



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE
SANTANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
BIOTECNOLOGIA**



FELICSON LEONARDO OLIVEIRA LIMA

**ATIVIDADE BIOLÓGICA DO FEIJÃO GUANDU (*Cajanus
cajan* (L.) Millsp.) E SUA POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO
COMO MÉTODO SUPLEMENTATIVO DO MOSTO
CERVEJEIRO**

FELICSON LEONARDO OLIVEIRA LIMA

ATIVIDADE BIOLÓGICA DO FEIJÃO GUANDU (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) E SUA POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO COMO MÉTODO SUPLEMENTATIVO DO MOSTO CERVEJEIRO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, da Universidade Estadual de Feira de Santana como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Giovani Brandão Mafra de Carvalho

Feira de Santana, BA
2023

Ficha Catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS

L698

Lima, Felicson Leonardo Oliveira

Atividade biológica do feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) e sua possibilidade de utilização como método suplementivo do mosto cervejeiro / Felicson Leonardo Oliveira Lima. – 2023.

54 f.: il.

Orientador: Giovani Brandão Mafra de Carvalho.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Programa de Pós-graduação em Biotecnologia, Feira de Santana, 2023.

1. Cerveja. 2. Bebidas fermentadas. 3. Adjunto cervejeiro. I. Título.
II. Carvalho, Giovani Brandão Mafra de, orient. III. Universidade Estadual de Feira de Santana.

CDU 663.4

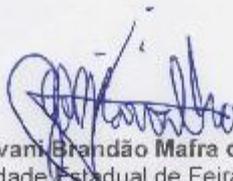
BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br GERVASIO PAULO DA SILVA
Data: 11/04/2023 17:08:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Gervásio Paulo da Silva
(Universidade do Estado da Bahia)



Dr. José Ailton Conceição Bispo
(Universidade Estadual de Feira de Santana)



Dr. Giovani Brandão Mafra de Carvalho
(Universidade Estadual de Feira de Santana)
Orientador e Presidente da Banca

Feira de Santana – BA
2023

Dedico essa dissertação a Deus e todas as pessoas que fizeram parte da minha jornada, contribuindo de forma direta ou indireta.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu sustento e auxílio, sou grato pela Tua presença imensurável, cuidado incalculável e amor indescritível. Agradeço pela dádiva da vida e as oportunidades de realizar os meus infinitos sonhos.

À minha família, em especial aos meus pais, Ana Rilza e Felício Araújo, meus avós, Maria Carneiro, Eustórgio Garces (*In memoriam*), Valdomira Francisca e Juvenal Lima (*In memoriam*), bem como todos os meus familiares, que sempre intercederam por mim e pela minha trajetória.

Ao meu orientador, Giovani Mafra por todo apoio, ajuda e incentivo, serei sempre grato.

Aos meus amigos que sempre estiveram presentes: Emanuelli Santana, Yana Raquel, Letícia Rocha, Verena Rodrigues, Anna Beatriz, Aniele Rocha, Laiane Nascimento, Suliete Lima, Fabiane Reis, Déborah Kainne, Fernanda Almeida, Mariana Carneiro, João Pedro, Fabio Vidal, Leandro Dantas, Rafaela Santos, Raqueline Pastor, Lucas Nunes e Reijane Santos, amo todos vocês.

À irmandade criada antes e fortalecida durante a pós-graduação, na representação de Wesley Santos, Daniel Rios, Jéssica Araújo, Raqueline Pastor e Mayra Bomfim.

Aos docentes do programa de pós-graduação em Biotecnologia, os quais contribuíram diretamente sob a construção crítica e científica do meu intelecto: Soraya Trindade, Raquel Benevides, Mariana Botura, Fabricio Souza, Sandra Aparecida e Edrian Mania.

Ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia (PPGBiotec), da Universidade Estadual de Feira de Santana, pela oportunidade de realização do mestrado.

Aos membros da banca examinadora, o prof. Dr. Gervásio Paulo da Silva, prof. Dr. Gean Claudio de Souza Santana e o prof. Dr. José Ailton Conceição Bispo, que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação, muito obrigado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Porque Deus é o que opera em nós tanto o querer como o efetuar, segundo a sua boa vontade.

Filipenses 2:13

RESUMO

A cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais antigas da humanidade, sendo consumida comumente em momentos de lazer. Entretanto, tem sido elucidados alguns benefícios da cerveja para a saúde humana, quando ingerida com moderação. Esta bebida é resultante do processo fermentativo dos açúcares contidos no mosto (solução contendo água, malte e lúpulo) que por intermédio da levedura, resulta na produção de CO₂ e etanol. Uma parte do malte utilizado para a produção da cerveja pode ser substituído por outras fontes de carboidratos, sendo estes qualificados como adjuntos cervejeiros. Os adjuntos cervejeiros podem ser adicionados na bebida para atender a diferentes interesses, dentre os quais estão a redução dos custos de produção, incentivo à agricultura regional, além da obtenção de características sensoriais específicas. O feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) é uma leguminosa da família Fabaceae, comumente cultivada no Nordeste Brasileiro e em outros países de clima tropical, sendo utilizada na alimentação humana e de outros animais, na adubação nitrogenada e na medicina tradicional, visto que contém diversos compostos bioativos. Diante do exposto e conhecendo o potencial biológico do *Cajanus cajan*, o presente estudo objetivou descrever as principais atividades biológicas do feijão guandu e algumas de suas aplicações terapêuticas, além de sugerir a possibilidade de sua utilização como adjunto cervejeiro. Trata-se de uma revisão sistemática, realizada por meio do uso do PRISMA, consultando as bases de dados PubMed, SciELO e Google Scholar, utilizando materiais publicados entre os anos de 2010 a 2023. Conclui-se que mediante a composição química e bioativa do feijão guandu, o mesmo pode ser uma boa alternativa para uso como adjunto cervejeiro, podendo empregar a bebida, além dos seus benefícios econômica e ecológicos, vários efeitos terapêuticos, o que necessita de avaliações laboratoriais prévias para tais confirmações.

Palavras-chave: Cerveja. (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Bebidas fermentadas. Adjunto cervejeiro.

ABSTRACT

Beer is one of the oldest alcoholic beverages of mankind, being consumed commonly in leisure time. However, some benefits of beer for human health, when ingested in moderation, have been elucidated. This drink is the result of the fermentation process of the sugars contained in the must (solution containing water, malt and hops) which, through yeast, results in the production of CO₂ and ethanol. A part of the malt used for the production of beer can be replaced by other sources of carbohydrates, which are qualified as brewing adjuncts. Brewing adjuncts can be added to the beverage to meet different interests, among which are the reduction of production costs, incentive to regional agriculture, in addition to obtaining specific sensory characteristics. Pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) is a legume of the Fabaceae family, commonly cultivated in Northeast Brazil and in other countries with a tropical climate, being used in food for humans and other animals, in nitrogen fertilization and in traditional medicine, as it contains several bioactive compounds. Given the above and knowing the biological potential of *Cajanus cajan*, the present study aimed to describe the main biological activities of pigeonpea and some of its therapeutic applications, in addition to suggesting the possibility of its use as a brewing adjunct. This is a systematic review, carried out using PRISMA, consulting the PubMed, SciELO and Google Scholar databases, using materials published between 2010 and 2023. It is concluded that through the chemical and bioactive composition of pigeon pea, it can be a good alternative for use as a brewing adjunct, being able to use the drink, in addition to its economic and ecological benefits, several therapeutic effects, which requires prior laboratory evaluations for such confirmations.

Keywords: Beer. (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). Fermented drinks. Brewing assistant.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Folhas, flores e vagens de <i>Cajanus cajan</i>	17
FIGURA 2: Sementes do feijão guandu.....	18
FIGURA 3: Etapas de produção da cerveja.....	27
FIGURA 4: Regra baseada na Lei de Henry.....	32
FIGURA 5: Esquematização dos passos metodológicos.....	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Classificação científica de <i>Cajanus cajan</i>	16
QUADRO 2: Principais substâncias isoladas em <i>Cajanus cajan</i>	19
QUADRO 3: Uso medicinal de <i>Cajanus cajan</i>	21
QUADRO 4: Estilos de cervejas mais comuns.....	22
QUADRO 5: Atividades Biológicas de <i>Cajanus cajan</i>	37
QUADRO 6: Principais adjuntos cervejeiros.....	40

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Número de artigos utilizando os termos em português.....36

TABELA 2: Número de artigos utilizando os termos em inglês.....36

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 ORIGEM E ASPECTOS BOTÂNICOS DE <i>Cajanus cajan</i>	16
2.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E NUTRICIONAIS DE <i>Cajanus cajan</i>	18
2.3 ATIVIDADES BIOLÓGICAS E TERAPÊUTICAS DE <i>Cajanus cajan</i>	20
2.4 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE A CERVEJA.....	21
2.5 MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DA CERVEJA.....	23
2.5.1 Água.....	23
2.5.2 Malte.....	23
2.5.3 Lúpulo.....	24
2.5.4 Leveduras.....	24
2.5.5 Uso de adjuntos cervejeiros.....	25
2.6 PRODUÇÃO DA CERVEJA.....	26
2.6.1 Moagem.....	28
2.6.2 Mosturação.....	28
2.6.3 Filtrações.....	29
2.6.4 Fervura e adição do lúpulo.....	29
2.6.5 Resfriamento e aeração.....	30
2.6.6 Fermentação.....	30
2.6.7 Maturação.....	31
2.6.8 Carbonatação.....	32
2.6.9 Envase.....	33
3 MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1 DESENHO DO ESTUDO.....	34
3.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA.....	34
3.3 SELEÇÃO DE ARTIGOS E EXTRAÇÃO DOS DADOS.....	34
4 RESULTADOS	36
4.1 COMPROVAÇÕES DAS ATIVIDADES BIOLÓGICAS DE <i>Cajanus cajan</i>	36
4.2 PRINCIPAIS ADJUNTOS CERVEJEIROS.....	39
5 DISCUSSÃO	44
6 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A origem da cerveja está intrinsicamente ligada aos primeiros relatos da produção do vinho, uma vez que ambas as bebidas foram descobertas acidentalmente, a partir da fermentação não induzida de cereais, o que posteriormente sofreu adaptações e melhorias. Uma das primeiras descrições históricas que se refere à cerveja, destacam a sua produção na Mesopotâmia há 6.000 a.C., onde, além de ingerida, esta bebida era utilizada para várias outras finalidades, como para fins medicinais e cosmético (RADONJIĆ et al., 2020; ROSALIN, 2021).

De modo geral, a cerveja é produzida a partir da água, lúpulo, malte de cevada e leveduras. Esta bebida é resultante do processo fermentativo dos açúcares presentes no mosto, o que por intermédio das leveduras, produzirá CO₂ e álcool etílico. Uma parte do malte utilizado na síntese da cerveja pode ser substituído por outras fontes de carboidratos, sendo estas, caracterizadas como adjuntos cervejeiros (NUNES et al., 2020; STACHNIK et al., 2021).

