de casca de maracujá. Segundo Tadini et al. (2016), produtos com granulometria entre 0,1 e 5 mm possuem moagem média, a qual é realizada por moinhos de martelo, discos e rolos. Além disso, vegetais secos são moídos por forças de impacto e cisalhamento, obtidas por moinhos de martelo e de disco.

Neste processo, optou-se pelo moinho de martelo, da empresa Moinho Vieira, do modelo MCS 280 (5 cv), que possui capacidade a partir de 30 kg/h e alcança a granulometria desejada (FIGURA 7).

FIGURA 7 - MOINHO MARTELO MCS 280 (5 CV)

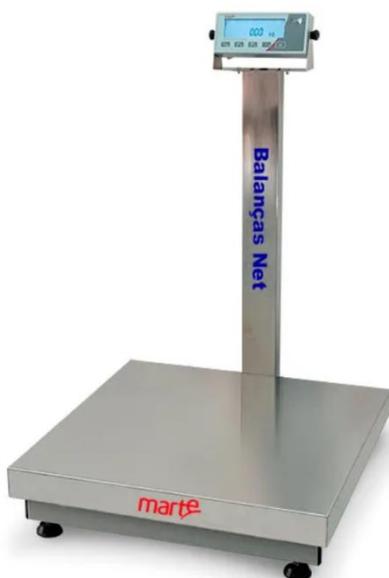


FONTE: Moinhos Vieira (2024).

4.4 PESAGEM, MISTURA E DOSAGEM

Todos os ingredientes devem ser pesados antes de serem levados para a mistura, assegurando a padronização do produto. A balança utilizada será da empresa Marte, exibida na FIGURA 8, que possui capacidade de até 50 kg, com precisão de 10 g.

FIGURA 8 - BALANÇA ELETRÔNICA PARA PESAGEM DOS INGREDIENTES



FONTE: Balanças Net (2024).

A mistura é uma operação unitária empregada para homogeneizar substâncias. Para a produção de brownies, esta operação é essencial, já que inicialmente todos os ingredientes estão separados. Neste caso, optou-se por um misturador, da empresa Hongling, que possui capacidade de 150 kg e consumo de 1,5 kW, visto na FIGURA 9.

FIGURA 9 - MISTURADOR INDUSTRIAL PARA HOMOGENEIZAÇÃO DOS INGREDIENTES



FONTE: Alibaba (2024).

Já a dosagem é a operação em que a massa é disposta nas formas, sempre de acordo com a massa estabelecida para cada unidade. Este equipamento deve estar sempre calibrado e ser sempre conferido, para que as unidades não ultrapassem os limites máximos e mínimos de massa. A FIGURA 10 exibe a dosadora modelo M2 Júnior da empresa MCI, que possui capacidade de 150 kg/h. A dosagem da massa será de 288,02 g.

FIGURA 10 - DOSADORA M2 JÚNIOR PARA AS MASSAS DOS BROWNIES VEGANOS



FONTE: MCI (2024).

4.5 FORNEAMENTO

O forneamento é um processo importante para desencadear alterações físicas, químicas e biológicas no alimento, que é exposto a uma alta temperatura, a qual acelera reações químicas e é capaz de causar a destruição de microrganismos presentes no produto ainda cru (REIS, 2012).

As reações que ocorrem durante o forneamento podem envolver a caramelização e a reação de Maillard, que ocorre com açúcares redutores (monossacarídeos, como a frutose presente na casca do maracujá) e uma amina ou aminoácido. Esta reação causa a formação da crosta, cor escura e sabor proveniente de compostos heterocíclicos (DAMODARAN, PARKIN, 2019). Contudo, devido a diversidade de ingredientes presentes na massa, é difícil de prever todas as mudanças no produto e suas causas exatas, pois envolvem uma diversidade de fatores, como as características físico-químicas dos ingredientes, a temperatura e o tempo dentro do forno.

O forneamento envolve os fenômenos de transferência de calor e de massa. A transferência de calor ocorre por condução, convecção e radiação. A condução em um forno ocorrerá através das paredes, bandejas e formas, além da própria massa do bolo, que conduzirá o calor até seu centro, já que a condução de energia ocorre por meio do contato entre as moléculas com um gradiente de temperatura, levando energia do mais quente para o mais frio (BERGMAN, LAVINE, 2019).

Já a convecção ocorre por meio do movimento das moléculas, seja ele aleatório ou global. Quando há escoamento de um fluido em uma superfície com gradiente de temperatura, há uma região em que a temperatura varia entre a

temperatura da superfície e a temperatura da vizinhança, chamada camada-limite térmica. É nesta região que ocorre a transferência de calor entre a superfície e o fluido, por meio do movimento aleatório das moléculas na região de baixa velocidade e do movimento global na região de maior velocidade (BERGMAN, LAVINE, 2019).

A radiação é a emissão de energia de um material, que ocorre quando há mudanças no arranjo de átomos e elétrons, fazendo com que haja a liberação de energia transmitida por ondas eletromagnéticas, que não necessitam de nenhum meio material para serem transportadas (BERGMAN, LAVINE, 2019).

Quanto à transferência de massa, esta envolve a troca de umidade do alimento para o ar circundante. Para alguns produtos panificados deseja-se que uma casca se forme no exterior, enquanto o interior se mantenha úmido, como é o caso do brownie. Nestes casos, a crosta será formada quando houver um gradiente entre a taxa de transferência de massa do interior para a superfície, e da superfície para o exterior (REIS, 2012).

O forno escolhido para o processo foi o Forno Turbo Elétrico com 10 bandejas, da empresa Gastromaq, exibido na FIGURA 11.

FIGURA 11 - FORNO TURBO ELÉTRICO PARA FORNEAMENTO DOS BROWNIES VEGANOS



FONTE: Refrisol (2024).

4.6 EMBALAGEM

A embalagem de um produto tem a capacidade de proteger o alimento de fatores externos, impedir a entrada e o crescimento de patógenos e manter sua integridade física. Além disso, a embalagem é o meio direto de contato com o consumidor, tornando-a uma forma importante e essencial de marketing (LANDIM et al., 2016).

O produto, de forma geral, é embalado de forma primária, secundária e terciária. A embalagem primária é aquela que ficará em contato direto com o alimento. Seu material deve estar na lista positiva presente na Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999, alterada pela RDC nº 56, de 16 de novembro de 2012, RDC nº 326, de 3 de dezembro de 2019, e RDC nº 589, de 20 de dezembro de 2021 (BRASIL, 1999, 2012, 2019, 2021).

A embalagem secundária é geralmente constituída por papel cartão e tem como função o agrupamento de embalagens primárias e a facilitação do transporte. Também pode ser mais um meio de comunicação com o consumidor, no caso de produtos vendidos em mais de uma unidade. Porém, alguns produtos são agrupados diretamente na embalagem terciária, que protege de danos físicos e faz-se necessária no momento do armazenamento, para o empilhamento e paletização (JORGE, 2013).

Contudo, com toda sua importância na proteção do alimento, a embalagem é um resíduo sólido que causa danos ao meio ambiente quando descartado de forma indevida, pois o principal material utilizado para esse fim, o plástico, leva entre 250 a 450 anos para se degradar. Além disso, o plástico provém de uma fonte não renovável e sua produção libera gases poluentes (JORGE, 2013; LANDIM et al., 2016).

Segundo a ABREMA (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente), a produção de resíduos sólidos no Brasil em 2022 foi de aproximadamente 77 milhões de toneladas. Caso o tratamento deste resíduo não ocorra da forma correta, por intermédio da reutilização, reciclagem, ou aterro sanitário, pode levar à contaminação do solo, à contaminação por microrganismos e ao acúmulo de água, atraindo o vetor do vírus *Aedes aegypti*, o qual já infectou mais de 1,3 milhões de pessoas entre janeiro e março de 2024 (LACERDA, 2024).

O principal material utilizado para o acondicionamento de bolos industrializados é o polipropileno, que oferece barreira à umidade, não permitindo o

ressecamento do produto durante o armazenamento; porém, possui pouca resistência à troca gasosa (JORGE, 2013).

Existem opções de substituição dos plásticos convencionais, chamados bioplásticos. Eles podem ser biodegradáveis, de forma a permanecerem por pouco tempo no ambiente após serem descartados, já que são digeridos por microrganismos; também é possível que os plásticos sejam produzidos com uso de fontes renováveis, como o milho, o glicerol ou o etanol (SILVA et al., 2019). Porém estes tipos de embalagens são difíceis de encontrar comercialmente no mercado brasileiro.

Neste projeto, o material utilizado para a embalagem primária é o polipropileno convencional, com prospecção de inclusão de um material que se encaixa na ética ambiental e social da indústria. A bobina é fornecida pela empresa Soluções em Embalagens e a embaladora é a RD300 Touch, da empresa Rodopac, exibida na FIGURA 12.

FIGURA 12 - EMBALADORA RODOPAC



FONTE: Rodopac (2019).

Para a embalagem terciária, serão utilizadas caixas de papelão de tamanho 40 cm x 20 cm x 20 cm, nas quais é possível armazenar 30 unidades de brownie de 250 g. São necessárias, aproximadamente, 72 caixas de papelão por dia e 1582 caixas por mês. As embalagens de papelão são paletizadas em pallets de encaixe de material plástico, de 50 cm x 50 cm, onde é possível alocar 10 caixas em cada, totalizando aproximadamente 160 pallets para o armazenamento da produção mensal.

5 BROWNIE VEGANO

O brownie é uma forma de bolo americano, cremoso e achatado, criado por Walter M. Lowney em 1893, que possuía em sua composição chocolate, açúcar, manteiga e ovos, caracterizado por seu sabor doce e forte de chocolate que o tornou popular no Brasil (MARTIN, 2012; LYRA et al., 2019). Sua formulação o torna um produto rico em lipídeos, contudo, muitas formulações são encontradas com a substituição destes ingredientes para gerar um brownie que atenda públicos variados.

Brownies menos calóricos e sem adição de açúcar são encontrados em pesquisas como de Jandorno et al. (2020), que estudou a elaboração de brownie adoçado com eritrol e adicionado de cúrcuma e pimenta; ou também como na pesquisa de Sumartini et al. (2020), que avaliou o uso de uma variedade de farinhas como substitutas da farinha de trigo em brownies, e obteve um alto teor de fibras e baixo nível calórico para a farinha da fruta-do-mangue (*Sonneratia caseolaris*).

Existem também opções para a produção de brownies proteicos, com adição de banana verde e proteína de soro de leite (SOUZA, ROSELINO, 2019) ou até ingredientes mais exóticos, como a larva-da-farinha (*Tenebrio molitor* Linnaeus) (LUKWESA, TESSEMA, 2021). Brownies que atendem o público celíaco ou intolerante à lactose também são encontrados nas pesquisas, como na de Tirello et al. (2024), que substituíram a farinha de trigo por farinha de arroz negro e integral, e na de Santos (2019), que elaborou brownies sem glúten e sem lactose utilizando açai e castanhas-do-brasil.

As características mais marcantes em um brownie são sua textura mais densa, seu formato mais achatado e sua crosta açucarada, a qual, de acordo com estudo feito por Lyra et al. (2019), pode ser influenciada pela adição de agentes de crescimento, como fermento químico e bicarbonato de sódio. Além disso, brownies podem ter uma textura mais cremosa ou mais seca, com mais tempo de forno, tornando-o semelhante à um bolo (LYRA et al., 2019).

O brownie produzido neste processo possui em sua formulação água, açúcar, óleo de soja, farinhas de trigo e de casca de maracujá, vinagre, cacau em pó, fermento químico, bicarbonato de sódio e conservante propionato de cálcio. A farinha de casca de maracujá, por conta de seu alto teor em fibras, tira parte da leveza da massa, tornando o brownie mais denso, característica importante para o produto final, além de fornecer um aroma frutado (VIEIRA et al., 2010).

6 BALANÇO DE MASSA GLOBAL E DE COMPONENTES

6.1 BALANÇO DE MASSA GLOBAL

O balanço de massa global fornece dados sobre toda a produção e é importante para conhecer a capacidade necessária de cada equipamento. Sua equação global é apresentada na equação (1). No decorrer do texto, apenas as equações e resultados são apresentados. Todos os cálculos são apresentados em memorial de cálculos no Apêndice A. A ordem apresentada para os cálculos de balanço de massa segue a ordem da produção.

$$\dot{m}_e + \dot{m}_g = \dot{m}_s + \dot{m}_p + \dot{m}_c \quad (1)$$

onde:

\dot{m}_e = vazão mássica de entrada

\dot{m}_g = vazão mássica gerada

\dot{m}_s = vazão mássica de saída

\dot{m}_p = vazão mássica perdida

\dot{m}_c = vazão mássica consumida

Analisando essa equação, sabe-se que não há geração nem consumo de massa durante o processo global, o que resulta na equação (2).

$$\dot{m}_e = \dot{m}_s + \dot{m}_p \quad (2)$$

Todos os ingredientes adicionados à mistura são comprados já prontos, com exceção da farinha da casca de maracujá, que tem sua matéria-prima seca e moída neste processo produtivo. A primeira operação unitária pela qual a casca de maracujá passa é a secagem, na qual a vazão de saída é igual à vazão de entrada da moagem. A vazão de saída na secagem é de 5,48 kg/h e a perda considerada é de 90,47%. O cálculo foi realizado conforme equação (3).

$$S_e - S_p = S_s \quad (3)$$

$$S_e = 36,53 \frac{kg}{h}$$

onde:

S_e = vazão mássica de secagem na entrada

S_p = vazão mássica perdida na secagem
 S_s = vazão mássica de secagem na saída

A substituição da farinha de trigo é de 25%, resultando em 5% do total da mistura, portanto, a vazão mássica de saída do moinho deve ser de 5,36 kg/h. A perda considerada na etapa de moagem foi de 2%. O cálculo foi realizado conforme equação (4).

$$G_e - G_p = G_s \quad (4)$$

$$G_e = 5,48 \frac{kg}{h}$$

onde:

G_e = vazão mássica de moagem na entrada
 G_p = vazão mássica perdida na moagem
 G_s = vazão mássica de moagem na saída

Para a mistura, a perda considerada é de 2,09%, que engloba perdas após a pesagem de ingredientes e no momento de adição no misturador. A vazão de saída é de 105,10 kg/h. O cálculo foi realizado conforme equação (5).

$$M_e - M_p = M_s \quad (5)$$

$$M_e = 107,34 \frac{kg}{h}$$

onde:

M_e = vazão mássica de mistura na entrada
 M_p = vazão mássica perdida na mistura
 M_s = vazão mássica de mistura na saída

Para a dosagem, a vazão de saída é igual a 103,69 kg/h e a perda é de 1,34%. O cálculo foi realizado conforme equação (6).

$$D_e - D_p = D_s \quad (6)$$

$$D_e = 105,10 \frac{kg}{h}$$

onde:

D_e = vazão mássica de dosagem na entrada
 D_p = vazão mássica perdida na dosagem
 D_s = vazão mássica de dosagem na saída

No forneamento, tem-se uma vazão de saída de 90 kg/h, para que haja ocupação total do forno para cada batelada, e uma perda de 13,20%. O cálculo foi realizado conforme equação (7).

$$F_e - F_p = F_s \quad (7)$$

$$F_e = 103,68 \frac{kg}{h}$$

onde:

F_e = vazão mássica de mistura na entrada

F_p = vazão mássica perdida na mistura

F_s = vazão mássica de mistura na saída

Para o processo de embalagem, a vazão de entrada é de 90 kg/h e a perda considerada é de 0,19%, resultando em uma vazão de saída de 89,83 kg/h ou 2156 unidades por dia, pois cada unidade tem massa igual a 250 g. O cálculo foi realizado conforme equação (8).

$$E_e - E_p = E_s \quad (8)$$

$$E_s = 89,83 \frac{kg}{h} = 539 \frac{kg}{dia} = 2156 \frac{unidades}{dia} = 47432 \frac{unidades}{mês}$$

onde:

E_e = vazão mássica de mistura na entrada

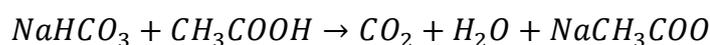
E_p = vazão mássica perdida na mistura

E_s = vazão mássica de mistura na saída

6.2 BALANÇO DE MASSA POR COMPONENTES

6.2.1 Reações durante a mistura

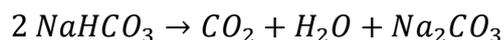
A reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético que ocorrerá na mistura é representada pela seguinte equação, já balanceada:



A partir desta reação, encontra-se que é necessário 0,17 kg/h de ácido acético para que 0,24 kg/h de bicarbonato de sódio reaja completamente. Sabe-se que o

vinagre possui apenas 4% de ácido acético, portanto é necessário a adição de 4,28 kg/h de vinagre para atingir a necessidade do bicarbonato de sódio.

Além disso, é possível conhecer a quantidade de água gerada por esta reação, de 0,05 kg/h de água, também a mesma quantidade gerada pela reação do fermento químico, apresentada a seguir.



A reação real do fermento químico fora de condições controladas é complexa e envolve diversos fatores, já que o fermento químico é composto por aproximadamente 30% de bicarbonato de sódio, amido de milho e mais outros dois componentes que reagem entre si, além da possibilidade de reagirem com outros componentes da mistura (BAILEY, 1940).