Vários são os motivos que levam a inclusão dos adjuntos para a formulação da cerveja, dentre eles estão questões econômicas, visto que a importação do malte gera maiores custos, podendo então diminuir os custos de produção da bebida, além de incentivar a agricultura local incluindo espécimes de cultivo local. No Brasil, os principais adjuntos utilizados são o milho, pois além de ser produzido abundantemente no país, acrescenta características específicas à cerveja, como leveza e frescor (MULLER et al., 2021; PEREIRA, 2022).

O andu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) é uma leguminosa da família Fabaceae, comumente cultivada no Nordeste Brasileiro, uma vez que se adapta as condições climáticas da região. Várias são as atividades biológicas que este detém, sendo utilizada na medicina tradicional para o tratamento de diabetes, estomatites, gengivites e pela medicina ocidental como antiparasitário, analgésico e antioxidante, o que pode ser atribuído a sua composição bioativa. Além disso, há o seu emprego na adubação, alimentação humana e animal (PAL et al., 2011; SHARMA et al., 2021).

Por se tratar de uma planta com uma boa adaptação às condições de pouca chuva, o andu pode ser cultivado em todas as regiões tropicais e semitropicais do mundo, sendo empregado na alimentação humana e de outros animais, como adubo

verde e na medicina tradicional, útil no tratamento de diversas doenças, como o diabetes, hepatites, malária entre outras (ABEBE, 2022).

Diante do exposto e conhecendo o potencial de (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), o presente estudo objetivou descrever as principais atividades biológicas do feijão guandu e algumas de suas aplicações terapêuticas, além de sugerir a possibilidade de sua utilização como adjunto cervejeiro.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ORIGEM E ASPECTOS BOTÂNICOS DE *Cajanus cajan*

O guandu, (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), é classificado como uma leguminosa exótica, papilionácea, arbustiva e perene. Tal espécie pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae e subtribo Cajaninae. Comumente, pode-se encontrar vários nomes vulgares para definir a mesma planta, como “pigeonpea” (nos Estados Unidos), “guisante de angola” (na Espanha), “rahar” (na Índia), “dauchieu” e “dauxay” (no Vietnã), “guandul” e “frijol dela palo” na Costa Rica, e “guandu” (no Brasil) (AZEVEDO, 2020), e feijão boér em Moçambique (PEDRO, 2020). Além disso, existem algumas sinonímias para se referir ao feijoeiro guandu, como *Cajanus bicolor* DC., *Cystisus cajan* L., *Cajanus indicus* Spreng., *Cajanus flavus* DC. e *Cajanus luteus* Bello (PASSOS, 2012). O quadro 1 apresenta a classificação científica de *Cajanus cajan*.

Reino	Plantae
Divisão	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordem	Fabales
Família	Fabaceae
Sub-família	Faboideae
Tribo	Phaseoleae
Subtribo	Cajaninae
Gênero	<i>Cajanus</i>
Espécie	<i>cajan</i>

Quadro 1: Classificação científica de *Cajanus cajan*.

Fonte: Adaptado de Azevedo, (2010).

A origem de *Cajanus cajan* se deu na Ásia, entretanto, existem controvérsias de sua etiologia africana. Sendo, porém, uma importante cultura para ambas as nações. Sua introdução no território brasileiro se deu, por meio das rotas dos navios negreiros, os quais, traziam pessoas escravizadas da África. Por ser resistente as condições climáticas adversas, seu cultivo é possível em regiões tropicais, bem como

subtropicais, o que possibilitou o seu cultivo no território brasileiro (DANTAS et al., 2021; TEIXEIRA et al., 2022).

Cajanus cajan é uma planta ereta e arbustiva, muito resistente a seca, se adaptando muito bem as temperaturas elevadas, porém, não tolera geadas. Essa leguminosa apresenta altura variável, entre um a quatro metros, com caules lenhosos e raízes possuindo de um sistema radicular pivotante que podem chegar a uma profundidade de até três metros e que abrigam nódulos contendo bactérias do gênero *Rhizobium*. As folhas possuem cor verde clara (2,5 a 9 cm), são trifoliadas e projetadas de forma espiral, com cerca de 2 cm de comprimento. As flores apresentam coloração variável, podendo ser laranja, amarela ou púrpura, com 5 a 12 ráculos axilares. Os frutos (sementes), apresentam colorações diferentes, dependendo do estágio de maturação, podendo ser verde ou púrpura quando imaturas e branco, amarelo, castanho, preto, ou salpicadas de branco ou púrpura, quando maduras, medindo de 7 a 8 mm de comprimento e 6 mm de largura, estando contidas em vagens, estas indeiscentes com 1,4 cm de largura e 8 cm de comprimento, apresentando cor verde ou púrpura, quando imaturas e palha ou violeta escuro, quando maduras (PASSOS, 2012; CORDOVIL et al., 2015). As figuras 1 e 2 apresentam as partes da planta (folhas, flores, vagens e sementes).



Figura 1: Folhas, flores e vagens de *Cajanus cajan*.

Fonte: PAL et al., (2011).



Figura 2: Sementes do feijão guarana.

Fonte: Ferreira, (2021).

Várias são as aplicações do guarana, desde a alimentação humana e de animais domésticos à pecuária, devido a seu alto percentual proteico. Outra importante aplicação do feijão guarana é no melhoramento do solo, renovação de pastagens e terras degradadas, forragem e fito-medicação. O uso deste como adubo verde, se dá, principalmente, pelo seu potencial de fixação biológica de nitrogênio e a variedade de minerais que possui, os quais são empregados nas diferentes camadas do solo (DE MOURA, 2020; DA SILVA et al., 2021).

2.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E NUTRICIONAIS DE *Cajanus cajan*

As plantas sintetizam moléculas advindas do seu metabolismo primário e secundário. O metabolismo primário envolve o conjunto de reações, que acontecem nos organismos vivos, nas plantas, auxilia na execução de seus processos vitais, resultando na formação dos metabólicos primários, como proteínas, lipídeos e carboidratos. O metabolismo secundário, por sua vez, é responsável pela produção de uma variedade de moléculas com perfil estrutural e químico complexos, sintetizando principalmente, compostos que serão úteis na adaptação e defesa da planta. Os metabólicos primários dão origem aos secundários, por meio de vias especializadas, o que varia dependendo da família botânica. Devido às funções biológicas e variedades estruturais, os dois tipos de metabólicos podem ser úteis para aplicações terapêuticas, seja na síntese de medicamentos e/ou nutracêuticos (PEREIRA; CARDOSO, 2012).

As substâncias mais estudadas em *Cajanus cajan*, são as proteínas de defesa, podendo ser citadas a lecitina, as enzimas proteolíticas e inibidores enzimáticos, como os inibidores de protease e a alfa amilase. Além disso, podem ser encontrados,

compostos como alcaloides, antraquinonas, flavonoides, fenóis, taninos, saponinas e triterpenoides (KONG et al., 2010). No quadro 2 são apresentadas as principais substâncias isoladas em *Cajanus cajan*.

Classe	Moléculas
Antocianidina	Crisantemina, peonidin, 3-glucosideo
Antraquinona	Cajaquinona
Chalcona	Pinostrobina, chalcona
Cumarina	Cajanuslactona
Estilbeno	Cajaninestilbeno, cajanina, longistilina A, longistilina C
Flavanona	Cajaflavanona, pinostrobina, naringenina
Flavona	Apigenina, luteolina, orientina, vitexina, Isovitexina, apigenin-6,8-di-C- α -rabinopiranosideo
Flavonol	Isorhamenetina, quercetina
Isoflavanona	2-O-metilcajanona, 2-hidroxigenisteina, cajanol, cajanona
Isoflavona	Biochanina A, cajaisoflavona, genisteína, genistina, isogenisteina, formononentin
Saponina	-
Triterpeno	Ácido betulínico

* (-) sem descrição

Quadro 2: Principais substâncias isoladas em *Cajanus cajan*.

Fonte: Adaptado de Teixeira et al., (2022).

As folhas de *Cajanus cajan* são ricas em estilbenos e flavonoides, possuem também açúcares redutores, saponinas, resinas, taninos, terpenos, 2-hidroxigenisteina, 2,2-O-metilcajanona, 5,7,2-trihidroxiisoflavona e cajanina (ORNI et al., 2018). Nas sementes, além da presença de proteínas, carboidratos e lipídeos, pode-se mensurar os compostos fenólicos e alcaloides (TEKALE et al., 2016). As raízes possuem cajanol, isoflavonoides, α -amirina, cajaflavanona, β -sutosterol, cajaisoflavona, cajaquinona, cajanona, concajanina, lupeol, ferreirina e isogenisteina (ZHANG et al., 2010; PAL et al., 2011).

No que se refere a composição nutricional, das sementes do feijão guandu, 50% da massa seca é composta por carboidratos (glicose, galactose e xilose). O percentual proteico oscila entre 19 e 24%, sofrendo influência do local e época de plantio. Há ainda um elevado teor de aminoácidos, como lisina e fenilalanina e em menor quantidade para a cistina e metionina. A quantidade de lipídios é tida como baixa, entre 1,1% e 1,4%. Podem ser destacados a mensuração de fósforo, magnésio, cálcio e potássio. Toda essa constituição nutricional, faz do feijão guandu, um alimento conhecido e utilizado em diversos países (CORDOVIL et al., 2015; DE AGUIAR; LIMA, 2023).

2.3 ATIVIDADES BIOLÓGICAS E TERAPÊUTICAS DE *Cajanus cajan*

Evidências científicas tem indicado, desde os tempos antigos, alguns benefícios a saúde empregadas a partir do uso do feijão guandu, estas contidas em várias partes da leguminosa, desde as folhas, as raízes e sementes. Há descrições da atividade antioxidante, antibacteriana e hipoglicemiante (YANG et al., 2020).

Especificamente, a composição das raízes de *Cajanus cajan*, detém atividade anticâncer, antiplasmódica, antioxidante, antibacteriana, hipocolesterolêmica e anti-inflamatória (KONG et al., 2010; PAL et al., 2011). As sementes do feijão guandu são uteis no tratamento da febre, diabetes, hepatite, disenteria, malária e sarampo (RAFIQ et al., 2015; VO et al., 2020). As folhas podem ser utilizadas no tratamento de parasitoses, hemorragias, alívio da dor e no tratamento da anemia falciforme (SAXENA et al., 2010; RANI et al., 2014).

Na medicina tradicional chinesa as folhas de *Cajanus cajan*, também podem ser utilizadas para várias finalidades terapêuticas, como antiparasitária, analgésica e no tratamento da isquemia necrótica da cabeça femoral. O potencial farmacológico de *Cajanus cajan* é relatado em diversos estudos, os quais tem demonstrado a relevância desta no tratamento do diabetes. Além disso, suas folhas podem sido empregadas nos casos de estomatites e gengivites. Nas comunidades tribais de Bangladesh além do uso para tratamento do diabetes, há sua utilização como estimulante energético (TEIXEIRA et al., 2020). O quadro 3 explana as principais partes da planta e suas aplicações medicinais.