6.2.2 Umidade

Com base no balanço de massa global, pode-se encontrar as correntes de entrada de cada ingrediente da formulação na etapa de mistura, que estão exibidas na TABELA 1, sabendo que a entrada da mistura é de 107,34 kg/h.

TABELA 1 - CORRENTES DE CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS

Ingrediente	Porcentagem (%)	Corrente (kg/h)
Água	44,71	47,99
Açúcar demerara	18,03	19,35
Farinha de Trigo	15,05	16,15
Óleo de soja	9,67	10,38
Farinha de casca de maracujá	5,00	5,37
Vinagre (4%)	3,99	4,28
Cacau em pó	1,99	2,14
Fermento químico	1,32	1,42
Bicarbonato de sódio	0,22	0,24
Conservante propionato de cálcio	0,02	0,02

FONTE: A autora (2024).

Para o cálculo da umidade, encontrou-se os dados de umidade na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) (2024) e nos catálogos das empresas Tecnologia da Água (2024) e Cosmoquímica (2023). A umidade da farinha da casca

de maracujá foi considerada para que atendesse o limite de 15% de umidade na farinha, com uma margem de 5%. A umidade de cada ingrediente é apresentada na TABELA 2.

TABELA 2 - FRAÇÃO DE UMIDADE PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS

Ingrediente	Umidade (y)
Água	1
Açúcar demerara	0,0005
Farinha de Trigo	0,1180
Óleo de soja	0
Farinha de casca de maracujá	0,10
Vinagre (4%)	0,9381
Cacau em pó	0,0300
Fermento químico	0,0710
Bicarbonato de sódio	0,0020
Conservante propionato de cálcio	0,0500

FONTE: A autora (2024).

Assim, o balanço é realizado, conforme equação (9), para conhecer a umidade total da mistura, y_M , incluindo também a água gerada pelas reações envolvendo o bicarbonato de sódio.

$$A \times y_A + A\zeta \times y_{A\zeta} + FT \times y_{FT} + O \times y_O + FC \times y_{FC} + V \times y_V + C \times y_C + FQ \times y_{FQ} + B \times y_B + P \times y_P + \dot{m}_{ag,g} = M_e \times y_M \quad (9)$$

$$y_M = 0,5098$$

onde:

A = vazão mássica de água

$A\zeta$ = vazão mássica de açúcar

FT = vazão mássica de farinha de trigo

O = vazão mássica de óleo

FC = vazão mássica de farinha de casca de maracujá

V = vazão mássica de vinagre

C = vazão mássica de cacau em pó

FQ = vazão mássica de fermento químico

B = vazão mássica de bicarbonato de sódio

P = vazão mássica de propionato de cálcio

$\dot{m}_{ag,g}$ = vazão mássica de água gerada

y_A = fração de umidade na água

$y_{A\zeta}$ = fração de umidade no açúcar

y_{FT} = fração de umidade na farinha de trigo

y_O = fração de umidade no óleo

y_{FC} = fração de umidade na farinha de casca de maracujá

y_V = fração de umidade no vinagre

y_C = fração de umidade no cacau em pó

y_{FQ} = fração de umidade no fermento químico
 y_B = fração de umidade no bicarbonato de sódio
 y_P = fração de umidade no propionato de cálcio

6.2.3 Carboidratos

Em seguida, calculou-se a fração de carboidratos (c) presentes na mistura conforme equação (10). A quantidade de carboidratos em cada ingrediente é exibida na TABELA 3, encontrada na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) (2024), no artigo de Catarino (2016) e nos catálogos das empresas Tecnologia da Água (2024) e Cosmoquímica (2013), assim como os outros componentes posteriormente apresentados.

TABELA 3 - FRAÇÃO DE CARBOIDRATOS PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS

Ingrediente	Carboidratos (c)
Água	0
Açúcar demerara	0,9960
Farinha de Trigo	0,7292
Óleo de soja	0
Farinha de casca de maracujá	0,1936
Vinagre (4%)	0,0602
Cacau em pó	0,2090
Fermento químico	0,4390
Bicarbonato de sódio	0
Conservante propionato de cálcio	0

FONTE: A autora (2024).

$$\begin{aligned}
 A \times c_A + A\check{C} \times c_{A\check{C}} + FT \times c_{FT} + O \times c_O + FC \times c_{FC} + V \times c_V + C \times c_C + FQ \times c_{FQ} + \\
 B \times c_B + P \times c_P = M \times c_M \quad (10) \\
 c_M = 0,3102
 \end{aligned}$$

onde:

c_A = fração de carboidratos na água
 $c_{A\check{C}}$ = fração de carboidratos no açúcar
 c_{FT} = fração de carboidratos na farinha de trigo
 c_O = fração de carboidratos no óleo
 c_{FC} = fração de carboidratos na farinha de casca de maracujá
 c_V = fração de carboidratos no vinagre
 c_C = fração de carboidratos no cacau em pó
 c_{FQ} = fração de carboidratos no fermento químico
 c_B = fração de carboidratos no bicarbonato de sódio
 c_P = fração de carboidratos no propionato de cálcio

6.2.4 Proteínas

Calculou-se também a fração de proteínas (p) presentes na mistura conforme equação (11). A TABELA 4 apresenta as quantidades de proteínas em cada ingrediente.

TABELA 4 - FRAÇÃO DE PROTEÍNAS PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS

Ingrediente	Proteínas (p)
Água	0
Açúcar demerara	0,0032
Farinha de Trigo	0,1070
Óleo de soja	0
Farinha de casca de maracujá	0,0401
Vinagre (4%)	0
Cacau em pó	0,1960
Fermento químico	0,0040
Bicarbonato de sódio	0
Conservante propionato de cálcio	0

FONTE: A autora (2024).

$$\begin{aligned}
 A \times p_A + A\check{C} \times p_{A\check{C}} + FT \times p_{FT} + O \times p_O + FC \times p_{FC} + V \times p_V + C \times p_C + FQ \times p_{FQ} + \\
 B \times p_B + P \times p_P = M \times p_M \quad (11) \\
 p_M = 0,0226
 \end{aligned}$$

onde:

p_A = fração de proteínas na água
 $p_{A\check{C}}$ = fração de proteínas no açúcar
 p_{FT} = fração de proteínas na farinha de trigo
 p_O = fração de proteínas no óleo
 p_{FC} = fração de proteínas na farinha de casca de maracujá
 p_V = fração de proteínas no vinagre
 p_C = fração de proteínas no cacau em pó
 p_{FQ} = fração de proteínas no fermento químico
 p_B = fração de proteínas no bicarbonato de sódio
 p_P = fração de proteínas no propionato de cálcio

6.2.5 Lipídeos

A seguir, foi calculada a fração de lipídeos (l) presentes na mistura conforme equação (12). As quantidades de lipídeos em cada ingrediente são exibidas na TABELA 5.

TABELA 5 - FRAÇÃO DE LIPÍDEOS PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS

Ingrediente	Lipídeos (l)
Água	0
Açúcar demerara	0
Farinha de Trigo	0,0136
Óleo de soja	1
Farinha de casca de maracujá	0,0123
Vinagre (4%)	0
Cacau em pó	0,1370
Fermento químico	0,001
Bicarbonato de sódio	0
Conservante propionato de cálcio	0

FONTE: A autora (2024).

$$\begin{aligned}
 A \times l_A + A\check{C} \times l_{A\check{C}} + FT \times l_{FT} + O \times l_O + FC \times l_{FC} + V \times l_V + C \times l_C + FQ \times l_{FQ} + \\
 B \times l_B + P \times l_P = M \times l_M \quad (12) \\
 l_M = 0,1021
 \end{aligned}$$

onde:

- l_A = fração de lipídeos na água
- $l_{A\check{C}}$ = fração de lipídeos no açúcar
- l_{FT} = fração de lipídeos na farinha de trigo
- l_O = fração de lipídeos no óleo
- l_{FC} = fração de lipídeos na farinha de casca de maracujá
- l_V = fração de lipídeos no vinagre
- l_C = fração de lipídeos no cacau em pó
- l_{FQ} = fração de lipídeos no fermento químico
- l_B = fração de lipídeos no bicarbonato de sódio
- l_P = fração de lipídeos no propionato de cálcio

6.2.6 Fibra alimentar

A fração de fibra alimentar (f) presente na mistura também foi calculada a partir das quantidades de fibras em cada ingrediente, apresentadas na TABELA 6. O cálculo foi realizado conforme equação (13).

TABELA 6 - FRAÇÃO DE FIBRA ALIMENTAR PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS

Ingrediente	Fibra alimentar
Água	0
Açúcar demerara	0
Farinha de Trigo	0,0258
Óleo de soja	0
Farinha de casca de maracujá	0,6015
Vinagre (4%)	0
Cacau em pó	0,3700
Fermento químico	0
Bicarbonato de sódio	0
Conservante propionato de cálcio	0

FONTE: A autora (2024).

$$\begin{aligned}
 A \times f_A + AC \times f_{AC} + FT \times f_{FT} + O \times f_O + FC \times f_{FC} + V \times f_V + C \times f_C + FQ \times f_{FQ} + \\
 B \times f_B + P \times f_P = M \times f_M \quad (13) \\
 f_M = 0,0413
 \end{aligned}$$

onde:

- f_A = fração de fibra alimentar na água
- f_{AC} = fração de fibra alimentar no açúcar
- f_{FT} = fração de fibra alimentar na farinha de trigo
- f_O = fração de fibra alimentar no óleo
- f_{FC} = fração de fibra alimentar na farinha de casca de maracujá
- f_V = fração de fibra alimentar no vinagre
- f_C = fração de fibra alimentar no cacau em pó
- f_{FQ} = fração de fibra alimentar no fermento químico
- f_B = fração de fibra alimentar no bicarbonato de sódio
- f_P = fração de fibra alimentar no propionato de cálcio

6.2.7 Cinzas

A seguir, calculou-se a fração de cinzas (a) presentes na mistura conforme equação (14). A quantidade de cinzas em cada ingrediente é exibida na TABELA 7.

TABELA 7 - FRAÇÃO DE CINZAS PARA CADA INGREDIENTE NA PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS

Ingrediente	Cinzas
Água	0
Açúcar demerara	0,0003
Farinha de Trigo	0,0064
Óleo de soja	0
Farinha de casca de maracujá	0,0524
Vinagre (4%)	0,0017
Cacau em pó	0,0580
Fermento químico	0,4850
Bicarbonato de sódio	0,9980
Conservante propionato de cálcio	0,9500

FONTE: A autora (2024).

$$\begin{aligned}
 A \times a_A + AC \times a_{AC} + FT \times a_{FT} + O \times a_O + FC \times a_{FC} + V \times a_V + C \times a_C + FQ \times a_{FQ} + \\
 B \times a_B + P \times a_P = M \times a_M \quad (14) \\
 a_M = 0,0135
 \end{aligned}$$

onde:

a_A = fração de cinzas na água
 a_{AC} = fração de cinzas no açúcar
 a_{FT} = fração de cinzas na farinha de trigo
 a_O = fração de cinzas no óleo
 a_{FC} = fração de cinzas na farinha de casca de maracujá
 a_V = fração de cinzas no vinagre
 a_C = fração de cinzas no cacau em pó
 a_{FQ} = fração de cinzas no fermento químico
 a_B = fração de cinzas no bicarbonato de sódio
 a_P = fração de cinzas no propionato de cálcio

Assim, conhece-se a composição da mistura, apresentada na TABELA 8.

TABELA 8 - COMPOSIÇÃO DA MISTURA DE MASSA DOS BROWNIES VEGANOS

Componente	Quantidade (%)
Umidade	50,98
Carboidratos	31,02
Proteínas	2,26
Lipídeos	10,21
Fibra Alimentar	4,13
Cinzas	1,35

FONTE: A autora (2024).

7 BALANÇO DE ENERGIA

7.1 SECAGEM

A secagem é uma importante operação unitária para a preparação da casca de maracujá para a fabricação da farinha. Neste processo, é necessário conhecer o calor específico do alimento já seco, o qual pode ser encontrado utilizando sua composição centesimal e as equações de Choi e Okos (1986b).

Segundo a RDC nº 711, de 1º de julho de 2022, farinhas em geral devem possuir no máximo 15% de umidade (BRASIL, 2022), assim considerou-se a umidade da farinha da casca de maracujá de 10%, havendo um bom intervalo de segurança caso haja absorção de umidade após o processo de secagem.

A composição centesimal da casca de maracujá foi baseada nos dados encontrados por Catarino (2016), os quais foram convertidos utilizando a umidade de 0,10 kg de água/kg total. Com estes dados, foi possível encontrar um calor específico de 2,13 kJ/kg.°C, à temperatura de 120 °C.

O dimensionamento do secador iniciou-se com a conversão das umidades inicial e final de base úmida para base seca por meio da equação (15). A umidade inicial ($X_{w,0}$) e final ($X_{w,f}$) da casca de maracujá foram de 0,9012 kg de água/kg total e 0,10 kg de água/kg total, respectivamente.

$$\bar{X} = \frac{X}{(1-X)} \quad (15)$$

onde:

\bar{X} = umidade em base seca
 X = umidade em base úmida

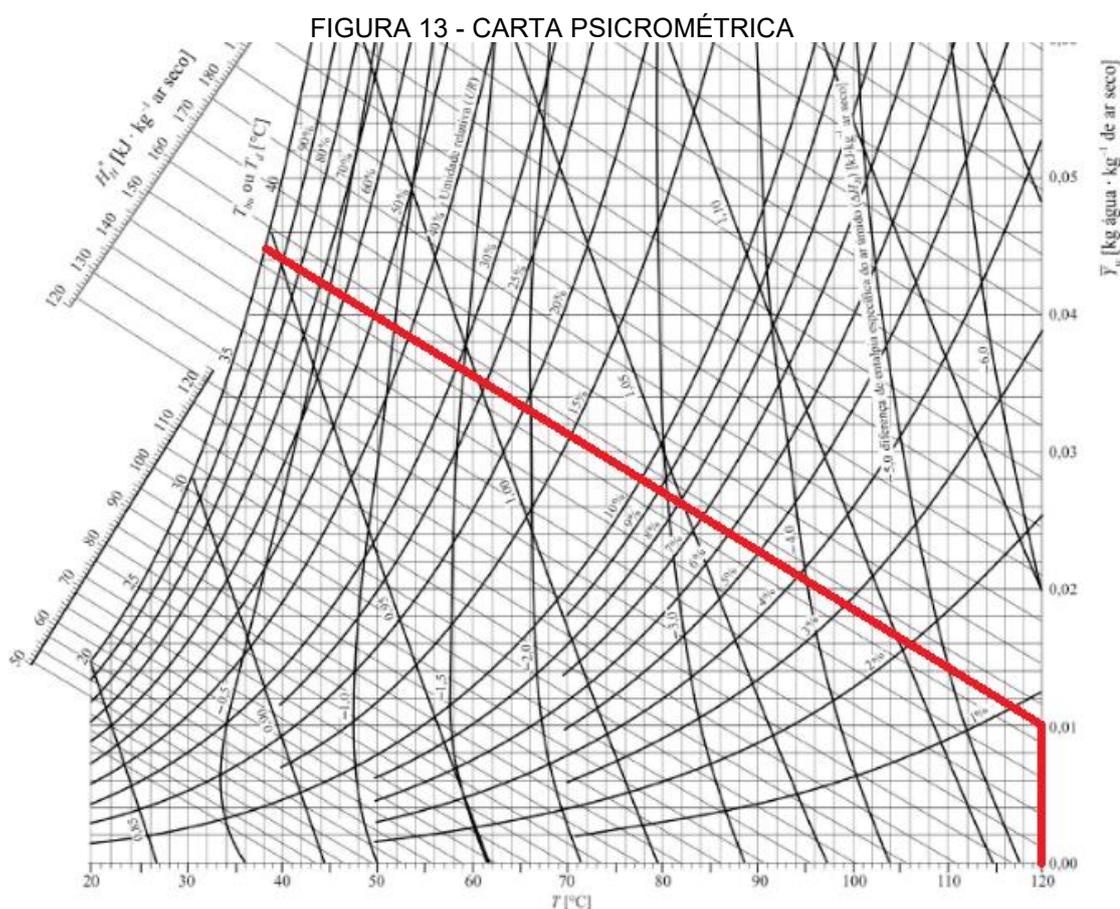
$$\bar{X}_{w,0} = 9,12 \frac{\text{kg água}}{\text{kg sólido seco}}$$

$$\bar{X}_{w,f} = 0,11 \frac{\text{kg água}}{\text{kg sólido seco}}$$

No processo de secagem, a temperatura de bulbo úmido é um parâmetro importante na determinação da taxa de calor e também da temperatura final do ar ($T_{ar,f}$). O ar de secagem possui temperatura ($T_{ar,0}$) de 120 °C, com umidade (\bar{Y}_w) de

0,01 kg de água/kg ar seco. Com estes dados, utilizou-se a carta psicrométrica, que pode ser visualizada na FIGURA 13, para encontrar a temperatura de bulbo úmido, que foi igual a 38,50 °C.

Esta temperatura é aquela que a casca de maracujá irá atingir no início da secagem, mais baixa que a temperatura do ar, já que a água presente cede calor ao evaporar até que haja um gradiente de temperatura e o ar comece a ceder calor sensível, facilitando a evaporação da água (TADINI et al., 2016).



FONTE: Adaptado de Tadini et al. (2016).

Para que $T_{ar,f}$ seja determinada, foi necessário assumir um valor para NUT (número de unidades de transferência), o qual, segundo Tadini et al. (2016), é “a seção do equipamento na qual a mudança de temperatura do ar é igual ao potencial médio de mudança de temperatura”. Este parâmetro está entre 1,5 e 2,5 para secadores rotatórios eficientes.

O cálculo do NTU, utilizado para encontrar $T_{ar,f}$, foi feito por meio da equação (16). O valor assumido para NTU foi de 1,5.

$$NTU = \ln \left(\frac{T_{ar,0} - T_{bu}}{T_{ar,f} - T_{bu}} \right) \quad (16)$$

$$T_{ar,f} = 56,68 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Em seguida, foi necessário calcular a taxa de transferência entre o ar e o alimento, utilizando a equação (17). Esta equação considera o aquecimento da casca de sua temperatura inicial, $T_{S,0}$, até a temperatura de secagem, T_{bu} , (alimento úmido); a vaporização da água presente nele; e o aquecimento do produto até sua temperatura máxima final ($T_{S,f}$), de $60 \text{ } ^\circ\text{C}$, considerando-o já em sua umidade final. Também é considerado o aquecimento do vapor de água até a temperatura final do ar.

$$\dot{q} = \dot{m}_{MS} [(c_{p,CM} + \bar{X}_{w,0} \times c_{p,w})(T_{bu} - T_{S,0}) + \Delta_{vap}H(\bar{X}_{w,0} - \bar{X}_{w,f}) + (c_{p,CM} + \bar{X}_{w,f} \times c_{p,w})(T_{S,f} - T_{bu})] + \dot{m}_{MS} [c_{p,w}(\bar{X}_{w,0} - \bar{X}_{w,f})(T_{ar,f} - T_{bu})] \quad (17)$$

onde:

\dot{q} = taxa de transferência de calor

\dot{m}_{MS} = vazão mássica de matéria seca

$c_{p,CM}$ = calor específico da casca de maracujá

$c_{p,w}$ = calor específica da água

$\Delta_{vap}H$ = entalpia de vaporização

Para conhecer a transferência de calor, ainda são necessários alguns parâmetros, como a vazão mássica de matéria seca, a entalpia de vaporização da água e o calor específico da água. O calor específico da água considerado foi de $4,20 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$. A entalpia de vaporização em T_{bu} ($38,5 \text{ } ^\circ\text{C}$, à $6,8 \text{ kPa}$) é de $2409,57 \text{ kJ/kg}$, a qual pode ser encontrada em tabelas de vapor, como a presente em Termodinâmica, de Çengel e Boles (2013). Já a vazão mássica de matéria seca pode ser encontrada pela equação (18). Este parâmetro deve ser expresso em kg/s , portanto fez-se as devidas conversões.

$$\dot{m}_{MS} = S_e \times (1 - X_{w,0}) \quad (18)$$

$$\dot{m}_{MS} = 1,00 \cdot 10^{-3} (\text{kg/s})$$

Com todos os dados, pode-se realizar a substituição na equação (17), encontrando:

$$\dot{q} = 23,00 \text{ kW}$$

Em seguida, calculou-se o calor úmido (CH), utilizando a equação (19), para conhecer a vazão mássica do ar.

$$C_H = 1,005 \text{ (kJ/kg ar seco } ^\circ\text{C)} + 1,88 \text{ (kJ/kg água } ^\circ\text{C)} \times \bar{Y}_w \quad (19)$$

$$C_H = 1,02 \text{ (kJ/kg ar seco } ^\circ\text{C)}$$

Com o calor úmido e a taxa de transferência de calor, pode-se encontrar a vazão mássica de ar, \dot{m}_{ar} , utilizando a equação (20) rearranjada.

$$\dot{q} = \dot{m}_{ar} C_H (T_{ar,0} - T_{ar,f}) \quad (20)$$

$$\dot{m}_{ar} = \frac{\dot{q}}{C_H (T_{ar,0} - T_{ar,f})}$$

$$\dot{m}_{ar} = 0,36 \text{ (kg ar seco/s)}$$

Sabendo que o ar de secagem não está completamente seco, é importante considerar a umidade presente para conhecer a vazão mássica real, \dot{m} , utilizando a equação (21).

$$\dot{m} = \dot{m}_{ar}(1 + \bar{Y}_w) \quad (21)$$

$$\dot{m} = 0,36 \text{ (kg ar/s)}$$

Como não houve mudança na vazão mássica de ar, encontrou-se a área transversal do secador (A_s), ou mais especificamente, seu diâmetro (D), o qual também depende da velocidade mássica do ar (G), da qual assumiu-se um valor de 3000 kg/m² h. Calculou-se o diâmetro com a equação (22).

$$A_s = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\dot{m}}{G} \quad (22)$$

$$D^2 = \frac{4 \dot{m}}{\pi G}$$

$$D = 0,74 \text{ m}$$

Para conhecer o comprimento (L) do secador, deve-se primeiramente calcular seu volume (V) com o rearranjo da equação (23), o qual depende também do

coeficiente global de transferência de calor combinado à área específica, aqui representados por Ua_s , calculado pela equação (24).

$$\dot{q} = (Ua_s) V \Delta\bar{T}_{ln} \quad (23)$$

$$Ua_s = \frac{236,75 G^{0,67}}{D} \quad (24)$$

$$Ua_s = 283,14 \text{ (W/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C)}$$

Em um processo contracorrente, deve-se também calcular a média de temperatura logarítmica, $\Delta\bar{T}_{ln}$, calculada pela equação (25).

$$\Delta\bar{T}_{ln} = \frac{(T_{ar,0} - T_{s,f}) - (T_{ar,f} - T_{s,0})}{\ln \frac{(T_{ar,0} - T_{s,f})}{(T_{ar,f} - T_{s,0})}} \quad (25)$$

$$\Delta\bar{T}_{ln} = 44,34 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Rearranjando a equação (23), encontrou-se o volume do secador.

$$V = \frac{\dot{q}}{(Ua_s) \Delta\bar{T}_{ln}}$$

$$V = 1,83 \text{ m}^3$$

Finalmente, encontrou-se o comprimento por meio da equação (26).

$$V = \frac{\pi D^2 L}{4} \quad (26)$$

$$L = \frac{4V}{\pi D^2}$$

$$L = 4,25 \text{ m}$$

7.2 MOAGEM

Para a moagem, o equipamento utilizado deve levar em conta o material de alimentação, seu tamanho inicial e seu tamanho final. A potência (P) e a energia específica (E) do moinho martelo foram calculadas por meio das equações (27) e (28).

Para o cálculo, utilizou-se o parâmetro JKW como fator, com valor igual a 40 (RUETSCHÉ, 1989).

$$P = \frac{G_e}{\phi_{JKW}} \quad (27)$$

$$P = 0,55 \text{ kW}$$

$$P = E G_e \quad (28)$$

$$E = \frac{P}{G_e}$$

$$E = 361,31 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

7.3 FORNEAMENTO

Para o forneamento, escolheu-se um forno tipo turbo, elétrico, o qual possui convecção forçada. Para o início do cálculo, calculou-se a quantidade de calor necessária para o aquecimento da mistura até a temperatura de ebulição da água ($T_{ebulição}$), 100 °C, à 1 atm, a qual se mantém durante todo o forneamento (REIS, 2012). O cálculo foi realizado com a equação (29), considerando a temperatura ambiente ($T_{ambiente}$) de 25 °C. Para o calor específico da mistura ($c_{p,M}$), encontrou-se 3,04 kJ/kg °C, por meio das equações de Choi e Okos (1986b).

$$Q_{cozimento} = F_e c_{p,M} (T_{ebulição} - T_{ambiente}) \quad (29)$$

$$Q_{cozimento} = 6,57 \text{ kW}$$

Em seguida, calculou-se a energia necessária para a manutenção do cozimento e evaporação da água, utilizando a equação (30). A entalpia da água foi encontrada por meio da tabela de vapor de Çengel e Boles (2015), à temperatura de 100 °C e pressão de 101,42 kPa, de 2256,4 kJ/kg.

$$Q_{cozimento} = y_{evap} h_{100^\circ\text{C}} \quad (30)$$

$$Q_{cozimento} = 0,24 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times 2256,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$Q_{cozimento} = 0,15 \text{ kW}$$

onde:

y_{evap} = vazão mássica da água evaporada

$h_{100\text{ }^\circ\text{C}}$ = entalpia da água a 100 °C

Em seguida, foi preciso calcular a quantidade de calor necessária para que o centro do brownie atinja a temperatura necessária. Para isso, calculou-se as resistências térmicas por condução do brownie, da forma e da esteira, por meio da equação (31), além da resistência por convecção do ar interno, por meio da equação (32).

$$R_{cond} = \frac{L}{A k} \quad (31)$$

$$R_{conv} = \frac{1}{A h_i} \quad (32)$$

Primeiramente, calculou-se a resistência por condução até o centro do brownie, considerando a distância até o centro e sua condutividade térmica (k), de 0,54 W/m °C, também calculada pelas equações de Choi e Okos (1986b).

Sabe-se que uma unidade do produto já assado deverá possuir 250 g, e que durante o forneamento há uma perda de 13,20% de massa, portanto cada forma, de dimensões 6,6 cm x 18,5 cm, suportará 288,02 g da mistura. Utilizando a densidade da mistura e a área da forma, de 1112,23 kg/m³ e 122,1 cm², respectivamente, foi possível calcular a altura ocupada pela massa com as equações (33) e (34).

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (33)$$

$$V = 2,59 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$V = a b h \quad (34)$$

$$h = 0,021 \text{ m}$$

onde:

a = comprimento

b = largura

h = altura

Como o transporte de calor é realizado primeiramente pela menor dimensão até o centro, a espessura (L) de 1,05 cm foi utilizada para o cálculo da resistência.

$$R_{cond,m} = 1,59 \text{ (}^{\circ}\text{C/W)}$$

onde:

$R_{cond,m}$ = resistência por condução na mistura

A próxima resistência encontrada pelo transporte de calor é da forma, constituída por papelão, que possui condutividade térmica de 0,18 W/m °C (FIGUEIREDO, 2019) e espessura de 0,1 cm.

$$R_{cond,f} = 0,46 \text{ (}^{\circ}\text{C/W)}$$

onde:

$R_{cond,m}$ = resistência por condução na forma

Em seguida, calculou-se a resistência das bandejas, constituídas de aço inox, o qual possui condutividade térmica de 14,9 W/m °C (BERGMAN, LAVINE, 2019), espessura de 0,6 cm e dimensões de 45 cm x 65 cm, resultando em uma área de 2925 cm².

$$R_{cond,e} = 1,38 \cdot 10^{-3} \text{ (}^{\circ}\text{C/W)}$$

onde:

$R_{cond,e}$ = resistência por condução na esteira

Por último, calculou-se a resistência térmica por convecção do ar interno, o qual possui coeficiente convectivo (h_i) de 59 W/m² °C (REIS, 2012). A área considerada neste caso foi a da superfície do bolo, onde ocorre a troca térmica.

$$R_{conv,in} = 1,39 \text{ (}^{\circ}\text{C/W)}$$

onde:

$R_{conv,in}$ = resistência por convecção do ar interno

Para calcular a quantidade de calor para aquecer todo o forno, utiliza-se a equação (35), a qual depende do coeficiente global de transferência de calor (U), calculado por meio da soma das resistências térmicas, na equação (36).

$$Q = U A \Delta T \quad (35)$$

$$U = \frac{1}{A R} \quad (36)$$

$$U = \frac{1}{(A_f R_{cond,m} + A_f R_{cond,f} + A_e R_{cond,e} + A_f R_{conv,in})}$$

$$U = 23,58 \text{ (W/}^\circ\text{C m}^2\text{)}$$

onde:

A_f = área da forma

A_e = área da esteira

Para a equação (35), considerou-se a temperatura final como a do forno, de 160 °C, e a temperatura inicial como a ambiente, de 25°C.

$$Q_{aq \text{ forno}} = U \times (A_f + A_e) \times (T_{forno} - T_{ambiente})$$

$$Q_{aq \text{ forno}} = 969,98 \text{ W}$$

Além disso, deve-se calcular a perda de calor através das paredes, as quais são constituídas por aço inox e possuem uma camada de isolamento de 0,075 m de lã de rocha, que possui condutividade térmica de 0,0372 W/m °C (GOMEZ et al., 2019).

Para isso, calculou-se também as resistências térmicas das camadas da parede, considerando também o ar externo. A FIGURA 14 ilustra o caminho do transporte de calor.

FIGURA 14 - RESISTÊNCIA TÉRMICA NA PAREDE DO FORNO



FONTE: A autora (2024).

O forno possui diferentes dimensões em suas paredes externa e interna, sendo elas de 1,89 m x 0,955 m x 1,295 m e 0,84 m x 0,605 m x 0,875 m, respectivamente. Assim, pode-se conhecer as espessuras (L) de cada parede, apresentadas na TABELA 9, além da espessura em aço, já que 0,075 m são ocupados pelo isolamento de lã de rocha. A tabela também apresenta as áreas externa e interna das paredes.

TABELA 9 - DIMENSÕES DAS PAREDES DO FORNO

Paredes	Área externa (m ²)	Área interna (m ²)	L (m)	L _{aço} (m)
Superior e inferior	1,24	0,53	0,52	0,44
Laterais	2,45	0,74	0,17	0,10
Frontal e traseira	1,80	0,51	0,42	0,34

FONTE: A autora (2024).

Iniciou-se, portanto, o cálculo das resistências térmicas com as equações (31) e (32), somadas de acordo com a FIGURA 14. Os cálculos foram realizados por parede, considerando as diferentes áreas. O coeficiente de convecção externa foi considerado de 11,5 W/m² °C (TADINI et al., 2016). Como as áreas são diferentes para o aço exterior e interior, divide-se a espessura do aço em dois.

$$R = R_{conv,ar\ in} + R_{cond,aço\ in} + R_{cond,lã} + R_{cond,aço\ ex} + R_{conv,ar\ ex}$$

$$R = \frac{1}{A_{in} h_{in}} + \frac{L_{aço}}{A_{in} k_{aço}} + \frac{L_{lã}}{A_{ex} k_{lã}} + \frac{L_{aço}}{A_{ex} k_{aço}} + \frac{1}{A_{ex} h_{ex}}$$

onde:

$R_{conv,ar\ in}$ = resistência térmica por convecção do ar interno

$R_{cond,aço\ in}$ = resistência térmica por condução do aço inox na parede interna

$R_{cond,lã}$ = resistência térmica por condução da lã de rocha

$R_{cond,aço\ ex}$ = resistência térmica por condução do aço inox na parede externa

$R_{conv,ar\ ex}$ = resistência térmica por convecção do ar externo

A_{in} = área da parede interna

A_{ex} = área da parede externa

h_{in} = coeficiente de convecção do ar interno

h_{ex} = coeficiente de convecção do ar externo

$k_{aço}$ = coeficiente de condução térmica do aço inox

$k_{lã}$ = coeficiente de condução térmica da lã de rocha

$L_{aço}$ = espessura do aço inox

$L_{lã}$ = espessura da lã de rocha

Paredes superior e inferior (SI):

$$R_{SI} = 3,54 \text{ (}^{\circ}\text{C/W)}$$

onde:

R_{SI} = resistência térmica nas paredes superior e inferior

Paredes laterais (L):

$$R_L = 1,81 \text{ (}^{\circ}\text{C/W)}$$

onde:

R_L = resistência térmica nas paredes laterais

Parede traseira (T):

$$R_T = 1,24 \text{ (}^\circ\text{C/W)}$$

onde:

R_T = resistência térmica na parede traseira

Parede frontal (F):

De acordo com o fabricante, a porta do forno é constituída em parte por vidro temperado, o qual possui condutividade térmica de aproximadamente 0,1067 W/m °C (ALMEIDA, 2022) e ocupa aproximadamente 2/3 da área total da porta, comprometendo parte das áreas interna e externa do aço e parte da área do isolamento. Como a porta é uma parte inteira, considera-se apenas o termo de sua área externa para a condução, com sua espessura completa. Portanto, para a parte frontal do forno, tem-se:

$$R_F = \frac{1}{A_{in} h_{in}} + \frac{L_{l\tilde{a}}}{\frac{A_{ex}}{3} k_{l\tilde{a}}} + \frac{L_{a\tilde{c}o}}{\frac{A_{ex}}{3} k_{a\tilde{c}o}} + \frac{L_{vidro}}{\frac{2A_{ex}}{3} k_{vidro}} + \frac{1}{A_{ex} h_{ex}}$$

$$R_F = 6,93 \text{ (}^\circ\text{C/W)}$$

onde:

R_F = resistência térmica na parede frontal

k_{vidro} = coeficiente de condução térmica do vidro temperado

Assim, pode-se calcular a perda de calor nas paredes com a equação (37), sabendo que a temperatura interna (de forneamento) é de 160 °C e a temperatura externa é de 25 °C.

$$Q_{perdido} = \frac{T_{forno} - T_{ambiente}}{R_{SI} + R_L + R_T + R_F} \quad (37)$$

$$Q = 9,98 \text{ W}$$

Por fim, pode-se conhecer a energia total do forno necessária para cozimento completo do brownie.

$$Q = Q_{aquecimento} + Q_{cozimento} + Q_{aq \text{ forno}} + Q_{perdido}$$

$$Q = 7699,96 \text{ W} = 7,70 \text{ kW}$$

7.4 ENERGIA TOTAL

Finalmente, para conhecer o gasto energético total do processo produtivo, soma-se as necessidades energéticas da secagem, moagem e forneamento, além da potência do misturador planetário, o qual consome 1,50 kW.

$$\dot{E} = 6 \times (23,00 \text{ kW} + 0,55 \text{ kW} + 7,70 \text{ kW} + 1,50 \text{ kW})$$

$$\dot{E} = 196,50 \text{ kWh}$$

Em um turno de produção de 6 h, tem-se um gasto energético de 196,50 kWh, totalizando 4323,3 kWh/mês.