PARTE DA PLANTA	USO MEDICINAL
Sementes	Calvície
Sementes	Cataplasma
Folhas e sementes	Diabetes
Hastes	Dor de dente
Sementes	Estimulante de energia
Caule, folhas e sementes	Estomatite/Gengivite
Hastes	Ferimentos
Folhas e sementes	Indução da lactação
Folhas	Inflamações genitais
Folhas	Inibição do efeito da intoxicação
Folhas	Laxante
Folhas	Malária
Sementes	Problemas gastrointestinais
Sementes	Problemas menstruais
Sementes	Sarampo
Sementes	Sedativo
Raízes	Sífilis
Sementes	Tontura
Raízes	Tosse
Folhas	Úlceras
Sementes e raízes	Vermífugo

Quadro 3: Uso Medicinal de *Cajanus cajan*.

Fonte: Adaptado de Gargi et al., (2022).

2.4 ASPECTOS HISTÓRICOS SOBRE A CERVEJA

São encontradas evidências de produção de cerveja desde o período neolítico, fazendo desta uma das bebidas mais antigas da humanidade (idade variada entre 6.000 a 8.000 anos), cuja síntese atual pode ser em escala industrial ou artesanal. No Egito, os cereais destinados a produção da cerveja eram macerados, deixados de molho e assados, até que fossem transferidos para barris com água, onde, durante o repouso acontecia o processo de fermentação, originando a *Bouza*, uma cerveja rudimentar que era distribuída em rituais religiosos. Com o comércio, a bebida se difundiu inicialmente pela Europa (DUARTE, 2014; ROSALIN, 2021).

Após a chegada dos europeus à América, junto aos colonizadores, houve também a expansão da cerveja. No Brasil, as primeiras cervejas foram produzidas pelos colonos, no período em que o país era colônia de Portugal. A produção em

escala industrial coincidiu com o período da revolução industrial, originando então as primeiras cervejarias com uma maior capacidade de produção e utilizando parâmetros mais tecnológicos. Nesse mesmo período, teve-se então um marco importante para a cervejaria, podendo ser desmembrada a cerveja do tipo artesanal, da industrial (HENRIQUE, 2018).

Nas microcervejarias brasileiras, a produção se instaurou em meados dos anos 2000, uma vez que a disponibilidade de ingredientes aumentou, e com ela uma maior busca pela cerveja com características melhoradas, como a utilização do blend de ingredientes, favorecendo paladares mais aguçados, o que impulsionou seu destaque nacional, mesmo em meio a variedade de cervejas populares (PASSOS, 2012). O quadro 04 apresenta os tipos mais comuns de cerveja, além de descrever outras características, como origem, coloração, teor alcoólico e nível de fermentação.

CERVEJA	ORIGEM	COLORAÇÃO	TEOR ALCOÓLICO	FERMENTAÇÃO
Pilsen	República Checa	Clara	Médio	Baixa
Dortmunder	Alemanha	Clara	Médio	Baixa
Stout	Inglaterra	Escura	Alto	Geralmente baixa
Porter	Inglaterra	Escura	Alto	Alta ou Baixa
Weissbier	Alemanha	Clara	Médio	Alta
Munchen	Alemanha	Escura	Médio	Baixa
Bock	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
Malzbier	Alemanha	Escura	Alto	Baixa

Quadro 4: Estilos de cervejas mais comuns.

Fonte: Adaptado de Carneiro (2010).

Existem relatos de que no Brasil, o hábito de consumir cerveja iniciou no século XIX, com Dom João VI, no período de estadia da família real. Por não haver cervejarias a nível nacional, estas eram importadas dos países europeus. Porém no ano de 1888 criou-se na cidade do Rio de Janeiro a “Manufatura de Cerveja Brahma Villigier e Cia”, anos depois na cidade de São Paulo, foi criada a “Companhia Antártica Paulista”, as quais, foram as primeiras cervejarias brasileiras (VENTURINI-FILHO, 2016).

Além do recorrente consumo da cerveja nos momentos de lazer, os estudos têm elucidado alguns benefícios desta para a saúde humana, quando consumida com moderação, visto que é rica em vitaminas e sais minerais, denotando propriedades

antioxidantes, sendo útil para a prevenção de doenças cardiovasculares e diabetes, dificultando a formação de litíases e osteoporose (SLEIMAN et al., 2010; OLIVEIRA, 2015; DA SILVA et al., 2022).

2.5 MATÉRIAS-PRIMAS PARA PRODUÇÃO DA CERVEJA

A cerveja é produzida a partir da água, lúpulo, malte de cevada e leveduras. Esta bebida é resultante do processo fermentativo dos açúcares presentes no mosto, o que por intermédio das leveduras, produzirá CO₂ e álcool (ROSA; AFONSO, 2015; DE SOUZA et al., 2022).

2.5.1 Água

Tem-se a água como o componente mais abundante para a fabricação da cerveja, uma vez que esta representa cerca de 90 a 95% do volume final da bebida. Os íons da água possuem atividade essencial na síntese do mosto, sendo úteis para a nutrição das leveduras, além de influenciar no pH, sedimentação de proteínas e aroma da cerveja. Por outro lado, quando em volumes aumentados, a água poderá inibir a ação das leveduras ou empregar um aroma indesejável na cerveja (MACHADO, 2017).

Para o emprego na cerveja a água deverá ser filtrada, sem cloro, cheiro ou sabor, livre de contaminações e impurezas. Outro aspecto importante é o pH da água, sendo ideal entre 5,3 e 5,5, o qual facilita a atividade enzimática, aumentando o rendimento de maltose e conseqüentemente o volume alcoólico. Um pH alcalino, por sua vez, possibilitará a dissolução de materiais presentes no mosto e nas cascas dos cereais, empregando na bebida aspectos sensoriais indesejados (BATISTA, 2014).

2.5.2 Malte

A definição do termo malte correlaciona-se a matéria prima obtida após germinação de um determinado cereal, sob condições controladas, tendo como o mais comum o malte da cevada. O motivo principal que envolve a utilização do malte de cevada para a produção da cerveja, se dá pelo seu alto poder enzimático, bem como a alta atividade de invertase, além de sua influência ao sabor, cor e cheiro da bebida. O malte contém várias enzimas, como a α -amilase, β -amilase, maltase e protease, sendo estas responsáveis pela conversão do amido em açúcares, que

posteriormente serão utilizados pelas leveduras para o processo fermentativo e produção de álcool. A portaria do Ministério da Agricultura nº 166 de abril de 1977, delibera a utilização do malte tipo Pilsen, Munique, Preto/torrado ou Caramelo (RODRÍGUEZ et al., 2018; PIMENTA et al., 2020).

2.5.3 Lúpulo

O lúpulo (*Humulus lupulus* Linnaeus) é uma planta pertencente à ordem das Rosales e à família Cannabaceae, onde na cerveja, é utilizada para aplicação de características floreis e amargor na bebida. O gênero *Humulus* engloba três espécies, *H. lupulus*, *H. japonicus* e *H. yunnanensis*, porém apenas as espécies *H. lupulus* e *H. japonicus* são cultivados em larga escala (FAGHERAZZI et al., 2018; DURELLO et al., 2019).

O motivo do emprego do lúpulo na cerveja pela primeira vez, se deu intuindo a conservação da bebida, porém o seu uso nos dias atuais se refere as propriedades sensoriais que o mesmo aplica na cerveja, seja o amargor ou o aroma. O amargor é resultante das resinas amargas, já o aroma é obtido pelos óleos essenciais, ambos presentes nas glândulas de lupulina, contidas nos frutos e nas flores femininas do lúpulo. Não é apenas um constituinte químico do lúpulo que trará para a cerveja as características necessárias, mas sim a mistura de vários ácidos e resinas que o compõem (BATISTA, 2014; ARAÚJO, 2016).

2.5.4 Leveduras

Para a produção de cerveja, a levedura utilizada é a *Saccharomyces cerevisiae* spp., um microrganismo unicelular que pertence à família Saccharomycetaceae, destacando-se por suas características e atribuições específicas. Na indústria cervejeira, *Saccharomyces cerevisiae* é empregado na fermentação, sendo responsável pela conversão do açúcar contido no mosto em álcool e CO₂. A reprodução das leveduras acontece por gemulação, e ao final do processo fermentativo estas podem se comportar de duas maneiras, decantar (sendo nomeadas de leveduras de baixa fermentação, produzindo cervejas lager) ou flotular para a superfície (sendo qualificadas como leveduras de alta fermentação, dando origem às cervejas ale) (COELHO NETO et al., 2020; PINA et al., 2022).

Leveduras cervejeiras podem utilizar vários tipos de carboidratos, porém existe uma variabilidade entre as cepas. Cepas definidas como “Ale” de *S. cerevisiae*

conseguem fermentar: sacarose, glicose, maltose, frutose, rafinose, galactose, maltotriose e trealose. Já as cepas “lager” de *S. cerevisiae* se diferem pelo potencial de fermentar melibiose. Além disso, *S. cerevisiae* var. *diastaticus* pode fermentar dextrinas (BORTOLI et al., 2013; BATISTA, 2014).

2.5.5 Uso de adjuntos cervejeiros

A produção tradicional da cerveja se dá por meio da utilização de água, lúpulo, malte de cevada e leveduras, porém, uma parte do malte utilizado na síntese da cerveja poderá ser substituído por outras fontes de carboidratos, sendo estas, caracterizadas como adjuntos cervejeiros (ROSA; AFONSO, 2015; DE SOUZA et al., 2022).

Vários são os motivos que levam a inclusão dos adjuntos para a formulação da cerveja, dentre eles estão questões econômicas, visto que a importação do malte gera maiores custos, podendo então diminuir os gastos empregados à bebida, além da aplicação de incentivo à agricultura local, uma vez que podem ser incluídos espécies botânicas de cultivo local. No Brasil, dentre os principais adjuntos utilizados destaca-se o milho, pois além de ser produzido abundantemente, adiciona características específicas à cerveja, como leveza e frescor (MULLER et al., 2021; PEREIRA, 2022).

No Brasil, a partir do ano de 1860 houve um aumento no surgimento das cervejarias, o que alavancou a produção de cerveja, entretanto, com a Primeira Guerra Mundial, e a impossibilidade de aquisição do malte e do lúpulo, os quais eram importados da Áustria e Alemanha, houve uma maior dificuldade de obtenção das matérias-primas, fazendo com que os cervejeiros adaptassem a produção, utilizando como insumo o milho, trigo, arroz e outros (POELMANS; SWINNWN, 2012; COELHO-COSTA, 2015; ARAÚJO et al., 2022).

Os adjuntos cervejeiros podem ser classificados em dois tipos, baseando-se na sua forma de inclusão no processo de síntese, sendo eles os adjuntos amiláceos e os adjuntos sacarídeos. Os adjuntos amiláceos são aqueles que necessitam ser adicionados na fase de mosturação, visto que precisam passar pela etapa amilolítica da brassagem. Os adjuntos sacarídeos, por sua vez, não possuem amido em sua composição, apenas açúcares fermentáveis, não carecendo passar pela etapa de “quebra enzimática” (MULLER et al., 2021).