8 CONTROLE DE QUALIDADE

O controle de qualidade da indústria deve ocorrer de acordo com a legislação vigente, e também de acordo com a responsabilidade moral da empresa com o consumidor. Para assegurar a qualidade e segurança do produto, o controle de qualidade é realizado por meio de procedimentos operacionais padrão (POP) e procedimentos padrão de higiene operacional (PPHO), organizados em um manual de boas práticas de fabricação (BPF).

As condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação são estabelecidas na Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997, da Anvisa, enquanto a RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002, estabelece tópicos a serem seguidos no manual de boas práticas de fabricação, além de lista de verificação, a qual deverá ser consultada periodicamente pelo colaborador responsável (BRASIL, 1997, 2002).

Todos os procedimentos de limpeza e manutenção devem ser registrados em tabelas afixadas visivelmente, próximo ao local da ação.

Quanto aos parâmetros microbiológicos do produto acabado, a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, estabelece que pães, bolos, bolachas e outros produtos de panificação, estáveis à temperatura ambiente, devem apresentar ausência de *Salmonella* em 5 amostras; para *Bacillus cereus* presuntivo o limite é entre 10^2 e 10^3 UFC em 1 de 5 amostras; para *Escherichia coli*, o limite é entre 10 e

10² em 2 de 5 amostras; e para bolores e leveduras, o limite é entre 5x10² a 10⁴ em 1 amostra de um total de 5 (BRASIL, 2022).

8.1 INSTALAÇÕES

A construção da empresa deve ocorrer de forma a atender todos os requisitos para instalações internas e externas. A planta deve manter separadas e distantes áreas de produção, de armazenamento de matérias-primas e de produto acabado, de áreas de armazenamento de produtos de limpeza e outras substâncias nocivas, além de áreas de descarte de lixo orgânico (BRASIL, 1997).

As áreas externas da indústria devem ser adequadas para o trânsito de carros, caminhões, empilhadeiras, entre outras máquinas necessárias para o funcionamento da indústria, livres de focos de contaminação, acúmulo de lixo e de água. Também devem possuir meios para a limpeza e escoamento de água. A lavagem das áreas externas poderá ser feita com água coletada da chuva (BRASIL, 1997).

A área de produção deve ser construída em prédio separado, para que não haja contato com lavabos, copa e vestiários. As instalações devem ser construídas de forma resistente e sanitária, para que não haja transmissão de substâncias para o alimento. Devem, também, ser limpos de forma fácil e eficiente, e, nas áreas de produção, todas as superfícies, como chão, paredes, teto e janelas, devem ser impermeáveis e de fácil limpeza. Deve haver leve inclinação nos pisos para facilitar o escoamento da água e os rodapés devem possuir ângulo abaulado para evitar o acúmulo de sujeira. Além disso, mecanismos, como ralos com grelhas, proteções na janela e portas com mola aérea e vedação na parte inferior, devem ser instalados para impedir a entrada de vetores e pragas urbanas (BRASIL, 1997).

A iluminação dos ambientes deve ser feita adequadamente, de forma a possibilitar o trabalho dos colaboradores. As luminárias que se encontram na área de produção devem possuir proteções contra quebras e manter a cor natural do ambiente e dos alimentos. As instalações elétricas devem ser embutidas nas paredes, para facilitar o acesso em caso de manutenções, com devida proteção e isolamento, para impedir fios soltos pelas instalações (BRASIL, 1997).

A instalação deve possuir local devido, separado e fechado, para o armazenamento do lixo, até que ele seja coletado (BRASIL, 1997).

8.2 HIGIENIZAÇÃO DAS INSTALAÇÕES, EQUIPAMENTOS, MÓVEIS E UTENSÍLIOS

A higienização das instalações, equipamentos, móveis e utensílios deve ser realizada de acordo com procedimento padrão de higienização operacional (PPHO), elaborados pelo responsável técnico, conforme Apêndice B.

Os utensílios e produtos de limpeza devem ser devidamente identificados de acordo com área de uso, e também sempre armazenados em local próprio.

A higienização dos equipamentos e da área de produção deve ser realizada em todo fim de turno. Para os equipamentos que são desmontados para a lavagem, devem estar disponíveis procedimentos operacionais padrão (POPs) para a consulta pelo colaborador, elaborado pelo responsável técnico, conforme modelo disponível no Apêndice C. Após a lavagem dos equipamentos, deve-se realizar um enxágue cuidadoso, para que se evite resíduos dos produtos de limpeza utilizados (BRASIL, 2002).

8.3 CONTROLE DA POTABILIDADE DA ÁGUA

O controle da potabilidade da água será realizado por meio de análises em laboratório terceirizado. Amostras devem ser coletadas nas áreas de produção, higienização de mãos e de lavagem dos equipamentos. As análises a serem realizadas serão de pH, turbidez, coliformes totais e bactérias mesófilas, de acordo com metodologias apresentadas nos POPs.

A caixa d'água deverá ser limpa a cada seis meses por colaborador responsável, conforme PPHO.

8.4 HIGIENE E SAÚDE DOS MANIPULADORES

Todos os colaboradores devem receber treinamento sobre as boas práticas de fabricação na primeira semana de trabalho, sendo instruídos à prática adequada de higiene dentro da indústria e, principalmente, na área de produção. O sistema de higienização de mãos contará com lava-mãos com acionamento no joelho (FIGURA 15) que devem estar disponíveis em áreas estratégicas, como na entrada e dentro da produção, com sabão e álcool em gel, e toalhas de papel para a secagem das mãos.

FIGURA 15 - LAVA-MÃOS COM ACIONAMENTO NO JOELHO



FONTE: Refrisol (2024).

A higienização das mãos deve seguir o procedimento disponibilizado pela World Health Organization (2009), conforme FIGURA 16, presente no manual de boas práticas de fabricação e em todos os locais de higiene, como os banheiros.

FIGURA 16 - PROCEDIMENTO PARA HIGIENIZAÇÃO DAS MÃOS



FONTE: World Health Organization (2009).

Caso o colaborador em contato com a produção apresente alguma enfermidade ou problema de saúde que possa resultar na contaminação do alimento, este deve ser impedido de entrar em contato com a manipulação de alimentos.

Uniformes serão disponibilizados para os colaboradores, e devem ser mantidos sempre limpos. Os funcionários deverão se vestir no vestiário da empresa e a lavagem dos uniformes será de responsabilidade do colaborador. Todos os visitantes e clientes que adentrarem a indústria devem seguir as mesmas regras de higiene. Para os visitantes devem ser disponibilizados jalecos e toucas descartáveis.

8.5 MANEJO DOS RESÍDUOS

Os resíduos sólidos devem ser manuseados com cuidado, retirados quando necessário e no mínimo uma vez ao dia, e a cada remoção os recipientes devem ser limpos e desinfetados, conforme PPHO. O local de armazenamento de resíduos deve ser fechado, com portas com vedação e janelas com telas para impedir a entrada de pragas e vetores, e deve ser higienizado após a coleta (BRASIL, 1997).

8.6 MANUTENÇÃO PREVENTIVA E CALIBRAÇÃO DE EQUIPAMENTOS

Todos os equipamentos devem possuir POP para a manutenção preventiva e/ou calibração, com a limpeza pós-manutenção também explícita, os quais devem ter cópias próximas aos equipamentos a que pertencem.

8.7 CONTROLE INTEGRADO DE VETORES E PRAGAS URBANAS

O controle integrado de vetores e pragas urbanas será realizado por empresa terceirizada, da qual a ação deve ser relatada e documentada.

Todas as portas da instalação devem ser vedadas, assim como todas as janelas devem possuir telas laváveis para proteção contra a entrada de pragas. Os resíduos sólidos devem ser levados para coleta apenas nos horários corretos, também em locais fechados, sem exposição ao ambiente.

8.8 SELEÇÃO DAS MATÉRIAS-PRIMAS, INGREDIENTES E EMBALAGENS

As matérias-primas e ingredientes devem ser analisados de acordo com POP disponível e ter seus laudos aprovados durante a recepção, de acordo com a natureza de cada um. Caso algum apresente sinais de contaminação, deve ser devolvido ao fornecedor, o qual deve apresentar os possíveis motivos de contaminação, formas de contorná-la e apresentar laudos comprovando a eliminação da contaminação antes de ser permitida a nova compra.

Devido à natureza da maior parte dos ingredientes, estes devem ser mantidos em local fresco, com a umidade controlada. As matérias-primas e ingredientes devem ter suas datas de chegada registradas e devem ser utilizados em ordem de mais antigo ao mais recente, com o almoxarifado organizado para que não haja confusões. O mesmo deve ocorrer no estoque e expedição.

8.9 PROGRAMA DE RECOLHIMENTO DE ALIMENTOS

O manual de boas práticas de fabricação também deve conter POP descrevendo as etapas a serem seguidas no caso de recolhimento de alimentos a partir da identificação da necessidade de tirar um lote de venda. Todos os produtos, no momento da embalagem, devem ser identificados com data e hora de fabricação, e após expedição, todos os lotes devem ser registrados e rastreados, para que o recolhimento seja facilitado.

Além disso, reclamações pontuais via SAC podem ser notificadas aos vendedores para o recolhimento e troca do produto.

9 TRATAMENTO DE RESÍDUOS

De acordo com a norma ABNT NBR 10004 (2004), resíduos sólidos são aqueles que se encontram em estado sólido ou semi-sólido, proveniente do uso doméstico, industrial, hospitalar, comercial, agrícola e de serviços de varrição. Podem ainda ser provenientes do tratamento de efluentes, como lodo ou outros resíduos que não são possíveis de descartar em corpos d'água.

Já para os efluentes líquidos, a norma ABNT NBR 9800 (1987) define como efluentes de processo industrial aquele proveniente da produção, limpeza de

equipamentos e outros processos que geram água poluída devido à produção industrial. Já o efluente líquido industrial engloba tanto o efluente de processo quanto o efluente proveniente da chuva, do esgoto doméstico e de equipamentos indiretos da produção, como da refrigeração.

Neste projeto, os resíduos sólidos gerados são orgânicos e recicláveis. Os resíduos orgânicos provêm da seleção das cascas de maracujá, da copa, dos banheiros e escritórios, além da possibilidade de descarte de lotes impróprios para consumo, e são destinados à coleta às segundas, quartas e sextas-feiras (PREFEITURA DE CIANORTE, 2022).

Já os resíduos recicláveis são as embalagens dos ingredientes, matérias-primas, insumos e descartes do processo de enformagem e embalagem, que são produzidos em plástico ou papel. Este tipo de resíduo é classificado como sólido inerte ou da classe II B (ABNT, 2004), e será destinado à coleta de material reciclável, o qual deve ser levado para coleta às terças-feiras (PREFEITURA DE CIANORTE, 2022).

O efluente líquido deste projeto será a água de lavagem de equipamentos, lavagem das áreas interna e externa, higiene pessoal e atividades fisiológicas (esgoto doméstico). Como o efluente da lavagem de equipamentos e da área interna não têm uma elevada demanda química e bioquímica de oxigênio, poderão ser destinados ao tratamento público de esgoto, assim como o esgoto doméstico.

10 MARKETING E ROTULAGEM

A empresa e o produto serão chamados de Ecobrownie. A tabela de informação nutricional foi realizada baseada no balanço de massa e pode ser vista na FIGURA 17.

FIGURA 17 - TABELA DE INFORMAÇÃO NUTRICIONAL DO BROWNIE VEGANO

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porções por embalagem: Cerca de 4			
Porção: 60 g (1 fatia)			
	100 g	60 g	%VD*
Valor energético (kcal)	225	137	6,8
Carboidratos (g)	31	19	6,3
Açúcares totais (g)	18	11	
Açúcares adicionados (g)	18	11	22
Proteínas (g)	2,3	1,4	2,7
Gorduras totais (g)	10	6,2	9,5
Gorduras saturadas (g)	1,7	1	5
Gorduras trans (g)	0	0	0
Fibras alimentares (g)	4,2	2,5	10
Sódio (mg)	136	82	4,1

*Percentual de valores diários fornecidos por porção.

FONTE: A autora (2024).

Por meio da tabela nutricional, observou-se a necessidade do rótulo frontal devido ao alto teor de açúcar adicionado, o qual, de acordo com Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020, deve ser sinalizado a partir de 15 g por 100 g em produtos sólidos ou semi-sólidos. Além disso, foi possível adicionar à embalagem a alegação nutricional “Fonte de Fibras”, a qual é permitida a partir de teor de fibras de 10% do valor diário (BRASIL, 2020).

A FIGURA 18 exibe a parte frontal da embalagem do Ecobrownie, contendo a rotulagem frontal. O selo de Produto Vegano deverá ser solicitado à Sociedade Vegetariana Brasileira.

FIGURA 18 - EMBALAGEM FRONTAL DO ECOBROWNIE



FONTE: A autora (2024).

Já a FIGURA 19 exibe a parte traseira da embalagem do Ecobrownie, contendo a Informação Nutricional.

FIGURA 19 - EMBALAGEM TRASEIRA DO ECOBROWNIE



FONTE: A autora (2024).

O público-alvo do Ecobrownie é o brasileiro na faixa etária de 17 a 35 anos do estado do Paraná, morador de cidades metropolitanas, com estilo de vida consciente em relação ao meio-ambiente e bem-estar animal, que busca produtos voltados à sustentabilidade com preços acessíveis e competitivos aos produtos convencionais.

A empresa Ecobrownie deve estar presente nas redes sociais, meio no qual o público-alvo é ativo. Além disso, a empresa pode contar com possíveis parcerias com influenciadores não-nichados, que atingem o público geral.

O produto será primeiramente distribuído para os grandes centros e grandes mercados, para que assim atinja um público maior. Inicialmente, podem ser distribuídas caixas custeadas pela empresa para que os mercados testem a venda do produto, além de disponibilizar degustação aos clientes.

11 VIABILIDADE ECONÔMICA

A viabilidade econômica foi realizada de acordo com os custos para construir e montar a empresa (QUADRO 1), manter a produção (QUADRO 2) e pagar o salário e benefícios dos funcionários (QUADRO 3).

Para a construção, o terreno a ser adquirido tem valor de R\$450.000,00 e área de 1050 m². O custo médio da construção civil no estado do Paraná, de acordo com o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), é de R\$1830,16/m² em abril de 2024, e a área total construída é de 402,68 m², totalizando R\$736.972,49 para a construção dos prédios.

Para a montagem, considerou-se os valores de cada equipamento para a produção, e de equipamentos básicos de escritório, como computadores e ar-condicionados. A depreciação de toda a construção e equipamentos é de 10% ao ano.

QUADRO 1 - CUSTOS PARA INVESTIMENTO

	Equipamento	Valor (R\$)
Espaço físico	Terreno	450.000,00
	Construção	736.972,49
Equipamentos	Lava-mãos (2 unidades)	4.113,00
	Tanque de imersão	10.780,00
	Secador rotativo	300.000,00
	Moinho martelo	37.243,00
	Balança	1.790,00
	Misturador planetário	28.500,00
	Dosadora	118.350,00
	Forno Elétrico	9.553,50
	Embaladora	55.000,00
Escritórios	Computador (6 unidades)	7.680,00
	Ar-condicionado (7 unidades)	14.000,00
Total		1.773.981,99
Depreciação (10%)		177.398,19

FONTE: A autora (2024).

Para manter a produção, deve-se considerar os valores de cada matéria-prima e a quantidade mensal utilizada. Além disso, tudo aquilo que é utilizado para a produção também é incluído, como energia, embalagens, materiais de escritório e de análises laboratoriais terceirizadas, definidos como custos variáveis, e internet e telefone, definido como custo fixo. O custo de logística, também variável, considera ocasionais necessidades de contratação de frete, pois o frete dos produtos será, em maior parte, de responsabilidade do cliente (FOB).

A quantidade total de energia utilizada mensalmente engloba o consumo dos equipamentos, calculado na seção 7.4, e o consumo da empresa e funcionários, de aproximadamente 4783,74 kWh/mês, encontrado por meio do simulador de consumo da Enel (2024); portanto, totaliza-se 9106,74 kWh/mês. A tarifa considerada, também encontrada por meio do simulador de consumo, é de R\$0,91/kWh

O consumo mensal de água foi calculado de acordo com simulador de consumo da Sanepar, incluindo na quantidade consumida mensalmente a necessidade na produção do brownie, na limpeza, na higiene, na sanitização e no consumo próprio dos funcionários. O simulador também inclui a tarifa de esgoto.

QUADRO 2 - CUSTOS FIXOS E VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO DE BROWNIES VEGANOS

		Valor unitário	Quantidade necessária por mês	Valor mensal (R\$)
Ingredientes	Água	-*	30 m ³	590,52
	Açúcar demerara	3,81	2554,65 kg	9.733,22
	Farinha de trigo	2,63	2132,42 kg	5.608,26
	Óleo de soja	5,40	1370,13 kg	7.398,71
	Casca de maracujá	0,25	4821,96 kg	1.205,49
	Vinagre	0,99	565,34 kg	559,68
	Cacau em pó	13,90	281,96 kg	3.919,25
	Fermento químico	15,34	187,03 kg	2.869,03
	Bicarbonato de sódio	8,60	31,17 kg	268,08
	Propionato de cálcio	24,69	2,64 kg	65,18
Insumos	Energia	0,91	9106,74 kWh	8.287,13
	Formas	0,79	47432 un	37.471,28
	Embalagem	77,67	300 kg	23.300,00
	Caixas de papelão	2,25	1582 un	3.559,50
	Materiais de escritório	-	-	2.000,00
	Materiais de limpeza	-	-	2.000,00
	Análises laboratoriais			2.000,00
	Logística	-	-	2.000,00
	Internet e telefone	-	-	2.000,00
			Total	114.835,33

FONTE: A autora (2024).

O QUADRO 3 exhibe o salário de cada cargo, o número de funcionários, e o custo total, incluindo FGTS (8% do salário), férias (adicional de 1/3 do salário) e 13º salário (dividido por 12 meses) e seus benefícios, os quais são vale-alimentação (R\$700,00 por funcionário) e plano de saúde (plano empresarial de R\$400,00).

QUADRO 3 - CARGOS E CUSTO DE FUNCIONÁRIOS

Cargo	Número de funcionários	Salário do cargo	Custo total com benefícios
Analista da qualidade	1	3.900,00	5.367,56
Atendente de SAC	1	2.000,00	3.104,44
Atendente de vendas	1	3.000,00	4.295,56
Auxiliar de almoxarifado	1	1.700,00	2.747,11
Auxiliar de estoque	1	1.700,00	2.747,11
Engenheiro de Alimentos	1	12.000,00	15.015,56
Estagiário	2	600,00	2.873,78
Operador de produção	3	2.500,00	11.100,00
Porteiro	1	1.700,00	2.747,11
Recepção	1	1.700,00	2.747,11
Recursos Humanos	1	3.900,00	5.367,56
Zelador	4	1.700,00	10.988,44
Total	18	Total mensal	69.101,34

FONTE: A autora (2024).

Com isso, foi possível conhecer o valor necessário para o investimento, por meio da equação (38), considerando também a necessidade de ter quantia suficiente para produzir por 2 meses.

$$\text{Investimento} = \text{Custo de construção e montagem} + [(\text{Custo de produção} + \text{Funcionários}) \times 2 \text{ meses}] \quad (38)$$

$$\text{Investimento} = \text{R\$}2.141.855,33$$

Portando, o empréstimo feito será de R\$2.200.000,00, pago em 240 parcelas mensais de R\$22.588,49, com 0,91% de juros ao mês.

Em seguida, calculou-se o custo unitário do produto, por meio dos custos de produção e funcionários, conforme equação (39).

$$\text{Custo unitário} = \frac{(\text{Custos de produção} + \text{Funcionários})}{\text{Unidades/mês}} \quad (39)$$

$$\text{Custo unitário} = \text{R\$}3,88$$

Com o custo unitário, pode-se encontrar o preço de venda, do qual tem-se 55% de margem de lucro, por meio da equação (40).

$$\text{Preço de venda} = \text{Custo unitário} \times 0,5 \quad (40)$$

$$\text{Preço de venda} = \text{R\$}6,01$$

Assim, pode-se também calcular o faturamento da empresa ao utilizar o preço de venda e a quantidade produzida anualmente por meio da equação (41).

$$\begin{aligned} \text{Faturamento} &= \text{Preço de venda} \times \frac{\text{Unidades}}{\text{mês}} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{ano}} & (41) \\ \text{Faturamento} &= R\$3.420.795,84/\text{ano} \end{aligned}$$

Ainda foi necessário realizar o cálculo dos custos fixos e variáveis. O primeiro engloba o custo de internet e telefone, funcionários, depreciação de construção e equipamentos, e a parcela anual de empréstimo. O cálculo foi realizado conforme equação (42).

$$\begin{aligned} \text{Custos fixos} &= \text{internet e telefone} + \text{funcionários} + \\ &\text{depreciação de construção e equipamentos} + \text{parcela de empréstimo} & (42) \\ \text{Custos fixos} &= R\$1.278.876,15/\text{ano} \end{aligned}$$

Para os custos variáveis, utiliza-se o total encontrado no QUADRO 2, excluindo o custo de internet e telefone.

$$\text{Custos variáveis} = R\$1.366.023,96/\text{ano}$$

Além disso, pode-se também encontrar o custo variável unitário, com a quantidade produzida anualmente, por meio da equação (43).

$$\begin{aligned} \text{Custo variável unitário} &= \frac{\text{Custos variáveis}}{\text{quantidade produzida no ano}} & (43) \\ \text{Custo variável unitário} &= R\$2,40/\text{un} \end{aligned}$$

Para calcular o lucro anual, os custos fixos e variáveis são subtraídos do faturamento, como na equação (44) a seguir.

$$\begin{aligned} \text{Lucro} &= \text{faturamento} - \text{custos fixos} - \text{custos variáveis} & (44) \\ \text{Lucro} &= R\$775.895,73/\text{ano} \end{aligned}$$

Já para o ponto de equilíbrio, utilizou-se os custos fixos e variáveis, além do preço de venda e do custo variável unitário, conforme equação (45), resultando na quantidade a ser produzida até que a empresa se sustente.

$$\text{Ponto de equilíbrio} = \frac{\text{custos fixos} + \text{custos variáveis}}{\text{preço de venda} - \text{custo variável unitário}} \quad (45)$$

$$\text{Ponto de equilíbrio} = 732660 \text{ unidades}$$

Finalmente, o *payback* foi calculado, por meio da equação (46), para conhecer o tempo necessário para que o empréstimo seja completamente amortizado, levando em conta o lucro anual.

$$\text{Payback} = \frac{\text{investimento}}{\text{lucro anual}} \quad (46)$$

$$\text{Payback} = 2 \text{ anos, } 10 \text{ meses e } 1 \text{ dia}$$

12 LEGISLAÇÃO

O QUADRO 4 apresenta as legislações utilizadas para a montagem deste projeto.

QUADRO 4 - LISTA DE LEGISLAÇÕES UTILIZADAS

MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES	DECRETO Nº 6.871, DE 4 DE JUNHO DE 2009	Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas.
	INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 6, DE 3 DE ABRIL DE 2012	Estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos.
	INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 8, DE 2 DE JUNHO DE 2005	Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da farinha de trigo.
	INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006	Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos óleos vegetais refinados; a amostragem; os procedimentos complementares e o roteiro de classificação de óleos vegetais refinados.
	INSTRUÇÃO NORMATIVA, Nº 47, DE 30 DE AGOSTO DE 2018	Estabelece o Regulamento Técnico do açúcar, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto.
	INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 49, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2006	Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos óleos vegetais refinados; a amostragem; os procedimentos complementares; e o roteiro de classificação de óleos vegetais refinados.
	INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 211, DE 1º DE MARÇO DE 2023	Estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos.
	PORTARIA Nº 795, DE 15 DE DEZEMBRO DE 1993	Aprova as normas de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do óleo de soja bruto, do óleo de soja degomado e do farelo de soja.
	RDC Nº 73, DE 17 DE ABRIL DE 2017	Dispõe sobre o enriquecimento das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico.
	RDC Nº 270, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005	Aprova o Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal.
	RDC Nº 271, DE 22 SETEMBRO DE 2005	Aprova o Regulamento Técnico para açúcares e produtos para adoçar.
	RDC Nº 711, DE 1º DE JULHO DE 2022	Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães.
RDC Nº 723, DE 1º DE JULHO DE 2022	Dispõe sobre os requisitos sanitários do açúcar, açúcar líquido invertido, açúcar de confeitaria, adoçante de mesa, bala, bombom, cacau em pó, cacau solúvel, chocolate, chocolate branco, goma de mascar, manteiga de cacau, massa de cacau, melaço, melado e rapadura.	
CONTROLE DE QUALIDADE	INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 281, DE 22 DE FEVEREIRO DE 2024	Estabelece a forma de regularização das diferentes categorias de alimentos e embalagens, e a respectiva documentação que deve ser apresentada.
	INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 161, DE 1º DE JULHO DE 2022	Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos.
	PORTARIA Nº 326, DE 30 DE JULHO DE 1997	Aprova o Regulamento Técnico: Condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos.

QUADRO 4 – LISTA DE LEGISLAÇÕES UTILIZADAS (conclusão)

CONTROLE DE QUALIDADE	PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011	Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
	RDC Nº 275, DE 21 DE OUTUBRO DE 2002	Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a Lista de Verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos.
EMBALAGENS	INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 75, DE 8 OUTUBRO DE 2020	Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados.
	RESOLUÇÃO Nº 105, DE 19 DE MAIO DE 1999	Aprova o Regulamento Técnico: Disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos.
	RDC Nº 56, DE 16 DE NOVEMBRO DE 2012	Dispõe sobre a lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados para a elaboração de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos.
	RDC Nº 326, DE 3 DE DEZEMBRO DE 2019	Estabelece a lista positiva de aditivos destinados à elaboração de materiais plásticos e revestimentos poliméricos em contato com alimentos e dá outras providências.
	RDC Nº 589, DE 20 DE DEZEMBRO DE 2021	Altera a Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999, que aprova as disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos, a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 56, de 16 de novembro de 2012, que dispõe sobre a lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados para a elaboração de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos, e a Resolução - RDC nº 88, de 29 de junho de 2016, que dispõe sobre materiais, embalagens e equipamentos celulósicos destinados a entrar em contato com alimentos

FONTE: A autora (2024).

13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com lucro anual de R\$775.895,72, o ponto de equilíbrio será atingido com a produção de 732660 unidades e o *payback* ocorrerá em aproximadamente 3 anos. Do ponto de vista ambiental, o projeto evita o descarte e desperdício de 58 toneladas de casca de maracujá por ano, o qual, como visto, é um coproduto versátil. A produção de brownies veganos com substituição parcial de farinha de casca de maracujá é viável, com uma boa margem de lucro e bom valor para venda, já que a utilização do coproduto ajuda a tornar o valor do produto mais acessível.

REFERÊNCIAS

ABADIAS, I. M.; FONSECA, P. R. B.; BARBOSA, C. H. Manejo da pecuária: uma análise sobre impactos ambientais. **Rev. Educamazônia**, n. 1, v. 25, p. 113-125, jan./jun. 2020.

AGMAC. **Tanque de imersão – TBL 200**. Disponível em: <https://www.agmac.com.br/produtos/maquinas-para-alho/tanque-de-imersao-tbl-200-228>. Acesso em: 17 maio 2024.

ÁGUAS originadas na Amazônia são fonte de chuva para todo o Brasil. **Ambiente é o Meio**. São Paulo: Rádio USP 93,7 MHz, 27 mar. 2019. Programa de rádio. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/aguas-originadas-na-amazonia-sao-fonte-de-chuva-para-todo-o-brasil/>. Acesso em: 16 mar. 2024.

AGUIAR, J. L. P.; SPERRY, S.; JUNQUEIRA, N. T. V. A produção de maracujá na região do Cerrado: caracterização socioeconômica. Brasília: **Circular Técnica**, n. 19, nov. 2001.

ALVES, C. V.; LIMA, G. S.; DORVIL, W.; SANTOS, V. M.; LIMA, I. B.; XAVIER-JÚNIOR, F. H.; SAMFORD, T. C. M. Sustentabilidade da produção de alimentos através da valorização do potencial de resíduos vegetais – uma revisão. In: VERRUCK, S. (org.). **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Editora Científica, 2021. v. 4, cap. 39, p. 591-604.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS. **Estatísticas de mercado**. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/estatisticas-mercado/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES & BOLOS INDUSTRIALIZADOS. **Bolos industrializados: socialização, prazer e nutrição**. São Paulo: ITAL, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9800**: critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.abrema.org.br/panorama/>. Acesso em: 17 maio 2024.

ALMEIDA, G. L. **Caracterização mecânica, de condutividade térmica e dos custos dos vidros temperados comercializados na cidade de Alegrete/RS**. 2022. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete. 2022.

ALMEIDA, I. L. G. T.; FEIJÓ, M. B. S.; MARCELLINI, P. S. Desenvolvimento, caracterização e aceitação de brownie de biomassa de fruta-pão verde. **J. Health Sci.**, v. 18, n. 2, p. 144-149, 2016.

ALVES, P. L. S.; BERRIOS, J. D. J.; PAN, J. ASCHERI, J. L. R. Passion fruit shell flour and rice blends processed into fiber-rich expanded extrudates. **CYTA**, v. 16, n. 1, p. 901-908, 2018.

AZEVEDO, O. O. C.; LIMA, D. V.; SILVA, N. S.; SILVA, G. S.; PONTES, E. D. S.; ARAÚJO, M. G. G.; PEREIRA, D. E.; MARTINS, A. C. S.; SOARES, J. K. B.; OLIVEIRA, M. E. G.; VIERA, V. B. Integral utilization of mango pulp residue in the preparation and sensory evaluation of fermented milk. **Res. Soc. Dev.**, v. 9, n.6, 2020.

BAILEY, L. H. **Development and use of baking poder and baking chemicals**. Washington: USDA, 1940. E-book.

BALANÇAS NET. **Balança eletrônica 50 kg x 10 g – Plataforma inox 40 x 40 cm – Marte**. Disponível em: <https://www.balancasnet.com.br/1-balanca-industrial/eletronica-inox-com-coluna/balanca-eletronica-50kg-x-10g-plataforma-inox-40x40cm-marte>. Acesso em: 17 maio 2024.

BALTHAR, R. O.; MACIEL, A. P. O. A.; FERREIRA, C. C. D. Benefícios da farinha do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* F. *Flavicarpa* Deg.) no tratamento do diabetes mellitus tipo 2: uma revisão narrativa. **Res. Soc. Dev.**, v. 10, n. 9, 2021.

BARROS, L. S.; RIBEIRO, N. L. A.; FERREIRA, W. C. O.; NOBRE, M. L. M.; ALVES, T. L.; LIMA, A. N. S.; FIGUEIREDO, R. W.; PINHO, L. X. Utilização de farinha de resíduo de abacaxi aromatizada na produção de cookies. **BJD**, v. 5, n. 10, p. 21926-21937, 2019.

BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. **Incropera: fundamentos de calor e massa**. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Instrução Normativa – IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 195, 9 out. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Instrução Normativa – IN nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os parâmetros microbiológicos dos alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 126, 6 jul. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Instrução Normativa – IN nº 211, de 1º de março de 2023. Estabelece as funções tecnológicas, os limites máximos e as condições de uso para os aditivos alimentares e os coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 46, 8 mar. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Instrução Normativa – IN nº 281, de 22 de fevereiro de 2024. Estabelece a forma de regularização das diferentes categorias de alimentos e embalagens, e a respectiva documentação que deve ser apresentada. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 40, 28 fev. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Condições Higiênic-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999. Aprova o Regulamento Técnico: Disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 95-E, 20 maio 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 56, de 16 de novembro de 2012. Dispõe sobre a lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados para a elaboração de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 224, 21 nov. 2012, p. 66, Seção 1.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 150, de 13 de abril de 2017. Dispõe sobre o enriquecimento das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 73, 17 abr. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 271, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para açúcares e produtos para adoçar. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a Lista de Verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 206, 23 out. 2002, p. 126, Seção 1.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 326, de 3 de dezembro de 2019. Estabelece a lista positiva de aditivos destinados à elaboração de materiais plásticos e revestimentos

poliméricos em contato com alimentos e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 234, 04 dez. 2019, p. 95, Seção 1.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 589, de 20 de dezembro de 2021. Altera a Resolução nº 105, de 19 de maio de 1999, que aprova as disposições gerais para embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos, a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 56, de 16 de novembro de 2012, que dispõe sobre a lista positiva de monômeros, outras substâncias iniciadoras e polímeros autorizados para a elaboração de embalagens e equipamentos plásticos em contato com alimentos, e a Resolução - RDC nº 88, de 29 de junho de 2016, que dispõe sobre materiais, embalagens e equipamentos celulósicos destinados a entrar em contato com alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 240, 22 dez. 2021, p. 298-300, Seção 1.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 711, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 126, 6 jul. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 723, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários do açúcar, açúcar líquido invertido, açúcar de confeitaria, adoçante de mesa, bala, bombom, cacau em pó, cacau solúvel, chocolate, chocolate branco, goma de mascar, manteiga de cacau, massa de cacau, melaço, melado e rapadura. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 126, 6 jul. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 3 jun. 2005, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 6, de 3 de abril de 2012. Estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, n. 126, p. 16-17, 4 abr. 2012, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 22 de dezembro de 2006. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos óleos vegetais refinados; a amostragem; os procedimentos complementares e o roteiro de classificação de óleos vegetais refinados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 6 set. 2018, p. 12, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 47, de 30 de agosto de 2018. Estabelece o Regulamento Técnico do açúcar, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 6 set. 2018, p. 12, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 49, de 22 de dezembro de 2006. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos óleos vegetais refinados; a amostragem; os procedimentos complementares; e o roteiro de classificação de óleos vegetais refinados. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 26 dez. 2006, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 795, de 15 de dezembro de 1993. Aprova as normas de identidade, qualidade, embalagem, marcação e apresentação do óleo de soja bruto, do óleo de soja degomado e do farelo de soja. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 29 dez. 1993, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2009.