O objetivo primário da utilização de adjuntos para a síntese da cerveja, se dá, intuindo a diminuição dos custos na produção, entretanto, não se resume a esse aspecto. Os adjuntos cervejeiros empregam à bebida características organolépticas específicas, possibilitando a produção de cerveja em larga escala, principalmente nas regiões onde há carência ou dificuldade de aquisição da cevada e/ou do malte. A utilização de adjuntos traz também vantagens físico-químicas para a cerveja, pois, na grande maioria das vezes, o baixo teor polifenólico e proteico emprega uma maior estabilidade coloidal à bebida, o que impacta positivamente na durabilidade da mesma (DONADINI et al., 2016; TADEI et al., 2020).

2.6 PRODUÇÃO DA CERVEJA

Baseando-se na legislação brasileira (artigo 46 da Lei nº 8.918 de 14 de julho de 1994 em consonância ao decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009) a definição de cerveja é empregada como uma bebida carbonatada resultante da fermentação alcoólica de um mosto, este constituído inicialmente por água potável, malte de cevada, leveduras (do gênero *Saccharomyces*) e lúpulo. O lúpulo e o malte de cevada poderão ser substituídos por seus extratos, ou ainda, parte do malte de cevada, poderá ser compensado pela adição de adjuntos cervejeiros, onde nesse caso, não poderá ultrapassar 45% da matéria prima primitiva. O mosto é rico em nutrientes, possui pH que varia entre 5,3 a 5,5 e contém grande quantidade de oxigênio, sendo um meio com condições ideais para o crescimento microbiano. Cabe ressaltar que o lúpulo da composição apresenta atividade bactericida, o que resulta em uma limitação de espécies contidas na solução (OLIVEIRA et al., 2015; VIROLI et al., 2015).

Para o preparo do mosto serão seguidas as seguintes etapas: I- Moagem do malte; II- Mosturação III- Filtração e lavagem; IV- Adição do lúpulo; V- Fervura do mosto; VI- Resfriamento e aeração. Todas estas etapas estão contidas no processo de brasagem, que engloba a moagem, mosturação, fervura, filtração e resfriamento. Cabe destacar que na etapa de aquecimento/mosturação, o amido será convertido em monossacarídeos a partir da enzima contida no malte. A etapa de fervura do mosto possibilita a dissolução do lúpulo, solubilização, isomerização e esterilização dos constituintes e nas etapas de resfriamento e aeração haverá a introdução forçada de oxigênio, para melhores condições de fermentação pelas leveduras. Subsequente as etapas, haverá o processo de VII- Fermentação; VIII- Maturação; IX- Filtração; X- Carbonatação e XI- Envase (CARNEIRO, 2010; COSTA, 2014; GERBER, 2022).

De forma resumida, o processo de produção da cerveja envolve três fases: A primeira se destina a síntese do mosto (moagem do malte, maturação, filtragem e fervura); A segunda abrange a Fermentação (indo desde a fermentação propriamente dita à maturação); e concluindo com a terceira etapa, também denominada de finalização ou processo de pós-tratamento da cerveja (filtração, carbonatação e envase) (TROIAN et al., 2020). Na figura 3 estão contidas as etapas primordiais para produção da cerveja.

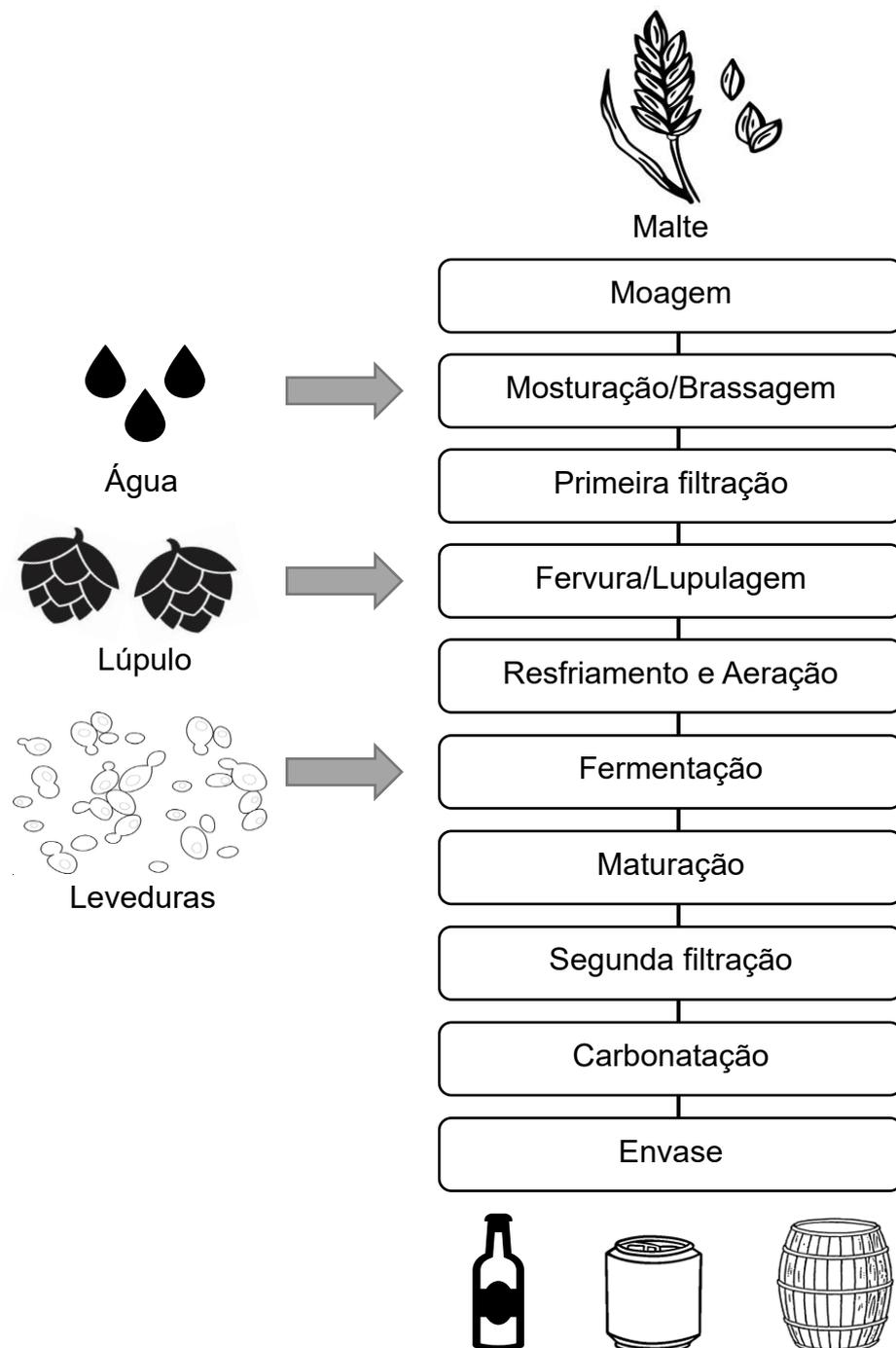


Figura 3: Etapas de produção da cerveja.

2.6.1 Moagem

A moagem é descrita como um processo físico que consiste em cortar e/ou danificar os grãos, aumentando a superfície de contato, de modo que o material do endosperma fique exposto para a ação enzimática (COSTA, 2014; COELHO NETO et al., 2020).

Para que haja uma moagem de excelência o malte deverá seguir algumas características, como: não apresentar grãos inteiros ou com partículas de endosperma unidos à casca, maior parte das cascas deverão está rasgadas de forma longitudinal, uniformidade entre o tamanho das partículas de endosperma e uma quantidade pequena de farinha fina. Cabe destacar que as cascas do malte serão uteis para a formação de uma camada filtrante, que antecede a etapa de filtração do mosto. Existem dois tipos de moagem, a seca e a úmida, diferidas por meio da umidade do malte, onde, na moagem úmida as cascas estarão mais flexíveis, resultando em uma maior integridade das mesmas e uma menor aderência ao endosperma (ARAÚJO, 2016).

2.6.2 Mosturação

Conhecida também como brassagem, é o processo onde há a adição de água quente no malte e/ou adjuntos, a fim de hidratá-los, ativando assim suas enzimas e convertendo o amido dos grãos em açúcares fermentescíveis (mostura). A temperatura máxima ideal não deverá exceder os 72° C, visto que o aumento poderá inativar enzimas, essenciais para as etapas posteriores (HENRIQUE, 2018).

A mosturação pode ser conduzida em três etapas, quer seja a infusão, a decocção, ou a união das duas técnicas. Na decocção apenas uma parte da mistura será encaminhada para fervura, o que posteriormente deverá ser unido ao restante do mosto, aumentando assim a solução combinada, possibilitando uma maior extração de amido. A infusão, por sua vez, é realizada a partir do aquecimento de toda a mistura, a qual permanecerá na mesma temperatura por um período pré-determinado e logo em seguida, elevada a temperatura final (GERBER, 2022).

2.6.3 Filtrações

Posterior ao processo de mosturação, se terá uma mistura contendo substâncias dissolvidas e não dissolvidas, onde a parte insolúvel denomina-se bagaço, e a aquosa, mosto ou extrato líquido. A filtração será primordial para remoção das cascas do malte e adjuntos que ainda estiverem contidas na mostura (após esse feito, a mesma torna-se mosto). Como apenas o extrato líquido (mosto), será empregado para síntese da cerveja, mais de uma filtração poderá ser realizada culminando na clarificação do mesmo (OLIVEIRA et al., 2015; NETO et al., 2017).

Comumente, o processo de filtração cursa em duas etapas. Na primeira etapa a fração líquida passa pelo leito filtrante, originando o mosto primário. Já na segunda etapa, os resíduos sólidos serão lavados, nesta fase utiliza-se de água a uma temperatura de 75° C, possibilitando que o extrato retido à torta seja recuperado, permitindo ainda um maior rendimento ao processo (REITENBACH, 2010).

Durante a produção da cerveja, duas filtrações poderão ser realizadas, a segunda, acontece após o processo de maturação, onde adiciona-se terra diatomácea à cerveja madura, removendo as partículas em suspensão, além de absorver substâncias que empregam coloração desagradável a bebida. Esta última filtração finaliza, ao ser observado translucidez na cerveja (TROIAN et al., 2020; DE SOUSA ALVEZ et al., 2021).

2.6.4 Fervura e adição do lúpulo

A fervura do mosto promove a desnaturação de proteínas, eliminação de compostos sulfurosos, escurecimento e esterilização (reação de Maillard). É na fervura que o lúpulo será adicionado, haverá solubilização dos óleos essenciais e constituintes do lúpulo. O lúpulo pode ser adicionado ao mosto em dois momentos, no início da fervura (empregando ao mosto amargor) e no final da fervura (empregando aroma característico de cerveja). Além da elevada temperatura, a inclusão do lúpulo confere seletividade de microrganismos à mistura, visto que o mesmo detém de uma atividade antisséptica. A inclusão do lúpulo durante a ebulição se faz de forma estratégica, pois quando submetido a cerca de 100°C, os α -hidroxiácidos sofrem isomerização, resultando em isoalfa-hidroxiácidos. Em suma, a fervura pode durar entre 60 a 90 minutos, e cerca de mais 30 minutos para o seu aquecimento (HIERONYMUS, 2012; ROSA; AFONSO, 2015).

2.6.5 Resfriamento e aeração

Subsequente à etapa de fervura, haverá a formação de um trub quente e dejetos do lúpulo suspenso no mosto, estes constituintes deverão ser removidos, garantindo qualidade em sabor e estabilidade coloidal. Outro fato que corrobora para a necessidade de remoção do trub é que este pode interferir na atividade das leveduras, diminuindo o êxito na fermentação. Posterior a este feito, o mosto será adicionado aos trocadores de calor, em uma temperatura que pode variar entre 9 a 15° C, para um resfriamento seguro, cabe destacar que à medida que o mosto resfria, há formação do trub frio. Para que as leveduras se reproduzam eficientemente, faz-se necessário que o mosto possua uma quantidade de oxigênio que propicie o crescimento microbiano, o que após a fervura é removido, a etapa de aeração será mediada pela indução forçada de oxigênio atmosférico no mosto, tornando-o ideal para o desenvolvimento das leveduras (DE SOUZA AZEVEDO; DE SOUZA, 2021).

2.6.6 Fermentação

A fermentação é a conversão dos açúcares fermentáveis em dióxido de carbono e álcool etílico, a partir do metabolismo das leveduras. Além destes produtos, outros como álcoois aromáticos e superiores, ácidos orgânicos, ésteres, compostos carbonilados, como o diacetil, compostos com enxofre, também estarão presentes, sendo que todo o conjunto, influenciará diretamente sob o aroma, sabor e qualidade final da cerveja. Algumas alterações físico-químicas também podem acontecer indo desde a diminuição do pH do mosto, alteração na coloração e redução da quantidade de oxigênio. Ainda assim, algumas cervejas podem possuir notas frutadas, obtidas por ésteres, sendo os fenóis os responsáveis pelas notas de especiarias (ALMEIDA, 2021).

A levedura cervejeira é o agente (bioagente) que converte o mosto em cerveja. Durante o processo de fermentação, a massa de levedura irá se multiplicar entre 3 e 5 vezes no reator. Após o término desta etapa, inicia-se um período de repouso em temperaturas reduzidas, onde acontecerá a precipitação da massa de células, que deverá ser removida. Essa mesma massa celular, poderá ser reutilizada, sendo introduzida novamente nos tanques de fermentação, porém, existe uma quantidade

limite para a reutilização, sem que infira na qualidade da cerveja (FERREIRA et al., 2010; OLAJIRE, 2020).

As leveduras podem ser divididas em três tipos, sendo as leveduras de alta fermentação, baixa fermentação e selvagens. No que se destina a produção de tipo Ale, há a utilização de cepas com potencial de fermentação em temperaturas elevadas, sendo então denominadas de alta fermentação, comumente associada pela inoculação da *Saccharomyces cerevisiae*. Para a síntese de uma cerveja do tipo Lager, são empregadas cepas de *Saccharomyces carlsbergensis*, onde estas se encontram estáveis em temperaturas diminuídas, recebendo o nome de baixa fermentação. Por fim, para a produção de cervejas do tipo Lambic, são utilizadas leveduras selvagens, sendo a espécie mais comum a *Brettanomyces*, o termo selvagem, nesse caso, se associa ao desenvolvimento espontâneo desta levedura no mosto, uma vez que não são adicionadas, mas por serem mantidas em contato com o ar ambiente, acaba permitindo essa inclusão (COSTA et al., 2012; PINTO, 2018).

Caso haja a inoculação de pequenas quantidades de levedura, a etapa de fermentação acontecerá de forma lenta (adaptação). Por outro lado, a adição exacerbada de leveduras, promoverá um consumo exagerado de nutrientes, culminando em um baixo crescimento microbiano e formação acentuada de alguns ésteres (acetato de etila), modificando o sabor final da bebida (aroma frutado). A suspensão do pitching pode ser mediado de duas maneiras, por meio de uma cultura sólida, ou através da levedura liofilizada, onde no último caso, necessitará de uma hidratação prévia, por meio da adição de água mineral. Se tratando de uma cepa de leveduras ideal, a mesma deverá estar em suspensão durante a fermentação, floculando ou decantando ao final do processo, deixando a bebida mais clarificada que o sedimento (OLIVEIRA et al., 2015).

2.6.7 Maturação

Após o processo de fermentação e com a remoção do fermento, instaura-se a fase de maturação, onde a temperatura do tanque é diminuída, esse processo dura em média 72 horas. No que se refere a fermentação da cerveja, esta é classificada em fermentação primária e secundária, intuindo a clarificação da bebida a partir da precipitação de leveduras e a formação de polifenóis e complexos proteicos, além de maturar a bebida, permitindo um melhor aspecto sensorial. Porém, é na maturação

da bebida, que se inicia logo após a fermentação primária e percorre mesmo depois do término da fermentação secundária, que vários fenômenos acontecerão. A maturação possibilita a efetivação de reações físico-químicas que mudarão aspectos visuais da cerveja, além de realçar as características aromáticas e sensoriais da cerveja, sendo então considerada por muitos cervejeiros como a fase de acabamento/afinamento da cerveja. Após a maturação, uma nova filtração poderá ser realizada (SLEIMAN et al., 2010; DE SOUZA, CARVALHO, 2022).

2.6.8 Carbonatação

A carbonatação é uma reação que acontece durante a produção da cerveja, sendo proveniente da dissolução de dióxido de carbono (CO_2) na água (H_2O) presente na bebida, esta se instaura durante a fermentação secundária, onde parte do CO_2 é produzido a partir das leveduras, porém métodos mecânicos também podem realizar essa adição. A carbonatação mecânica pode ser realizada de duas maneiras, por meio da injeção do gás carbônico a partir da pressurização, ou ainda utilizando o priming (muito utilizado para produção de cervejas artesanais), onde adiciona-se açúcar a cerveja não filtrada e um posterior envasamento, permitindo que as leveduras fermentem esse açúcar disponível, gerando uma quantidade maior de CO_2 , que por estar fechado e conseqüentemente pressurizado, se incorporará a bebida (FILHO, 2010; SLEIMAN et al., 2010).

O sistema mecânico para carbonatação da cerveja é constituído de um sensor de controle e um injetor especializado. O sensor atua sob o princípio da lei de Henry, a qual retrata que: “A temperatura constante, a quantidade de um tipo de gás que se dissolve num tipo e volume de líquido é diretamente proporcional à pressão parcial do mesmo gás em equilíbrio com o mesmo líquido” (SILVA, 2019).

$C = k P_{\text{gás}} \quad (1.5)$ <p>Onde,</p> <ul style="list-style-type: none"> • C= solubilidade de um gás (a temperatura fixa) em um determinado solvente (M/L); • k= Constante de Henry (M/atm); • $P_{\text{gás}}$= Pressão parcial do gás (atm).
--

Figura 4: Regra baseada na lei de Henry.

Fonte: Adaptado de SILVA, (2019).

2.6.9 Envase

Logo após todas as etapas de produção da cerveja, a mesma poderá ser envasada, nas quatro principais possibilidades, seja em garrafas, latas, tanques ou em barris inoxidáveis, dependendo da forma que será comercializada. Todas as formas de envasamento devem seguir parâmetros de sanitização, além da remoção de todo o oxigênio presente, evitando a contaminação por microrganismos e o consequente surgimento de defeitos advindos da oxidação da bebida, garantindo um maior tempo de prateleira. Após o envasamento, a cerveja é submetida a pasteurização, onde a bebida já envasada é submetida a temperaturas elevadas, por um pequeno espaço de tempo, eliminando os microrganismos e evitando possíveis contaminações (GADOTTI et al., 2015; PINTO et al., 2015; OLIVER, 2020).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Foi realizada uma Revisão Sistemática, abordando a atividade biológica do feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), bem como a sua possibilidade de uso como suplemento para o mosto cervejeiro. O mesmo foi elaborado seguindo os parâmetros estabelecidos pelo PRISMA 2020, disponível em: (<https://www.prisma-statement.org/>), para uma posterior obtenção dos materiais que referenciassem o tema proposto.

3.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

A busca de estudos foi realizada por meio do uso das bases de dados: National Library of Medicine (PubMed), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Scholar. Onde foi pré-estabelecido um recorte temporal de 13 anos (2010 a 2023), os materiais foram selecionados por meio da utilização dos termos em português: “Cerveja”, “Adjunto cervejeiro”, “(*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)” e “Bebidas fermentadas”; além dos termos em inglês: “Beer”, “Brewing assistant”, “(*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)” e “Fermented drinks”. Além disso houve a aplicação de critérios de inclusão e exclusão.

Dentre os critérios de inclusão, foram abrigados estudos completos, com caráter de originalidade, publicados no idioma português ou inglês, e obedecendo ao recorte temporal. Quanto aos critérios de exclusão, foram descartados resumos de congressos, estudos incompletos ou duplicados e redigidos em idiomas diferentes dos apontados (português ou inglês). Ao final da busca foram selecionados artigos, dissertações de mestrado, teses de doutorado e livros, os quais compõem o presente estudo.

3.3 SELEÇÃO DE ARTIGOS E EXTRAÇÃO DOS DADOS

O processo de seleção de artigos e materiais para a constituição do presente estudo foi estabelecido da seguinte maneira: (1) leitura exploratória; (2) leitura seletiva; (3) exclusão de materiais inapropriados para o perfil do estudo; (4) seleção de materiais em conformidade com os objetivos do trabalho.

As etapas 1, 2 e 3 resultaram na seleção de 114 conteúdos, os quais, posterior a extração dos dados, os informes de interesse foram empregados na constituição do

presente estudo, seja nos textos, quadros ou figuras, de maneira a permitir especificações dos itens e facilitar a análise comparativa dos estudos. A figura 5 ilustra os passos metodológicos do presente estudo.

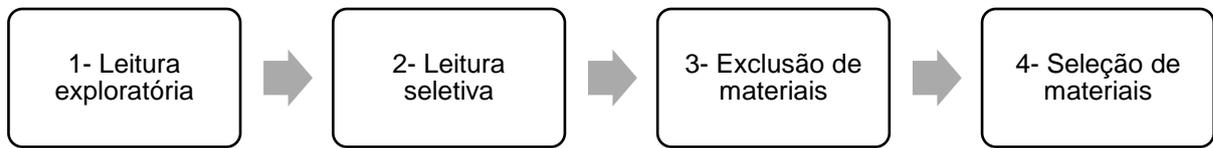


Figura 5: Esquematização dos passos metodológicos.

4 RESULTADOS

Os resultados iniciais da busca, nos dois idiomas e nas três plataformas, totalizaram 360.067 conteúdos, destes, 22.090 contidos no PubMed, 187 no SciELO e 337.790 no Google Scholar. Os dados estão expressos no quadro 5 e 6, sendo o quadro 5 o número de conteúdos encontrados nas plataformas citadas, por meio da busca utilizando os termos em português e no quadro 6 a partir da busca mediada pelos termos em inglês.

Palavras-chave	PubMed (n)	SciELO (n)	Google Scholar (n)
Cerveja	03	57	18.600
Adjunto Cervejeiro	-	01	4.590
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp	117	02	14.900
Bebida fermentada	01	16	15.500

*(n): Número de artigos ou materiais encontrados.

*(-): Não encontrado.