CARLOS, S. A. V.; AMARAL, L. A.; SANTOS, M. M. R.; SANTEE, C. M.; ZAMPIERI, D. F. Elaboração de sorvete de cupuaçu utilizando fibra de casca de maracujá como substituto de gordura. **Evidência**, v. 19, n. 1, p. 23-24, jan./jun. 2019.

CASTRO, M. H. M. M. S.; MARCELINO, M. S. Fermentos químicos, biológicos e naturais. **SBRT**, dez. 2012.

CATARINO, R. P. F. **Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos**. 2016. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina. 2016.

CAZARIN, C. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C.; ZOLLNER, R. L.; MARÓSTICA JÚNIOR, M. R. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, 1699-1704, set. 2014.

CELESTINO, S. M. C.; GASTAL, M. L. **Processamento de Frutas e Hortaliças em Agroindústria da Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa, 2021.

CHIODELLI, D.; FOLADOR, D.; BOIAGO, M. M.; CARVALHO, P. L. O.; PAIANO, D. Marteletos desgastados afetam negativamente as características operacionais da moagem e físicas do milho processado em moinho do tipo martelo. **Bol. Ind. Anim.**, Nova Odessa, v. 75, p. 1-9, 2018.

ÇENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. **Termodinâmica**. Porto Alegre: AMGH, 2013.

COSMOQUÍMICA. **Propionato de Cálcio**. 2013. Disponível em: <http://cosmoquimica2.tempsite.ws/waUpload/em51500212112018152050.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2024.

CUNHA, K. M.; CATTELAN, M. G. Desenvolvimento de produto alimentício com substituição parcial da farinha de trigo por farinha da casca de maracujá. **Revista Científica**, v. 1, n.1, p. 1-8, 2019.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2019.

EMBRAPA. **Maracujá**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura/cultivos/maracuja>. Acesso em: 28 mar. 2024.

ENEL. **Simulador de consumo**. Disponível em: <https://enel-rj.simuladordeconsumo.com.br/ambiente/escritorio>. Acesso em: 16 maio 2024.

FALEIRO, F. G. Maracujá: fruta nativa do Brasil para o mundo. **Anuário Campo & Negócios Hortifruti**, v. 11, p. 79-81, 2022.

FIGUEIREDO, L. A. R. **Estudo térmico do material polimérico no revestimento de embalagem para o transporte de material biológico categoria B – UN3373**. 2019. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Materiais) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2019.

GOMEZ, R. S.; PORTO, T. R. N.; MAGALHÃES, H. L. F.; LIMA, A. G. B. Análise térmica de dutos de condução de ar: o efeito da espessura do isolamento térmico na condensação de água. In: Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande, 3., 2019, Campina Grande. **Artigos...** Campina Grande: Poisson, 2019. p. 96-102.

IBGE. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html>. Acesso em: 16 maio 2024.

IBOPE. Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo. **IBOPE Inteligência**, abr. 2018. Disponível em: https://old.svb.org.br/images/Documentos/JOB_0416_VEGETARIANISMO.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

JANDORNO, F. R. S.; SILVA, A. C. R.; RAICES, R. S. L.; NOGUEIRA, L. C. Análise de compostos voláteis e análise sensorial de brownie “low carb” enriquecido com *Curcuma longa* e *Capsicum baccatum*. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 61-82, 2020.

JORGE, N. **Embalagens para Alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

LACERDA, V. Brasil registrou média de 19,7 mil casos de dengue por dia entre 1º de janeiro e 8 de março. **R7**, Brasília, 09 mar. 2024. Disponível em: <https://noticias.r7.com/saude/brasil-registrou-media-de-197-mil-casos-de-dengue-por-dia-entre-1-de-janeiro-e-8-de-marco-09032024>. Acesso em: 11 mar. 2024.

LANDIM, A. P. M. et al. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, n. 26, p. 82-92, 2016.

LUKWESA, D.; TESSEMA, K. D. **Protein fortification of brownie mix with mealworm larvae (*Tenebrio molitor* Linnaeus) poder and Stevia (*Stevia rebaudiana* (Bertoni)) poder as a natural sweetener**. Universidad Earth, 2021.

LYRA, A. O.; SIQUEIRA, L. P.; LIMA, L. L. A.; COSTA, A. C. S.; SIQUEIRA, A. M. O. Aplicação de diferentes métodos e uso de agentes de crescimento sobre a estrutura de brownies. In: VIERA, V. B.; PIOVESAN, N. (Org.) **Inovação em ciência e tecnologia de alimentos**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. E-book.

MACHADO, S. S. **Tecnologia da Fabricação do Açúcar**. Inhumas: IFG, 2012.

MARTIN, C. Brownies: the history of a classic american dessert. **U.S. History Scene**, 2012. Disponível em: <https://ushistoryscene.com/article/brownies/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

MARTIN, J. G. P.; MATTA JÚNIOR, M. D.; ALMEIDA, M. A.; SANTOS, T.; SPOTO, M. H. F. Avaliação sensorial de bolo com resíduo de casca de abacaxi para suplementação do teor de fibras. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.3, p.281-287, 2012.

MARTINS, F. P.; BOSCH NETO, J. C.; SILVA, A. J. O.; SIQUEIRA, A. M. O. Secagem: uma revisão. **JCEC**, v. 6, n. 4, 2020.

MARTINS, T. Mercado de confeitaria: tendências e dicas de atuação neste ano de 2023. **Rede Food Service**, 23 jan. 2023. Disponível em: <https://redefoodservice.com.br/2023/01/mercado-de-confeitaria-tendencias-e-dicas-de-atuacao-neste-ano-de-2023/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

MCI. **Dosadora M2 Júnior**. Disponível em: <https://www.mci.com.br/pt-br/nossas-maquinas/confeitaria-e-biscoitos/pingadeiras-dosadoras/dosadora-m2-jr-49022-100332>. Acesso em: 08 mar. 2024.

MEURSING, E. H. Cocoa mass, cocoa butter, cocoa poder. In: BECKETT, S. T. (Ed.) **Industrial Chocolate Manufacture and Use**. Boston: Springer, 1994.

MIQUEL, M. P.; PALOMARES, C. SEGOVIA, I. F.; BARAT, J. M.; ESTEVE, E. P. Effect of the type and degree of alkalization of cocoa poder on the physico-chemical and sensory properties of sponge cakes. **LWT**, v. 152, dez. 2021.

MORASSI, L. L. P. **Fungos em bolos industrializados**: incidência, quantificação e aplicação de modelos preditivos cresce/não cresce para melhoria de formulações visando o controle da deterioração e aumento da vida útil. 165 f. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2016.

MOURA, J. C. C. **Desenvolvimento e avaliação sensorial de brownie com uso de resíduo da fabricação de cerveja**. 2023. Relatório (Estágio Obrigatório) – Curso de Bacharelado em Gastronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2023.

NASCIMENTO, D. S.; OLIVEIRA, S. D.; OLIVEIRA, M. E. G. Caracterização físico-química e avaliação sensorial de brownies potencialmente funcionais elaborados com farinha de linhaça marrom (*Linum usitatissimum*) e farinha de chia (*Salvia hispanica* L.). **Res., Soc. Dev.**, v. 9, n. 9, 2020.

National Center for Biotechnology Information. **Sodium Bicarbonate**. PubChem, 2024. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Sodium-Bicarbonate>. Acesso em: 01 abr. 2024.

OLIVEIRA, A. S.; MALTA, H. L. Caracterização da casca de maracujá e seu uso tecnológico: uma revisão. In: Seminário de Iniciação Científica da UEFS, 25., Feira de Santana. **Artigos...** Feira de Santana, 2021.

OLIVEIRA, V. C.; MENDES, F. Q. Formulação de novos produtos a partir do aproveitamento de resíduos agroindustriais: uma revisão narrativa. In: MELO, J. O. F. (Org.) **Ciências Agrárias: O Avanço da Ciência no Brasil**. Editora Científica, 2021, v. 2, cap. 7, p. 98-115.

PARANÁ. Decreto 10.068, de 6 de fevereiro de 2014. Estabelece critérios, prazos e procedimentos para adequação ambiental das Usinas de Beneficiamento de cana-de-açúcar para produção de etanol, açúcar e energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado**, n. 9.141, 6 fev. 2014.

PAZ, M. E. A.; NASCIMENTO, M. E. N.; MENDES, J. B. G.; CARNEIRO, L. T.; RODRIGUES, B. O.; SÁ, D. M. A. T.; SILVA, P. S.; BALBINO, V. N.; GOMES, F. A. C.; FARIAS, M. D. P. Propriedades nutricionais e funcionais do cacau (*Theobroma cacao*) e seus benefícios para saúde: uma breve revisão. In: CORDEIRO, C. A. M.; BARREDO, B. S. E. (Org.) **Ciência e Tecnologia de Alimentos: o avanço da ciência no Brasil**. Guarujá: Científica Digital, 2022. v. 2.

POORE, J.; NEMECEK, T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. **Science**, n. 360, p. 987-992, jun. 2018.

PREFEITURA DE CIANORTE. **Coleta de lixo**. 2022. Disponível em: <https://cianooooorte.my.canva.site/coleta-de-lixo#page-0>. Acesso em: 18 maio 2024.

RAMOS, B. P.; MENEZES, G. O.; BOINA, R. F.; PAIANO, M. S. Casca de maracujá como adsorvente de íons metálicos em efluente de galvanoplastia. **Braz. J. of Develop.**, v. 5, n. 6, p. 6076-6091, jun. 2019.

RAMOS, R. V. R.; OLIVEIRA, R. M.; TEIXEIRA, N. S.; SOUZA, M. M. V.; MANHÃES, L. R. T.; LIMA, E. C. S. Sustentabilidade: utilização de vegetais na forma integral ou de partes alimentícias não convencionais para elaboração de farinhas. **Demetra**, v. 15, jul. 2020.

REIS, J. C. D. **Medidas do coeficiente de transferência de calor em fornos combinados**. 2012. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Engenharia Mauá, Centro Universitário, Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul. 2012.

REFRISOL. **Forno Turbo 10 Esteiras Elétrico FTE 10 Epóxi Trifásico 220v Gastromaq**. Disponível em: <https://www.refrisol.com.br/produto/forno-turbo-10-esteiras-eletrico-fte-10-epoxi-trifasico-220v-gastromaq/683951>. Acesso em 08 mar. 2024.

RODRIGUES, L. M. **Secadores Rotatórios**. 2019. 54 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2019.

RONQUIM, C. C. **Queimada na colheita da cana-de-açúcar**: impactos ambientais, sociais e econômicos. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

RUETSCHKE, P. **The Progressive Animal Feed Production and its Fundamental 1** – Grinding / Sieving in the Feed Milling Industry. *Advances in Feed Technology* No. 1, Verlag Moritz Schäfer. 1989.

SANEPAR. **Simulador de tarifas**. Disponível em: <https://site.sanepar.com.br/informacoes/simulador-de-tarifas>. Acesso em: 17 maio 2024.

SANTOS, G. F. **Brownies de açaí e castanha sem glúten, sem leite e com redução lipídica**: perfil sensorial e estudo de consumidores. 2019. 118 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição, Área de Consumo e Qualidade de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2019.

SANTOS, J. R. **Casca de maracujá como matéria-prima para biorrefinarias**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente) – Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2023.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 11.241, de 19 de setembro de 2002. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar e dá providências correlatas. **Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo**, São Paulo, 19 set. 2002.

SEXTON, A. E.; GARNETT, T.; LORIMER, J. Vegan food geographies and the rise of Big Veganism. **Prog. Hum. Geog.**, v. 46, n. 2, p. 605-628, abr. 2022.

SILVA, F. P.; NASCIMENTO, B. C. M.; SILVA, D. P. S.; DIONÍZIO, T. P. Polipropileno verde a partir do glicerol: estudo de mercado e instalação de uma planta no Brasil. **Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, v. 11, p. 95-106, 2019.

SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA. **Vegetarianismo**: qual a diferença entre veganismo e vegetarianismo. Disponível em: <https://svb.org.br/vegetarianismo-e-veganismo/o-que-e/>. Acesso em: 28 mar. 2024.

SOUZA, M. F.; ROSELINO, M. N. Desenvolvimento, caracterização e aceitação de brownie de cacau potencialmente funcional. **RASBRAN**, ano 10, n. 2, p. 48-51, jul./dez. 2019.

SOUZA, S. L. T. **Desenvolvimento e aceitabilidade de brownie low carb**. 2021. 57 f. Relatório (Estágio Obrigatório) – Curso de Bacharelado em Gastronomia, Universidade Federal Rural em Pernambuco, Recife, 2021.

SUMARTINI, S.; HARAHAHAP, K. S.; MUJIYANTI, A. Brownies from mangrove fruit flour: the use of variation of flours as an alternative to high food nutrition. **IFNP**, v. 17, n. 1, p. 16-22, 2020.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. **Composição de alimentos (em medidas caseiras) personalizadas**. Disponível em: https://tbca.net.br/base-dados/composicao_alimentos_calculaveis.php. Acesso em: 17 maio 2024.

TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. A.; PESSOA FILHO, P. A. **Operações Unitárias na Indústria de Alimentos**. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 1. E-book.

TADINI, C. C.; TELIS, V. R. N.; MEIRELLES, A. J. A.; PESSOA FILHO, P. A. **Operações Unitárias na Indústria de Alimentos**. Rio de Janeiro: LTC, 2016. v. 2. E-book.

TECNOLOGIA DA ÁGUA. **Bicarbonato de sódio (NaHCO₃)**. Disponível em: <https://www.tecagua.eco.br/produto/bicarbonato-de-sodio/>. Acesso em: 08 mar. 2024.

TIRELLO, A. V.; BASTOS, L. P. H.; NASCIMENTO, K. O. Desenvolvimento de brownie funcional sem glúten a partir de blend de farinha de arroz negro com arroz integral: percepção sensorial dos acadêmicos do curso de nutrição. **Revista Interfaces**, v. 12, n. 1, p. 3436-3444, 2024.

VIEIRA, C. F. S.; MARTINS, G. A. S.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S.; REGES, I. S. Utilização de farinha de casca de maracujá amarelo em bolo. **Encicl. Biosf.**, Goiânia, v. 6, n. 11, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Manual de Referência Técnica para a Higiene das Mãos**. Geneva: WHO Press, 2009.

ZARDO, F. P. **Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. 2010. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Campus Bento Gonçalves, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010.

ZERAIL, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G.; YARIWAKE, J. H. Maracujá: um alimento funcional?. **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 20, n. 3, p. 459-471, jun./jul. 2010.