Tabela 1: Número de artigos utilizando os termos em português.

Keywords	PubMed (n)	SciELO (n)	Google Scholar (n)
Beer	20.978	96	251.000
Brewing assistant	105	02	14.400
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp	117	02	14.900
Fermented drinks	886	13	18.800

*(n): Número de artigos ou materiais encontrados.

Tabela 2: Número de artigos utilizando os termos em inglês.

4.1 COMPROVAÇÕES DAS ATIVIDADES BIOLÓGICAS DE *Cajanus cajan*

O gênero *Cajanus*, engloba 37 espécies, sendo a *Cajanus cajan* a mais difundida. Trata-se da sexta leguminosa mais popular, cultivada nas regiões semiáridas e subtropicais de todo o mundo. As sementes de *Cajanus cajan* são muito utilizadas para a alimentação humana, uma vez que apresentam um alto valor nutricional, sendo ricas em carboidratos e proteínas como: fenilalanina, lisina, treonina e valina (FERNÁNDEZ-SOSA et al., 2021).

Para Wei et al., (2013) a composição e concentrações bioativa da planta é o que determina seus efeitos terapêuticos. Em *Cajanus cajan*, os principais ativos mensurados são os pertencentes aos grupos dos compostos fenólicos, estibenos e flavonoides. O quadro 5 apresenta as principais atividades biológicas de (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.).

AUTOR/ANO	TÍTULO	ATIVIDADE BIOLÓGICA	DESCRIÇÃO
EZIKE et al., (2010)	Experimental evidence for the antidiabetic activity of <i>Cajanus cajan</i> leaves in rats	Antidiabética	Avaliação da atividade antidiabética do extrato metanol das folhas de <i>Cajanus cajan</i> , em ratos aloxano-diabéticos e em ratos carregados com glicose oral. Os resultados mostraram efeitos benéficos de <i>C. cajan</i> na terapia antidiabética, reduzindo significativamente a glicemia de ambos os ratos estudados.
LUO et al., (2010)	Cajanol, a novel anticancer agent from Pigeonpea [<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.] roots, induces apoptosis in human breast cancer cells through a ROS-mediated mitochondrial pathway	Anticâncer	Primeiro estudo demonstrando a atividade citotóxica de <i>Cajanus cajan</i> em células cancerígenas, de forma in vitro. Utilizou-se do Cajanol, sob células de câncer de mama humano MCF-7. Como resultados, o Cajanol inibiu o crescimento celular, interrompeu o ciclo celular na fase G2/M e induzir a apoptose.
ALVAREZ-MERCADO et al., (2015)	In vitro antihelmintic effect of fifteen tropical plant extracts on excysted flukes of <i>Fasciola hepatica</i>	Anti-helmíntico	Dentre os vários extratos de plantas avaliados de forma in vitro, o extrato de <i>Cajanus cajan</i> demonstrou atividade anti-helmíntica sob a fasciola hepática.
Jl et al., (2016)	Design and Synthesis of Cajanine Analogues against Hepatitis C Virus through Down-Regulating Host Chondroitin Sulfate N-Acetylgalactosaminyltransferase 1.	Antiviral	No presente estudo, a cajanina (um componente isolado de <i>Cajanus cajan</i>), apresentou atividade inibitória sob a replicação do vírus da hepatite C, por meio da regulação negativa da proteína celular condroitina sulfato N-acetilgalactosaminiltransferase 1.

SCHUSTER et al., (2016)	<i>Cajanus cajan</i> - a source of PPAR γ activators leading to anti-inflammatory and cytotoxic effects	Citotóxica e anti-inflamatória	Os compostos bioativos de <i>Cajanus cajan</i> apresentaram efeito anti-inflamatório em macrófagos e em contrapartida, atividade citotóxica em três linhagens celulares de câncer (adenocarcinoma cervical humano HeLa, adenocarcinoma colorretal humano CaCo-2 e adenocarcinoma de mama humano MCF-7).
SHAMSI et al., (2018)	Trypsin Inhibitors from <i>Cajanus cajan</i> and Phaseolus limensis Possess Antioxidant, Anti-Inflammatory, and Antibacterial Activity	Antioxidante	Estudo mediado pela utilização de inibidores de tripsina de duas fontes vegetais, dentre elas a <i>Cajanus cajan</i> . O potencial antioxidante foi destinado ao poder antioxidante redutor dos íons férricos (FRAP) e 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH), resultando na eliminação de radicais livres.
CHANG et al., (2019)	The Cholesterol-Modulating Effect of Methanol Extract of Pigeon Pea (<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp.) Leaves on Regulating LDLR and PCSK9 Expression in HepG2 Cells.	Hipocolesterolêmico	Utilização do extrato metanólico das folhas do feijão guandu, onde foi observada a atividade hipocolesterolêmica, de modo que houve a redução da proteína HNF-1 α nuclear e supressão da expressão do gene PCSK9, causando aumento do nível de LDLR e da atividade de captação de LDL nas células hepáticas, culminando na redução do colesterol.
BALIDA et al., (2022)	Antibiotic Isoflavonoids, Anthraquinones, and Pterocarpanoids from Pigeon Pea (<i>Cajanus cajan</i> L.) Seeds against Multidrug-Resistant <i>Staphylococcus aureus</i>	Antibacteriana	Investigação da atividade antibacteriana das sementes de <i>C. cajan</i> as quais mostraram-se eficazes sob cepas de <i>S. aureus</i> (cepas multirresistentes e cepas coagulase-negativas).
BRAVO et al., (2022)	Isolation, purification and characterization of the antibacterial, antihypertensive and antioxidative properties of the bioactive peptides in the purified and proteolyzed major storage protein of pigeon pea (<i>Cajanus cajan</i>) seeds	Anti-hipertensiva	Os resultados explanaram uma atividade anti-hipertensiva e antioxidante da cajanina extraída das sementes do feijão guandu. Na análise in sílico, observou-se a presença de 41 peptídeos anti-hipertensivos e nove antioxidantes.
DINORE et al., (2022)	GC-MS and LC-MS: an integrated approach towards the phytochemical evaluation of methanolic extract of	Antifúngica	Os resultados elucidaram que o extrato das folhas de <i>Cajanus cajan</i> demonstrou inibição marcante sob o

	Pigeon Pea [<i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp] leaves		fungo <i>Candida albicans</i> , de modo que o extrato se mostrou mais potente quando comparado a droga padrão (Griseofulvina).
ELEMO et al., (2022)	Underutilized legumes, <i>Cajanus cajan</i> and <i>Glycine max</i> may bring about antisickling effect in sickle cell disease by modulation of redox homeostasis in sickled erythrocytes and alteration of its functional chemistry	Antifalciforme e antioxidante	Avaliação do potencial antifalciforme dos extratos aquosos de <i>Cajanus cajan</i> e <i>Glycine max</i> , onde foram testados os extratos de forma isolada e misturados. A união dos extratos demonstrou um melhor efeito, inibindo a atividade falciformes em eritrócitos falciformes. Além disso, o blend estimulou o potencial antioxidantes das enzimas endógenas, modificando a química funcional.
NWAECHIEFU et al., (2022)	<i>Cajanus cajan</i> ameliorated CCl4-induced oxidative stress in Wistar rats via the combined mechanisms of anti-inflammation and mitochondrial-membrane transition pore inhibition	Hepatoprotetor	O uso do extrato da folha de <i>Cajanus cajan</i> induziu ação hepatoprotetora na lesão hepática induzida por CCl4 a partir da inibição da abertura dos poros mPT, além disso, demonstrou prevenção do estresse oxidativo hepático induzido por CCl4 e supressão da resposta inflamatória, podendo ser útil para a quimioprevenção de lesões hepáticas.
TAN et al., (2022)	Stilbenes from the leaves of <i>Cajanus cajan</i> and their in vitro anti-inflammatory activities	Anti-inflamatória	Estudo baseado na extração de dezoito estilbenos das folhas de <i>Cajanus cajan</i> , os quais posteriormente, foram avaliados <i>in vitro</i> quanto a atividade anti-inflamatória. Cinco dos dezoito estilbenos isolados demonstraram supressão da secreção de óxido nítrico em células RAW264.7 induzidas por lipopolissacarídeos sem exibir citotoxicidade substancial.

Quadro 5: Atividade Biológica de *Cajanus cajan*.

4.2 PRINCIPAIS ADJUNTOS CERVEJEIROS

Vários são os adjuntos que podem ser utilizados na produção da cerveja. Cadenas et al., (2021) descrevem que os adjuntos mais utilizados são o milho, arroz, trigo, sorgo e cevada, substratos que empregarão a bebida carboidratos e proteínas

úteis para o processo de produção da cerveja. O barateamento dos custos da produção também é relatado pelo autor, o qual exemplifica o uso de 30% de milho como adjunto, resultando na redução de até 8% do custo total para o desenvolvimento da bebida. Os autores ainda destacam que a escolha dos adjuntos deve ser muito criteriosa, para que haja manutenção dos padrões de qualidade da bebida. No quadro 6 estão contidos os principais adjuntos utilizados na produção da cerveja.

AUTOR/ANO	TÍTULO	ADJUNTO	DESCRIÇÃO
DE OLIVEIRA et al., (2015)	Estudo do uso de adjuntos em mosto cervejeiro	Sorgo	Assim como o milho, o sorgo é muito utilizado como adjunto cervejeiro, uma vez que são muito mais baratos e com composição muito semelhante, estes, podem substituir em até 25% o malte de cevada, sem alterar a aparência e sabor da bebida.
DOS REIS (2016)	Produção e análise de cerveja artesanal utilizando adjunto de milho cultivado na região centro-oeste brasileira	Milho	O presente trabalho objetivou, sintetizar uma cerveja por meio do uso do milho safrinha na forma de flocos, como adjunto, o mesmo foi adicionado com o malte na etapa de mosturação a partir do método de infusão.
NOGUEIRA (2016)	Uso de algaroba (<i>Propopis juliflora</i>) como adjunto do malte na elaboração de cerveja artesanal	Algaroba	Estudo baseado na utilização da Algaroba (<i>Prosopis juliflora</i>) como adjunto para elaboração de cerveja. Como resultados observou-se o aumento na composição centesimal para proteínas, pH e cinzas nas cervejas elaboradas.
GUIMARÃES (2017)	Influências do uso de flocos de milho e arroz como adjuntos no processo cervejeiro	Flocos de milho e de arroz	Tanto o arroz quanto o milho, são excelentes opções para uso como adjunto, em vários aspectos, seja pela sua oferta maciça para aquisição, ou pela viabilidade econômica. Como resultado sensorial, a cerveja com flocos de arroz teve uma maior aceitabilidade do que a feita com flocos de milho. Em comparação a bebida puro malte, a inclusão dos cereais possibilitou uma redução de 15% dos custos.
KEMPKA et al., (2017)	Produção de cerveja artesanal tipo ale utilizando mel de diferentes floradas como adjunto	Mel de diferentes floradas	Uso do mel como adjunto cervejeiro, visto que o mesmo possui grandes percentuais de açúcares fermentescíveis, além de compostos aromáticos. Sendo então

			utilizados: o mel silvestre, mel de uva japonesa e mel de eucalipto.
TOZETTO et al., (2017)	Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre <i>Zingiber officinale</i>	Gengibre	Cerveja produzida a partir do uso do gengibre (<i>Zingiber officinale</i>) como adjunto, objetivando a produção de uma cerveja com um grau considerável de leveza em relação ao teor de extrato e álcool.
CASTRO (2018)	Avaliação dos processos de produção de cervejas super concentradas elaboradas com xarope de milho e xarope de cana, utilizados como adjuntos de malte	Xarope de milho e xarope de cana	Por meio do planejamento experimental, o xarope de milho e de cana foram utilizados como adjunto cervejeiro em diferentes concentrações e temperaturas, resultando na produção da bebida. As cervejas foram comparadas com as cervejas comerciais e após análise sensorial, obtiveram melhores pontuações.
MULLER (2018)	O controle oficial de fraudes em cerveja no Brasil – estudo de caso	Aveia	A aveia (<i>Avena sativa</i>) como possibilidade de inclusão como adjunto cervejeiro. Este cereal, emprega a cerveja características únicas, além de redução dos custos.
BRASIL (2019)	Caracterização e uso do trigo sarraceno (<i>Fagopyrum esculentum</i>) como adjunto na produção de cerveja	Trigo	Uso do trigo sarraceno (também conhecido como trigo mourisco) como adjunto para a produção de cerveja. No presente estudo o trigo sarraceno foi incluso na bebida de duas formas: <i>in natura</i> e malteado.
FERNANDES (2019)	Produção e caracterização de cerveja artesanal com adição de água de coco e caldo de cana	Água de coco e caldo de cana	Adição de caldo de cana e água de coco na produção de cerveja, o que resultou em uma grande aceitação, muito maior ao se comparar a aceitação da cerveja puro malte. Em suma, a adição desses adjuntos não afetou as características físico-químicas da bebida, modificando positivamente aspectos relacionados aos atributos sensoriais.
PARALOVO (2019)	Determinação de parâmetros físico-químicos de bebida fermentada de malte tipo cerveja produzida sem lúpulo e com adição de cacau	Cacau	O presente estudo foi mediado a partir da inclusão de cacau (nibs de cacau) em diferentes concentrações na etapa de mosturação. Além disso, a inclusão do lúpulo foi substituída pela adição do pau-tenente (<i>Quassia amara L.</i>) como agente de amargor.

ALVES et al., (2020)	Caracterização físico-química e avaliação e sensorial de cerveja pilsen produzida a partir de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz., 1766) submetida a diferentes adubações de solo	Mandioca	Foram utilizados subprodutos da mandioca como a polpa e a fécula sintetizadas a partir de diferentes plantios com o intuito do desenvolvimento de cerveja pilsen. A adição da mandioca possibilitou o barateamento da cerveja.
DE OLIVEIRA et al., (2021)	Elaboração de cervejas artesanais com o uso de adjuntos cervejeiros regionais e flores comestíveis	Farinhas de abóbora, batata doce e pétalas de flores comestíveis	No estudo em questão, foram sintetizadas cervejas artesanais do tipo <i>Americam Amber Ale</i> por meio da utilização de farinhas de abóbora (<i>Cucurbita moschata</i>), batata doce (<i>Ipomoea potatoes</i>), além de Pétalas de flores comestíveis, sendo elas rosas e laranjeiras.
OLIVEIRA et al., (2021)	Produção de bebida com os frutos do café maduro para o desenvolvimento de um novo estilo de cerveja	Café	Diante da ascendência na competitividade do mercado cervejeiro, o estudo em questão desenvolveu uma proposta de bebida com adição da poupa do fruto maduro do café, uma vez que este possui composição favorável para a produção de bebidas alcoólicas.
BRANDÃO (2022)	Produção e avaliação sensorial de cervejas de malte de cevada (<i>hordeum vulgare</i>) e malte de arroz branco (<i>oryza sativa</i>) utilizando feijão preto (<i>phaseolus vulgaris black turtle</i>) como adjunto	Feijão	Uma das etapas do estudo foi mediado pela utilização da farinha feijão preto (<i>Phaseolus vulgaris Black Turtle</i>) como adjunto para a produção de cerveja. Após produção, as cervejas foram avaliadas quanto aos aspectos sensoriais. Como resultados, as cervejas produzidas com malte de cevada e feijão preto foram aprovadas, já a bebida feita com malte de arroz e feijão não atingiram nota hábil para aprovação.

Quadro 6: Principais adjuntos cervejeiros.

Como exposto na tabela, existe uma grande variedade de adjuntos cervejeiros. Mariz et al., (2022) descrevem que os adjuntos mais utilizados são o milho, arroz, trigo, sorgo e cevada, substratos que empregarão a bebida carboidratos e proteínas úteis para o processo de produção da cerveja. O barateamento dos custos da produção também é relatado pelo autor, o qual exemplifica o uso de 30% de milho como adjunto, resultando na redução de até 8% do custo total para o desenvolvimento

da bebida. Os autores ainda destacam que a escolha dos adjuntos deve ser muito criteriosa, para que haja manutenção dos padrões de qualidade da bebida.

5 DISCUSSÃO

Para Wang et al., (2022) o crescimento econômico e melhoria do padrão de vida, levou ao aumento de inúmeras doenças crônicas na população, como as desordens metabólicas, os distúrbios neurológicos, inflamatórios, cardiovasculares e cerebrovasculares. Ferreira et al., (2022) retratam o potencial biológico dos produtos naturais, e suas aplicações farmacológicas, onde os mesmos podem ser úteis na formulação de novos medicamentos, visto que são utilizados desde anos passados. Os autores ainda explanam que em escala global, há cerca de 50.000 plantas detentoras de efeitos terapêuticos.

Tungmunnithum e Hano (2020) descrevem em seu estudo o uso de *Cajanus cajan* na medicina tradicional para finalidades terapêuticas, onde toda a planta é aproveitada, desde as folhas, flores, caule, raízes e sementes, úteis no tratamento de várias doenças. Além disso, Nwodo et al., (2011) relatam que no passado, a decocção das folhas de *Cajanus cajan* era utilizada para tratamento de sarampo e a decocção das flores para o tratar distúrbios menstruais, disenteria, bronquite, pneumonia e tosse.

Yang et al., 2020 explanam a variedade de benefícios farmacológicos do feijão guandu, enfatizando a atividade antibacteriana (sob as bactérias *E. coli*, *Staphylococcus aureus*, *Porphyromonas gingivalis* e *Streptococcus mutans*), além de hipoglicemiante, ao inibir a atividade de α -glicosidase e α -amilase.

Wu et al., (2011) demonstraram em seu estudo as propriedades antioxidantes de *Cajanus cajan*, protegendo contra danos ao Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e inibindo a xantina oxidase. O ácido cajaninstilbeno demonstrou atividade antioxidante maior que o resveratrol e o alopurinol.

Ashidi et al., (2010) em consonância com Wei et al., (2013) destacam em seus estudos o potencial farmacológico de *Cajanus cajan*, elucidando várias de suas atividades biológicas, como anticancerígena, antioxidante, antiplasmodial, hipoglicemiante, neuroprotetora, antimicrobiana e inseticida.

No que se refere a produção da cerveja, vários são os tipos de adjuntos que podem ser empregados, em relação ao uso do feijão guandu, Black et al., (2021) explanam a possibilidade de utilização dos grãos de leguminosas (Fabaceae), como ervilhas e feijões na produção de cerveja, uma vez que estas oferecem boas quantidades de amido, úteis para a indústria cervejeira e de destilação.

Black et al., (2019) por sua vez, destacam registros históricos do século XVII, que mostram o emprego de leguminosas na produção de cerveja, o que nos tempos modernos é visto com raridade. Entretanto, com um olhar sustentável, o cultivo das leguminosas, ao contrário da cevada, não necessita da aplicação de adubação nitrogenada, visto que estas possuem bactérias (rizóbios) que residem nos nódulos das raízes e conseguem realizar sua própria fixação de nitrogênio (conversão de gás nitrogênio da atmosfera em formas biologicamente disponível). Os autores ainda apresentam testes sensoriais e de aceitação de uma cerveja produzida a partir da farinha dos grãos do feijão Fava (*Vicia faba* L.), onde não foram observadas diferenças estatísticas significativas, ao se comparar a cerveja adjunta do feijão e a cerveja convencional, concluindo que o uso do feijão na produção da cerveja, não causa impactos negativos na aceitabilidade e sabor da bebida.

Para Brandão (2022), nas últimas décadas o universo cervejeiro foi impactado por um importante e positivo aumento, em consonância, a comercialização de cervejas especiais, produzidas com diferentes tipos de adjuntos também ganhou destaque. O autor subdivide os adjuntos cervejeiros em duas categorias, os adjuntos convencionais (onde são inclusos o arroz, trigo e milho), e os adjuntos não convencionais (grãos, semi-grãos, frutas, tubérculos e leguminosas). O mesmo relata que além da redução dos custos, o uso de adjuntos contribui significativamente para a melhoria das características sensoriais da bebida. Outro fato citado é a ascendência de casos de pessoas com restrições alimentares, como a intolerância ao glúten, muito expressiva na última década, fazendo do uso do feijão, bem como do arroz, boas alternativas, uma vez que possuem um teor de amido digestível considerável, baixo percentual de gordura, não contêm glúten, além de possuírem cascas, o que empregam cor e sabor específicos ao produto final.

Todos esses informes fazem-se acreditar na possibilidade e benefícios da utilização do feijão guandu como método suplementativo do mosto cervejeiro, o que requer de estudos e testagens para um melhor entendimento do uso da espécie em questão, além das reais contribuições sensoriais e demais características.

6 CONCLUSÃO

Em suma, baseando-se nos materiais utilizados para a construção do presente estudo, pode-se observar o potencial biológico de *Cajanus cajan*, uma vez que mediante sua composição bioativa, o mesmo detém de uma variedade de efeitos terapêuticos. A utilização de adjuntos para a produção da cerveja, tem sido uma alternativa favorável, por vários aspectos. Historicamente, os grãos de leguminosas foram empregados na síntese da cerveja, fazendo do feijão guandu um forte candidato para uma possível inclusão ao mosto cervejeiro, sendo então, uma boa opção econômica e ecológica, o que poderá empregar à bebida vários benefícios, como os seus efeitos medicinais, além da valorização do seu cultivado em escala regional.