APÊNDICE A – MEMORIAL DE CÁLCULOS

Para o dimensionamento do projeto industrial, os cálculos de balanço de massa e de energia estão detalhados a seguir:

Balanço de massa global

Para o balanço na etapa de secagem, tem-se:

$$\begin{aligned}
 S_e - S_p &= S_s & (3) \\
 S_e - (S_e \times 0,85) &= S_s \\
 S_e - (S_e \times 0,85) &= 5,48 \frac{kg}{h} \\
 S_e &= 36,53 \frac{kg}{h}
 \end{aligned}$$

Para o balanço na etapa de moagem, tem-se:

$$\begin{aligned}
 G_e - G_p &= G_s & (4) \\
 G_e - (G_e \times 0,02) &= G_s \\
 G_e - (G_e \times 0,02) &= 5,37 \frac{kg}{h} \\
 G_e &= 5,48 \frac{kg}{h}
 \end{aligned}$$

Para o balanço na etapa de mistura, tem-se:

$$\begin{aligned}
 M_e - M_p &= M_s & (5) \\
 M_e - (M_e \times 0,0209) &= M_s \\
 M_e - (M_e \times 0,0209) &= 105,10 \frac{kg}{h} \\
 M_e &= 107,34 \frac{kg}{h}
 \end{aligned}$$

Para o balanço na etapa de dosagem, tem-se:

$$\begin{aligned}
 D_e - D_p &= D_s & (6) \\
 D_e - (D_e \times 0,0134) &= D_s \\
 D_e - (D_e \times 0,0134) &= 103,69 \frac{kg}{h} \\
 D_e &= 105,10 \frac{kg}{h}
 \end{aligned}$$

Para o balanço na etapa de fornecimento, tem-se:

$$\begin{aligned}
 F_e - F_p &= F_s & (7) \\
 F_e - (F_e \times 0,1320) &= F_s \\
 F_e - (F_e \times 0,1320) &= 90 \frac{kg}{h} \\
 F_e &= 103,69 \frac{kg}{h}
 \end{aligned}$$

Por fim, para o balanço na etapa de embalagem, tem-se:

$$\begin{aligned}
 E_e - E_p &= E_s & (8) \\
 E_e - (E_e \times 0,0019) &= E_s \\
 90 \frac{kg}{h} - \left(90 \frac{kg}{h} \times 0,0019 \right) &= E_s \\
 E_s &= 89,83 \frac{kg}{h} \\
 E_s = 89,83 \frac{kg}{h} &= 539 \frac{kg}{dia} = 2156 \frac{unidades}{dia} = 47432 \frac{unidades}{mês}
 \end{aligned}$$

Para conhecer a quantidade de ácido acético para a reação com bicarbonato de sódio, faz-se a relação a seguir:

$$\begin{aligned}
 \frac{84,01 \frac{kg \text{ de } NaHCO_3}{kmol}}{0,24 \frac{kg \text{ } NaHCO_3}{h}} &= \frac{60,05 \frac{kg \text{ de } CH_3COOH}{kmol}}{x} \\
 x &= 0,17 \frac{kg \text{ de } CH_3COOH}{h}
 \end{aligned}$$

Para conhecer a quantidade de água gerada na reação entre bicarbonato de sódio e ácido acético, faz-se a seguinte relação:

$$\frac{84,01 \frac{\text{kg de NaHCO}_3}{\text{kmol}}}{0,24 \frac{\text{kg NaHCO}_3}{\text{h}}} = \frac{18,02 \frac{\text{kg de H}_2\text{O}}{\text{kmol}}}{x}$$

$$x = 0,05 \frac{\text{kg de H}_2\text{O}}{\text{h}}$$

O fermento químico é composto por aproximadamente 30% de bicarbonato de sódio, portanto a quantidade de NaHCO₃ presente da corrente de 0,71 kg/h é de 0,43 kg/h, e é possível fazer a seguinte relação:

$$\frac{2 \times 84,01 \frac{\text{kg de NaHCO}_3}{\text{kmol}}}{0,43 \frac{\text{kg de NaHCO}_3}{\text{h}}} = \frac{18,02 \frac{\text{kg de H}_2\text{O}}{\text{kmol}}}{x}$$

$$x = 0,05 \frac{\text{kg de H}_2\text{O}}{\text{h}}$$

Balanço de massa por componente:

Para o balanço de umidade, tem-se:

$$A \times y_A + A\check{C} \times y_{A\check{C}} + FT \times y_{FT} + O \times y_O + FC \times y_{FC} + V \times y_V + C \times y_C + FQ \times y_{FQ} +$$

$$B \times y_B + P \times y_P + \dot{m}_{a,g} = M_e \times y_M \quad (9)$$

$$47,99 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 1 + 19,35 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,0005 + 16,15 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,1180 + 10,38 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0 + 5,37 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times$$

$$0,10 + 4,28 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,9381 + 2,14 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,0300 + 1,42 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,0710 + 0,24 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times$$

$$0,0020 + 0,02 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,0500 + 0,10 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 107,34 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times y_M$$

$$y_M = 0,5098$$

Para o balanço de carboidratos, tem-se:

$$A \times c_A + A\check{C} \times c_{A\check{C}} + FT \times c_{FT} + O \times c_O + FC \times c_{FC} + V \times c_V + C \times c_C + FQ \times c_{FQ} +$$

$$B \times c_B + P \times c_P = M \times c_M \quad (10)$$

$$\begin{aligned} & 47,99 \frac{kg}{h} \times 0 + 19,35 \frac{kg}{h} \times 0,9960 + 16,15 \frac{kg}{h} \times 0,7292 + 10,38 \frac{kg}{h} \times 0 + 5,37 \frac{kg}{h} \times \\ & 0,1936 + 4,28 \frac{kg}{h} \times 0,0602 + 2,14 \frac{kg}{h} \times 0,2090 + 1,42 \frac{kg}{h} \times 0,4390 + 0,24 \frac{kg}{h} \times \\ & 0 + 0,02 \frac{kg}{h} \times 0 = 107,34 \frac{kg}{h} \times c_M \\ & c_M = 0,3102 \end{aligned}$$

Para o balanço de proteínas, tem-se:

$$\begin{aligned} & A \times p_A + A\check{C} \times p_{AC} + FT \times p_{FT} + O \times p_O + FC \times p_{FC} + V \times p_V + C \times p_C + FQ \times p_{FQ} + \\ & B \times p_B + P \times p_P = M \times p_M \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} & 47,99 \frac{kg}{h} \times 0 + 19,35 \frac{kg}{h} \times 0,0032 + 16,15 \frac{kg}{h} \times 0,1070 + 10,38 \frac{kg}{h} \times 0 + 5,37 \frac{kg}{h} \times \\ & 0,0401 + 4,28 \frac{kg}{h} \times 0 + 2,14 \frac{kg}{h} \times 0,1960 + 1,42 \frac{kg}{h} \times 0,0040 + 0,24 \frac{kg}{h} \times 0 + \\ & 0,02 \frac{kg}{h} \times 0 = 107,34 \frac{kg}{h} \times p_M \\ & p_M = 0,0226 \end{aligned}$$

Para o balanço de lipídeos, tem-se:

$$\begin{aligned} & A \times l_A + A\check{C} \times l_{AC} + FT \times l_{FT} + O \times l_O + FC \times l_{FC} + V \times l_V + C \times l_C + FQ \times l_{FQ} + \\ & B \times l_B + P \times l_P = M \times l_M \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} & 47,99 \frac{kg}{h} \times 0 + 19,35 \frac{kg}{h} \times 0 + 16,15 \frac{kg}{h} \times 0,0136 + 10,38 \frac{kg}{h} \times 1 + 5,37 \frac{kg}{h} \times \\ & 0,0133 + 4,28 \frac{kg}{h} \times 0 + 2,14 \frac{kg}{h} \times 0,1370 + 1,42 \frac{kg}{h} \times 0,0010 + 0,24 \frac{kg}{h} \times 0 + \\ & 0,02 \frac{kg}{h} \times 0 = 107,34 \frac{kg}{h} \times l_M \\ & l_M = 0,1021 \end{aligned}$$

Para o balanço de fibra alimentar, tem-se:

$$A \times f_A + AC \times f_{AC} + FT \times f_{FT} + O \times f_O + FC \times f_{FC} + V \times f_V + C \times f_C + FQ \times f_{FQ} + B \times f_B + P \times f_P = M \times f_M \quad (13)$$

$$47,99 \frac{kg}{h} \times 0 + 19,35 \frac{kg}{h} \times 0 + 16,15 \frac{kg}{h} \times 0,0258 + 10,38 \frac{kg}{h} \times 0 + 5,37 \frac{kg}{h} \times 0,6015 + 4,28 \frac{kg}{h} \times 0 + 2,14 \frac{kg}{h} \times 0,3700 + 1,42 \frac{kg}{h} \times 0 + 0,24 \frac{kg}{h} \times 0 + 0,02 \frac{kg}{h} \times 0 = 107,34 \frac{kg}{h} \times f_M$$

$$f_M = 0,0413$$

Para o balanço de cinzas, tem-se:

$$A \times a_A + AC \times a_{AC} + FT \times a_{FT} + O \times a_O + FC \times a_{FC} + V \times a_V + C \times a_C + FQ \times a_{FQ} + B \times a_B + P \times a_P = M \times a_M \quad (14)$$

$$47,99 \frac{kg}{h} \times 0 + 19,35 \frac{kg}{h} \times 0,0003 + 16,15 \frac{kg}{h} \times 0,0064 + 10,38 \frac{kg}{h} \times 0 + 5,37 \frac{kg}{h} \times 0,0524 + 4,28 \frac{kg}{h} \times 0,0017 + 2,14 \frac{kg}{h} \times 0,0580 + 1,42 \frac{kg}{h} \times 0,4850 + 0,24 \frac{kg}{h} \times 0,9980 + 0,02 \frac{kg}{h} \times 0,9500 = 107,34 \frac{kg}{h} \times a_M$$

$$a_M = 0,0135$$

Balanço de energia:

Para conhecer os parâmetros de secagem, faz-se os cálculos a seguir:

Conversão de base úmida para base seca:

$$\bar{X} = \frac{x}{(1-x)} \quad (15)$$

$$\bar{X}_{w,0} = \frac{0,9012}{1 - 0,9012}$$

$$\bar{X}_{w,0} = 9,12 \frac{kg \text{ água}}{kg \text{ sólido seco}}$$

$$\bar{X}_{w,f} = \frac{0,10}{1 - 0,10}$$

$$\bar{X}_{w,f} = 0,11 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg \text{ s\u00f3lido seco}}$$

C\u00e1lculo de NUT para encontrar a temperatura final do ar:

$$NTU = \ln \left(\frac{T_{ar,0} - T_{bu}}{T_{ar,f} - T_{bu}} \right) \quad (16)$$

$$1,5 = \ln \left(\frac{120 \text{ }^\circ\text{C} - 38,50 \text{ }^\circ\text{C}}{T_{ar,f} - 38,50 \text{ }^\circ\text{C}} \right)$$

$$T_{ar,f} = 56,68 \text{ }^\circ\text{C}$$

C\u00e1lculo para encontrar a vaz\u00e3o m\u00e1ssica de m\u00e1teria seca:

$$\dot{m}_{MS} = S_e \times (1 - X_{w,0}) \quad (18)$$

$$\dot{m}_{MS} = \frac{36,53 \frac{kg}{h} \times 1 h}{3600 s} \times (1 - 0,9012)$$

$$\dot{m}_{MS} = 1,00 \cdot 10^{-3} \frac{kg MS}{s}$$

C\u00e1lculo para encontrar a energia necess\u00e1ria para a secagem:

$$\dot{q} = \dot{m}_{MS} [(c_{p,CM} + \bar{X}_{w,0} \times c_{p,w})(T_{bu} - T_{S,0}) + \Delta_{vap} H (\bar{X}_{w,0} - \bar{X}_{w,f}) + (c_{p,CM} + \bar{X}_{w,f} \times c_{p,w})(T_{S,f} - T_{bu})] + \dot{m}_{MS} [c_{p,w} (\bar{X}_{w,0} - \bar{X}_{w,f})(T_{ar,f} - T_{bu})] \quad (17)$$

$$\frac{\dot{q}}{1,00 \cdot 10^{-3} \frac{kg MS}{s}} = \left[\left(2,13 \frac{kJ}{kg MS \text{ }^\circ\text{C}} + 9,12 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg MS} \times 4,20 \frac{kJ}{kg \text{ \u00e1gua }^\circ\text{C}} \right) (38,5 \text{ }^\circ\text{C} - 25 \text{ }^\circ\text{C}) + \right.$$

$$2409,57 \frac{kJ}{kg \text{ \u00e1gua}} \left(9,12 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg MS} - 0,11 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg MS} \right) + \left(2,13 \frac{kJ}{kg MS \text{ }^\circ\text{C}} + 0,11 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg MS} \times \right.$$

$$4,20 \frac{kJ}{kg \text{ \u00e1gua }^\circ\text{C}} \left. \right) (60 \text{ }^\circ\text{C} - 38,5 \text{ }^\circ\text{C}) \left. \right] + \left[4,20 \frac{kJ}{kg \text{ \u00e1gua }^\circ\text{C}} \left(9,12 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg MS} - \right. \right.$$

$$0,11 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg MS} \left. \right) (56,68 \text{ }^\circ\text{C} - 38,5 \text{ }^\circ\text{C}) \left. \right]$$

$$\dot{q} = 23,00 \text{ kW}$$

C\u00e1lculo para conhecer o calor \u00famido do ar:

$$C_H = 1,005 (kJ/kg \text{ ar seco } ^\circ\text{C}) + 1,88 (kJ/kg \text{ \u00e1gua } ^\circ\text{C}) \times \bar{Y}_w \quad (19)$$

$$C_H = 1,005 \frac{kJ}{kg \text{ ar seco } ^\circ C} + 1,88 \frac{kJ}{kg \text{ \u00e1gua } ^\circ C} \times 0,01 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg \text{ ar seco}}$$

$$C_H = 1,02 \frac{kJ}{kg \text{ ar seco } ^\circ C}$$

C\u00e1lculos para conhecer a vaz\u00e3o m\u00e1ssica do ar necess\u00e1ria e a considera\u00e7\u00e3o da umidade presente nele:

$$\dot{q} = \dot{m}_{ar} C_H (T_{ar,0} - T_{ar,f}) \quad (20)$$

$$\dot{m}_{ar} = \frac{\dot{q}}{C_H (T_{ar,0} - T_{ar,f})}$$

$$\dot{m}_{ar} = \frac{23,00 \text{ kW}}{1,02 \frac{kJ}{kg \text{ ar seco } ^\circ C} (120 \text{ } ^\circ C - 56,68 \text{ } ^\circ C)}$$

$$\dot{m}_{ar} = 0,36 \frac{kg \text{ ar seco}}{s}$$

$$\dot{m} = \dot{m}_{ar} (1 + \bar{Y}_w) \quad (21)$$

$$\dot{m} = 0,36 \frac{kg \text{ ar seco}}{s} \left(1 + 0,01 \frac{kg \text{ \u00e1gua}}{kg \text{ ar seco}} \right)$$

$$\dot{m} = 0,36 \frac{kg \text{ ar}}{s}$$

C\u00e1lculo do di\u00e2metro do secador:

$$A_S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\dot{m}}{G} \quad (22)$$

$$D^2 = \frac{4 \dot{m}}{\pi G}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0,36 \frac{kg \text{ ar}}{s}}{\pi \times 3000 \frac{kg}{m^2 h} \times \frac{1 h}{3600 s}}}$$

$$D = 0,74 \text{ m}$$

C\u00e1lculo do coeficiente global de transfer\u00eancia de calor:

$$Ua_s = \frac{236,75 G^{0,67}}{D} \quad (24)$$

$$Ua_s = \frac{236,75 \left(3000 \frac{kg}{m^2 h} \times \frac{1 h}{3600 s} \right)^{0,67}}{0,74 m}$$

$$Ua_s = 283,14 \frac{W}{m^3 \text{ } ^\circ C}$$

Cálculo da temperatura média logarítmica:

$$\Delta \bar{T}_{ln} = \frac{(T_{ar,0} - T_{s,f}) - (T_{ar,f} - T_{s,0})}{\ln \frac{(T_{ar,0} - T_{s,f})}{(T_{ar,f} - T_{s,0})}} \quad (25)$$

$$\Delta \bar{T}_{ln} = \frac{(120 \text{ } ^\circ C - 60 \text{ } ^\circ C) - (56,68 \text{ } ^\circ C - 25 \text{ } ^\circ C)}{\ln \frac{(120 \text{ } ^\circ C - 60 \text{ } ^\circ C)}{(56,68 \text{ } ^\circ C - 25 \text{ } ^\circ C)}}$$

$$\Delta \bar{T}_{ln} = 44,34 \text{ } ^\circ C$$

Cálculo do volume do secador:

$$\dot{q} = (Ua_s) V \Delta \bar{T}_{ln} \quad (23)$$

$$V = \frac{\dot{q}}{(Ua_s) \Delta \bar{T}_{ln}}$$

$$V = \frac{23000 W}{283,14 \frac{W}{m^3 \text{ } ^\circ C} \times 44,34 \text{ } ^\circ C}$$

$$V = 1,83 m^3$$

Cálculo do comprimento do secador:

$$V = \frac{\pi D^2 L}{4} \quad (26)$$

$$L = \frac{4 V}{\pi D^2}$$

$$L = \frac{4 \times 1,83 m^3}{\pi \times (0,74 m)^2}$$

$$L = 4,25 m$$

Cálculo da potência e energia do moinho:

$$P = \frac{G_e}{\phi_{JKW}} \quad (27)$$

$$P = \frac{5,48 \frac{kg}{h}}{0,25 mm \times 40}$$

$$P = 0,55 kW$$

$$P = E G_e \quad (28)$$

$$E = \frac{P}{G_e}$$

$$E = \frac{0,55 kW}{5,48 \frac{kg}{h} \times \frac{1 h}{3600 s}}$$

$$E = 361,31 \frac{kJ}{kg}$$

Cálculo da energia necessária para o aquecimento da mistura:

$$Q_{aquecimento} = F_e c_{p,M} (T_{ebulição} - T_{ambiente}) \quad (29)$$

$$Q_{aquecimento} = 103,68 \frac{kg}{h} \times \frac{1 h}{3600 s} \times 3,04 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} \times (100 \text{ } ^\circ C - 25 \text{ } ^\circ C)$$

$$Q_{aquecimento} = 6,57 kW$$

Cálculo da energia necessária para realizar a vaporização da água na mistura:

$$Q_{cozimento} = y_{evap} h_{100 \text{ } ^\circ C} \quad (30)$$

$$Q_{cozimento} = 0,24 \frac{kg}{h} \times \frac{1 h}{3600 s} \times 2256,4 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{cozimento} = 0,15 kW$$

Cálculo do volume unitário do brownie:

$$V = \frac{m}{\rho} \quad (33)$$

$$V = \frac{0,28802 \text{ kg}}{1112,23 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}$$

$$V = 2,59 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Cálculo da altura do brownie:

$$V = a b h \quad (34)$$

$$2,59 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,066 \text{ m} \times 0,185 \text{ m} \times h$$

$$h = 0,021 \text{ m}$$

Cálculo das resistências por condução da mistura, da forma e da esteira:

$$R_{cond} = \frac{L}{A k} \quad (31)$$

$$R_{cond,m} = \frac{0,0105 \text{ m}}{0,01221 \text{ m}^2 \times 0,54 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}}$$

$$R_{cond,m} = 1,59 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$R_{cond,f} = \frac{0,001 \text{ m}}{0,01221 \text{ m}^2 \times 0,18 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}}$$

$$R_{cond,f} = 0,46 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$R_{cond,e} = \frac{0,006 \text{ m}}{0,2925 \text{ m}^2 \times 14,9 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{C}}}$$

$$R_{cond,e} = 1,38 \cdot 10^{-3} \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