REFERÊNCIAS

- ABEBE, Belete. The dietary use of pigeon pea for human and animal diets. *The Scientific World Journal*, v. 2022, 2022.
- ALMEIDA, Marcelle Balduino. *Caracterização de leveduras não-Saccharomyces com potencial para a produção de cervejas especiais*. 2021. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2021.
- ALVAREZ-MERCADO, José Manuel et al. In vitro antihelmintic effect of fifteen tropical plant extracts on excysted flukes of *Fasciola hepatica*. *BMC veterinary research*, v. 11, p. 1-6, 2015.
- ALVES, Wallison Sousa et al. Caracterização físico-química e avaliação e sensorial de cerveja pilsen produzida a partir de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz., 1766) submetida a diferentes adubações de solo. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 2, p. 7580-7599, 2020.
- ARAÚJO, Geiza Suzart. *Elaboração de uma cerveja ale utilizando melão de caroá [sicana odorífera (vell) naudim] como adjunto do malte*. 2016. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.
- ARAÚJO, Monique Cunha; BRANDÃO, Yago Fraga Ferreira; DE LIMA FILHO, Hilário JB. Estudo comparativo de metodologias para a determinação do amargor em cervejas artesanais e industriais. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 12, p. e338111234363-e338111234363, 2022.
- ASHIDI, J. S. et al. Ethnobotanical survey and cytotoxicity testing of plants of South-western Nigeria used to treat cancer, with isolation of cytotoxic constituents from *Cajanus cajan* Millsp. leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 128, n. 2, p. 501-512, 2010.
- AZEVEDO, Gláucia Santos Dias. *Efeito do espaçamento e de práticas culturais sobre o desenvolvimento de guandu (Cajanus cajan (L.) Mill)*. 2020. 53f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – Unesp, Jaboticabal, 2020.
- AZEVEDO RL et al. Feijão Guandu: Uma planta multiuso. *Rev Fapese*. v. 3, n. 1, p. 81-86, 2010.
- BALIDA, Lex Aliko P. et al. Antibiotic isoflavonoids, anthraquinones, and pterocarpanoids from pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) seeds against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. *Metabolites*, v. 12, n. 4, p. 279, 2022.
- BORTOLI, Daiane A. da S. et al. Leveduras e produção de cervejas: Revisão. *Bioenergia em Revista: Diálogos*, v. 3, n. 1, p. 45-58, 2013.
- BRANDÃO, E.H. *Produção e avaliação sensorial de cervejas de malte de cevada (hordeum vulgare) e malte de arroz branco (oryza sativa) utilizando feijão preto (phaseolus vulgaris black turtle) como adjunto*. 2022. 151f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2022.

- BRASIL, Viviane Cristina Buge. *Caracterização e uso do trigo sarraceno (Fagopyrum esculentum) como adjunto na produção de cerveja*. 2019. 84 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade de Brasília, Brasília, 2019.
- BATISTA, Raquel de Almeida. *Produção e avaliação sensorial de cerveja com pinhão (Araucaria angustifolia)*. 2014. 108f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial) - Universidade de São Paulo. Lorena, 2014.
- BRAVO, Rona Karmela D. et al. Isolation, purification and characterization of the antibacterial, antihypertensive and antioxidative properties of the bioactive peptides in the purified and proteolyzed major storage protein of pigeon pea (*Cajanus cajan*) seeds. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, v. 4, p. 100062, 2022.
- CADENAS, Raquel et al. Brewing with starchy adjuncts: Its influence on the sensory and nutritional properties of beer. *Foods*, v. 10, n. 8, p. 1726, 2021.
- CARNEIRO, Diego Dias. *Estudo computacional da etapa fermentativa da produção de cerveja e proposta de uma estratégia de controle para o processo*. 2010. 129f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos). Instituto de tecnologia – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica, 2010.
- CASTRO, Orerves Martínez. *Avaliação dos processos de produção de cervejas super concentradas elaboradas com xarope de milho e xarope de cana, utilizados como adjuntos de malte*. 2018. 176f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Lorena, 2018.
- CHANG, Heng-Yuan et al. The cholesterol-modulating effect of methanol extract of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) leaves on regulating LDLR and PCSK9 expression in HepG2 cells. *Molecules*, v. 24, n. 3, p. 493, 2019.
- COELHO-COSTA, Ewerton Reubens. A bebida de Ninkasi em terras tupiniquins: O mercado da cerveja e o Turismo Cervejeiro no Brasil. *RITUR-Revista Iberoamericana de Turismo*, v. 5, n. 1, p. 22-41, 2015.
- COELHO NETO, D. M; FERREIRA, L. L. P; SAD, C. M. S; CASTRO, E. V. R; BORGES, W. S; FILGUEIRAS, P. R.; LACERDA Jr, V. Conceitos Químicos Envolvidos na Produção da Cerveja: Uma Revisão. *Rev. Virtual Quim*, v.12, n. 1, p. 120-147, 2020.
- CORDOVIL, K. et al. Revisão das Propriedades Medicinais de *Cajanus cajan* na Doença Falciforme. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17, p. 1199-1207, 2015.
- COSTA, Ariane Gaspar; MAGNANI, Marciane; CASTRO-GOMEZ, Raul Jorge Hernan. Obtenção e caracterização de manoproteínas da parede celular de leveduras de descarte em cervejaria. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*, v. 34, n. 1, p. 77-84, 2012.
- COSTA, M. I. C. R. *Implementação e validação da nova sala de brasagem: Caso de estudo desenvolvido na Sociedade Central de Cervejas e Bebidas*. 2014. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos). Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

- DANTAS, Sílvia Maria et al. Análise bromatológica do feijão guandu cultivado no semiárido para produção de forragens em diferentes tratamentos. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 15, n. 3, p. 381-390, 2021.
- DA SILVA, Marieli Cristina et al. Propriedades antidiabéticas de cerveja enriquecida com *Baccharis dracunculifolia*. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 11, p. e262111133720-e262111133720, 2022.
- DA SILVA, Sandra Andréa Santos et al. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo sob influência do feijão guandu *Cajanus cajan* (L. Millsp.) no município de Pacajá, Pará, Brasil. *Ciências Rurais em Foco*, v. 2, p. 42, 2021.
- DE AGUIAR, Pedro Henrique da Silva; LIMA, Renato Abreu. FABACEAE: IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA DO FEIJÃO GUANDU (*Canajus cajan* L.). *Educamazônia-Educação, Sociedade e Meio Ambiente*, v. 16, n. 1, p. 172-180, 2023.
- DE CARVALHO, Giovani Brandão Mafra. *Obtenção de cerveja usando banana como adjunto e aromatizante*. 2009. 163f. Tese (Doutorado em Biotecnologia Industrial). Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo, Lorena, 2009.
- DE MOURA, Luiz Neto. *Eficiência simbiótica de rizóbios em feijão guandu em casa de vegetação*. 2020. 33f. Dissertação (Mestrado em Agricultura do trópico úmido) – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, 2020.
- DE OLIVEIRA, Caio Jacques Alpino de et al. *Estudo do uso de adjuntos em mosto cervejeiro*. 2015. 83f. Trabalho de conclusão de curso. (Graduação em Engenharia Química). Universidade Federal Fluminense, 2015.
- DE OLIVEIRA, Mari Silvia Rodrigues et al. Elaboração de cervejas artesanais com o uso de adjuntos cervejeiros regionais e flores comestíveis Preparation of handicraft beers with the use of regional brewery adjusts and edible Flowers. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 12, p. 121412-121432, 2021.
- DE SOUSA ALVES, Wallison et al. Avaliação sensorial de cerveja pilsen de resíduos de guaraná (*Paullinia cupana*). *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 1, p. 1526-1544, 2021.
- DE SOUZA AZEVEDO, Louis Fillipi; DE SOUZA, Patrick Gomes. Avaliação da perda de extrato de cerveja na etapa de brassagem em uma microcervejaria de Manaus. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, p. 34537-34556, 2021.
- DE SOUZA, Patrick Gomes; CARVALHO, Mirela Furtado. Avaliação do oxigênio dissolvido na cerveja durante o processo de trasfega entre a fermentação e maturação. *Brazilian Journal of Science*, v. 1, n. 2, p. 75-81, 2022.
- DE SOUZA, Patrick Gomes et al. Avaliação físico-química de cervejas lagers com pupunha (*Bactris gasipaes*) em bioprocessos com leveduras livres e imobilizadas. *Conjecturas*, v. 22, n. 8, p. 1159-1172, 2022.
- DINORE, Jaysing Mahavirsing; FAROOQUI, Mazahar. GC-MS and LC-MS: an integrated approach towards the phytochemical evaluation of methanolic extract of

- Pigeon Pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp] leaves. *Natural Product Research*, v. 36, n. 8, p. 2177-2181, 2022.
- DONADINI, Gianluca et al. Consumer interest in specialty beers in three European markets. *Food Research International*, v. 85, p. 301-314, 2016.
- DOS REIS, Elyane Fernandes Lima. *Produção e análise de cerveja artesanal utilizando adjunto de milho cultivado na região centro-oeste brasileira*. 2016. 60f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química Tecnológica). Instituto de Química da Universidade de Brasília, 2016.
- DUARTE, Flávia Tocci Boeing. *A fermentação alcoólica como estratégia no ensino de transformação química no nível médio em uma perspectiva interdisciplinar*. 2014. 192f. Dissertação (Mestrado profissional em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Biológicas, física e química da Universidade de Brasília – Brasília, 2014.
- DURELLO, Renato S.; SILVA, Lucas M.; BOGUSZ, Stanislaw. Química do lúpulo. *Química Nova*, v. 42, p. 900-919, 2019.
- ELEMO, Gloria N. et al. Underutilized legumes, *Cajanus cajan* and *Glycine max* may bring about antisickling effect in sickle cell disease by modulation of redox homeostasis in sickled erythrocytes and alteration of its functional chemistry. *Journal of Food Biochemistry*, v. 46, n. 9, p. e14322, 2022.
- EZIKE, Adaobi C. et al. Experimental evidence for the antidiabetic activity of *Cajanus cajan* leaves in rats. *Journal of basic and clinical pharmacy*, v. 1, n. 2, p. 81, 2010.
- FAGHERAZZI, Mariana Mendes et al. Produzir lúpulo no Brasil, utopia ou realidade?. *Revista Agronomia Brasileira*, v. 2, n. 2, p. 1-2, 2018.
- FERNANDES, Erik Flores. *Produção e caracterização de cerveja artesanal com adição de água de coco e caldo de cana*. 2019. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba, 2019.
- FERNÁNDEZ-SOSA, Eliana Isabel et al. Comparative study of structural and physicochemical properties of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) protein isolates and its major protein fractions. *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 76, n. 1, p. 37-45, 2021.
- FERREIRA, Implvo et al. Brewer's *Saccharomyces* yeast biomass: characteristics and potential applications. *Trends in food science & technology*, v. 21, n. 2, p. 77-84, 2010.
- FERREIRA, Oberdan Oliveira et al. Essential oil of the plants growing in the Brazilian Amazon: Chemical composition, antioxidants, and biological applications. *Molecules*, v. 27, n. 14, p. 4373, 2022.
- FERREIRA, Tânila Luz. *Potencial fisiológico de sementes de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) associado à cor do tegumento*. 2021. 15f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Uruçuí, 2021.
- FILHO, W. G. V. Bebidas alcoólicas: Ciência e tecnologia. São Paulo: *Blucher*, volume 1, 2010, pág. 34-36.

- GADOTTI, Gizele Ingrid et al. Análise econômica dos processos de produção para ampliação de uma microcervejaria em Canela–RS. *Revista Técnico-Científica*, n. 3, 2015.
- GARGI, Baby et al. Revisiting the Nutritional, Chemical and Biological Potential of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *Molecules*, v. 27, n. 20, p. 6877, 2022.
- GERBER, Hornink Gabriel. Princípios da produção cervejeira e enzimas na mosturação. *Alfenas*. 96f