Cálculo da resistência por convecção do ar interno na superfície do brownie:

$$R_{conv} = \frac{1}{A h_i} \quad (32)$$

$$R_{conv} = \frac{1}{0,01221 \text{ m}^2 \times 59 \frac{\text{W}}{\text{m}^2^\circ\text{C}}}$$

$$R_{conv} = 1,39 \frac{^{\circ}C}{W}$$

Cálculo do coeficiente global de transferência de calor:

$$U = \frac{1}{AR} \quad (36)$$

$$U = \frac{1}{(A_f R_{cond,m} + A_f R_{cond,f} + A_e R_{cond,e} + A_f R_{conv})}$$

$$U = \frac{1}{(0,01221 m^2 \times 1,59 \frac{^{\circ}C}{W} + 0,01221 m^2 \times 0,46 \frac{^{\circ}C}{W} + 0,2925 m^2 \times 1,38.10^{-3} \frac{^{\circ}C}{W} + 0,01221 m^2 \times 1,39 \frac{^{\circ}C}{W})}$$

$$U = 23,58 \frac{W}{^{\circ}C m^2}$$

Cálculo da quantidade de calor necessária para aquecer o forno:

$$Q = U A \Delta T \quad (35)$$

$$Q_{aq\ forno} = U \times (A_f + A_e) \times (T_{forno} - T_{ambiente})$$

$$Q_{aq\ forno} = 23,58 \frac{W}{^{\circ}C m^2} \times (0,01221 m^2 + 0,2925 m^2) \times (160^{\circ}C - 25^{\circ}C)$$

$$Q_{aq\ forno} = 969,98 W$$

Cálculo das resistências por condução das paredes superior e inferior (SI), laterais (L), traseira e frontal (F):

$$R_{SI} = 2 \left(\frac{1}{0,53 m^2 \times 59 \frac{W}{m^2 \ ^{\circ}C}} + \frac{0,22 m}{0,53 m^2 \times 14,9 \frac{W}{m \ ^{\circ}C}} + \frac{0,075}{1,24 m^2 \times 0,0372 \frac{W}{m \ ^{\circ}C}} \right.$$

$$\left. + \frac{0,22 m}{1,24 m^2 \times 14,9 \frac{W}{m \ ^{\circ}C}} + \frac{1}{1,24 m^2 \times 11,5 \frac{W}{m^2 \ ^{\circ}C}} \right)$$

$$R_{SI} = 3,54 \frac{^{\circ}C}{W}$$

$$R_L = 2 \left(\frac{1}{0,74 \text{ m}^2 \times 59 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{0,22 \text{ m}}{0,74 \text{ m}^2 \times 14,9 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{0,075}{2,45 \text{ m}^2 \times 0,0372 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} \right. \\ \left. + \frac{0,22 \text{ m}}{2,45 \text{ m}^2 \times 14,9 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{1}{2,45 \text{ m}^2 \times 11,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}} \right) \\ R_L = 1,81 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$R_T = \frac{1}{0,51 \text{ m}^2 \times 59 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{0,22 \text{ m}}{0,51 \text{ m}^2 \times 14,9 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{0,075}{1,80 \text{ m}^2 \times 0,0372 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} \\ + \frac{0,22 \text{ m}}{1,80 \text{ m}^2 \times 14,9 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{1}{1,80 \text{ m}^2 \times 11,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}} \\ R_T = 1,24 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

$$R_F = \frac{1}{A_{in} h_{in}} + \frac{L_{l\grave{a}}}{\frac{A_{ex}}{3} k_{l\grave{a}}} + \frac{L_{a\grave{c}o}}{\frac{A_{ex}}{3} k_{a\grave{c}o}} + \frac{L_{vidro}}{\frac{2A_{ex}}{3} k_{vidro}} + \frac{1}{A_{ex} h_{ex}} \\ R_F = \frac{1}{0,51 \text{ m}^2 \times 59 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{0,075 \text{ m}}{\frac{1,80 \text{ m}^2}{3} \times 0,0372 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{0,44 \text{ m}}{\frac{1,80 \text{ m}^2}{3} \times 14,9 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} \\ + \frac{0,44 \text{ m}}{\frac{2 \times 1,80 \text{ m}^2}{3} \times 0,1067 \frac{\text{W}}{\text{m} \text{ } ^\circ\text{C}}} + \frac{1}{1,80 \text{ m}^2 \times 11,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}} \\ R_F = 6,93 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}$$

Cálculo do calor perdido nas paredes do forno:

$$Q_{perdido} = \frac{T_{forno} - T_{ambiente}}{R_{SI} + R_L + R_T + R_F} \quad (37) \\ Q = \frac{160 \text{ } ^\circ\text{C} - 25 \text{ } ^\circ\text{C}}{3,54 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + 1,81 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + 1,24 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}} + 6,93 \frac{^\circ\text{C}}{\text{W}}} \\ Q = 9,98 \text{ W}$$

Soma das taxas de transferências de calor para conhecer a energia requerida na etapa de fornecimento:

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_{\text{aquecimento}} + Q_{\text{cozimento}} + Q_{\text{aq forno}} + Q_{\text{perdido}} \\
 Q &= 6570 W + 150 W + 969,98 W + 9,98 W \\
 Q &= 7699,96 W = 7,70 kW
 \end{aligned}$$

Viabilidade econômica

Cálculo do valor de investimento:

$$\text{Investimento} = \text{Custo de construção e montagem} + [(\text{Custo de produção} + \text{Funcionários}) \times 2 \text{ meses}] \quad (38)$$

$$\text{Investimento} = R\$1.773.981,99 + [(R\$114.835,33 + R\$69.101,34) \times 2 \text{ meses}]$$

$$\text{Investimento} = R\$2.141.855,33$$

Cálculo do custo unitário do produto:

$$\text{Custo unitário} = \frac{(\text{Custos de produção} + \text{Funcionários})}{\text{Unidades/mês}} \quad (39)$$

$$\text{Custo unitário} = \frac{(R\$114.835,33 + R\$69.101,34)}{47432 \text{ unidades}}$$

$$\text{Custo unitário} = R\$3,88$$

Cálculo do custo de venda do produto:

$$\text{Preço de venda} = \text{Custo unitário} \times 0,55 \quad (40)$$

$$\text{Preço de venda} = R\$3,88 + (R\$3,88 \times 0,55)$$

$$\text{Preço de venda} = R\$6,01$$

Cálculo do faturamento:

$$\text{Faturamento} = \text{Preço de venda} \times \frac{\text{Unidades}}{\text{mês}} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{ano}} \quad (41)$$

$$\text{Faturamento} = R\$6,01 \times 47432 \frac{\text{unidades}}{\text{mês}} \times 12 \frac{\text{meses}}{\text{ano}}$$

$$\text{Faturamento} = R\$3.420.795,84/\text{ano}$$

Cálculo dos custos fixos:

$$\text{Custos fixos} = \text{internet e telefone} + \text{funcionários} + \text{depreciação de construção e equipamentos} + \text{parcela de empréstimo} \quad (42)$$

$$\text{Custos fixos} = R\$1200,00/\text{ano} + R\$829.216,08/\text{ano} + R\$177.398,19/\text{ano} \\ + R\$271.061,88/\text{ano}$$

$$\text{Custos fixos} = R\$1.278.876,15/\text{ano}$$

Cálculo dos custos variáveis:

$$\text{Custos variáveis} = R\$1.366.023,96/\text{ano}$$

Cálculo do custo variável unitário:

$$\text{Custo variável unitário} = \frac{\text{Custos variáveis}}{\text{quantidade produzida no ano}} \quad (43)$$

$$\text{Custo variável unitário} = \frac{R\$1.366.023,96/\text{ano}}{47432 \text{ un} \times 12}$$

$$\text{Custo variável unitário} = R\$2,40/\text{un}$$

Cálculo do lucro anual:

$$\text{Lucro} = \text{faturamento} - \text{custos fixos} - \text{custos variáveis} \quad (44)$$

$$\text{Lucro} = R\$3.420.795,84/\text{ano} - R\$1.278.876,15/\text{ano} - R\$1.366.023,96/\text{ano}$$

$$\text{Lucro} = R\$775.895,73/\text{ano}$$

Cálculo do ponto de equilíbrio:

$$\text{Ponto de equilíbrio} = \frac{\text{custos fixos} + \text{custos variáveis}}{\text{preço de venda} - \text{custo variável unitário}} \quad (45)$$

$$\text{Ponto de equilíbrio} = \frac{R\$1.278.876,15/\text{ano} + R\$1.366.023,96/\text{ano}}{R\$6,01/\text{un} - R\$2,40/\text{un}}$$

$$\text{Ponto de equilíbrio} = 732660 \text{ unidades}$$

Cálculo do *payback*:

$$\text{Payback} = \frac{\text{investimento}}{\text{lucro anual}} \quad (46)$$

$$\text{Payback} = \frac{R\$2.200.000,00}{R\$775.895,73/\text{ano}}$$

$$\text{Payback} = 2 \text{ anos, } 10 \text{ meses e } 1 \text{ dia}$$

APÊNDICE B – PROCEDIMENTO PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL

	PROCEDIMENTO PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL (PPHO)											
	Higienização de reservatório	Número do documento: 01										
Data de Elaboração: 27/05/2024	Data de Revisão: __/__/____	Versão: 1										
<p>1 OBJETIVO</p> <p>Descrever procedimentos padrão para a higienização de reservatório de água.</p>												
<p>2 DOCUMENTO DE REFERÊNCIA</p> <p>Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011.</p>												
<p>3 MATERIAIS</p> <table border="0"> <tr> <td>- Escada</td> <td>- Panos</td> </tr> <tr> <td>- Capacete de segurança</td> <td>- Pá de plástico</td> </tr> <tr> <td>- Cinto de segurança</td> <td>- Hipoclorito de sódio 2,5%</td> </tr> <tr> <td>- Luvas de borracha</td> <td>- Vassoura ou escova de fibra vegetal ou plástico macio</td> </tr> <tr> <td>- Balde</td> <td></td> </tr> </table>			- Escada	- Panos	- Capacete de segurança	- Pá de plástico	- Cinto de segurança	- Hipoclorito de sódio 2,5%	- Luvas de borracha	- Vassoura ou escova de fibra vegetal ou plástico macio	- Balde	
- Escada	- Panos											
- Capacete de segurança	- Pá de plástico											
- Cinto de segurança	- Hipoclorito de sódio 2,5%											
- Luvas de borracha	- Vassoura ou escova de fibra vegetal ou plástico macio											
- Balde												
<p>4 PROCEDIMENTOS</p> <p>1 – Fechar registro e monitorar uso da água para que a caixa se esvazie e não haja desperdício.</p> <p>2 – Entrar na caixa, fechar saída e esfregar paredes com escova ou vassoura, sem uso de detergente ou produto de limpeza.</p> <p>3 – Retirar a água suja com balde e pá, e finalizar com o pano, sem passar este pelas paredes.</p> <p>4 – Sair da caixa, abrir registro de água e encher a caixa.</p> <p>5 – Adicionar 1 litro de hipoclorito de sódio para cada 1000 litros de água e manter em repouso por duas horas.</p> <p>6 – Abrir saída de água e abrir torneiras para remover a água clorada. Recolher a água para a lavagem dos pisos.</p> <p>7 – Registrar responsável, data e hora da lavagem. Realizar este procedimento a cada seis meses.</p>												
Elaborado por: Luísa Toresan	Revisado por:	Aprovado por:										

ECOBROWNIE	PROCEDIMENTO PADRÃO DE HIGIENE OPERACIONAL (PPHO)	
	Higienização de superfícies	Número do documento: 2
Data de Elaboração: 27/05/2024	Data de Revisão: __/__/____	Versão: 1
1 OBJETIVO <p>Descrever procedimentos padrão para a higienização da instalação, equipamentos, utensílios e superfícies.</p>		
2 DOCUMENTO DE REFERÊNCIA <p>Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997, e RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002.</p>		
3 MATERIAIS <ul style="list-style-type: none"> - Detergente tensoativo - Hipoclorito de sódio 2,5% - Vassoura - Escovas e buchas de limpeza - Luvas - Botas antiderrapantes 		
4 PROCEDIMENTOS <p>1 – As instalações devem ser mantidas em condições higiênico-sanitárias, higienizadas com o auxílio de detergentes, sanitizantes, vassouras e escovas. Quando for o caso, pode-se utilizar a água clorada proveniente da higienização da caixa d'água. Após este procedimento, deve-se realizar o enxágue com água corrente.</p> <p>2 – Os equipamentos e utensílios devem ser higienizados no mínimo uma vez ao dia e também conforme a necessidade, com o uso de detergentes, escovas e buchas de uso exclusivo. Após a lavagem, deve-se realizar o enxágue.</p> <p>3 – Os utensílios limpos devem ser levados à uma solução clorada com hipoclorito de sódio a 2,5% por 15 minutos.</p> <p>3 – Os coletores e local de armazenamento de resíduos devem ser higienizados e sanitizados, com o uso de detergentes, solução de hipoclorito de sódio 2,5% e utensílios de limpeza de uso exclusivo, no mínimo uma vez ao dia e também conforme a necessidade.</p>		

- 4 – O colaborador responsável pela limpeza e sanitização deve utilizar luvas e botas antiderrapantes.
- 5 – Todas as ações devem ser registradas, com data, hora e responsável pelo procedimento.

Elaborado por: Luísa Toresan

Revisado por:

Aprovado por:

APÊNDICE C – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO

ECOBROWNIE	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)	
	Seleção e recepção de matérias-primas	Número do documento: 04
Data de Elaboração: 27/05/2024	Data de Revisão: __/__/____	Versão: 1
<p>1 OBJETIVO</p> <p style="text-align: center;">Descrever procedimento padrão para a seleção e recepção de matérias-primas.</p>		
<p>2 DOCUMENTO DE REFERÊNCIA</p> <p style="text-align: center;">RDC 275, de 21 de outubro de 2002.</p>		
<p>3 PROCEDIMENTOS</p> <p>1 – Todas as matérias-primas e ingredientes deverão ser acompanhadas de laudos técnicos para documentação. Caso não haja laudo, a mercadoria não deve ser aceita.</p> <p>2 – No momento do recebimento, o colaborador responsável deve avaliar a integridade, qualidade, quantidade e o prazo de validade do produto. Caso algo esteja em não conformidade, a mercadoria não deve ser aceita.</p> <p>3 – Trimestralmente, amostras devem ser coletadas e enviadas para análise em laboratório terceirizado. Todos os laudos devem ser armazenados durante 5 anos.</p> <p>4 – Caso, em qualquer momento, seja apresentada alguma irregularidade, o fornecedor deve ser notificado para que haja correção da não conformidade. Se esta não for eliminada, a parceria deve ser encerrada.</p> <p>5 – Toda mercadoria recepcionada deve ser identificada e armazenada de forma a facilitar sua utilização.</p>		
Elaborado por: Luísa Toresan	Revisado por:	Aprovado por:

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)	
	Controle de qualidade do produto acabado	Número do documento: 05
Data de Elaboração: 27/05/2024	Data de Revisão: __/__/____	Versão: 1
1 OBJETIVO <p style="text-align: center;">Descrever o controle de qualidade do produto acabado.</p>		
2 DOCUMENTO DE REFERÊNCIA <p style="text-align: center;">RDC 275, de 21 de outubro de 2002, e Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022.</p>		
3 PROCEDIMENTOS <p>1 – A produção dos brownies veganos deve sempre seguir a formulação definida para cada batelada.</p> <p>2 – No momento da embalagem, todos os produtos deverão ser identificados com o lote, conforme data e horário de produção. Todos os lotes devem ser registrados e documentados, para facilitar seu rastreio.</p> <p>3 – Uma vez ao mês, durante a etapa da embalagem, os colaboradores devem coletar três amostras aleatórias.</p> <p>4 – As amostras devem ser armazenadas e enviadas para análise de <i>Saumonella</i>, <i>Bacillus cereus</i>, <i>Escherichia coli</i> e bolores e leveduras.</p> <p>5 – No caso da necessidade de recolhimento de produtos, os lotes devem ser rastreados, recolhidos e levados para análise para conhecer a causa do problema.</p>		
Elaborado por: Luísa Toresan	Revisado por:	Aprovado por:

	PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO (POP)	
	Desmontagem e manutenção preventiva de equipamentos	Número do documento: 06
Data de Elaboração: 27/05/2024	Data de Revisão: __/__/____	Versão: 1
1 OBJETIVO <p>Descrever procedimento padrão para a desmontagem e manutenção preventiva de equipamentos.</p>		
2 DOCUMENTO DE REFERÊNCIA <p>RDC 275, de 21 de outubro de 2002.</p>		
3 PROCEDIMENTOS <p>1 – Todos os equipamentos devem ter suas desmontagens e manutenções preventivas descritas para facilitar o acesso pelo colaborador.</p> <p>2 – Os procedimentos descritos devem ser baseados no manual de cada equipamento e também nas recomendações fornecidas pelo fabricante.</p> <p>3 – Caso seja necessário realizar a manutenção corretiva, o equipamento deve ser reparado por técnico recomendado pelo fabricante ou técnico especializado.</p> <p>4 – Todos os procedimentos devem ser registrados em tabela, com responsável, data e hora da ação.</p>		
Elaborado por: Luísa Toresan	Revisado por:	Aprovado por:

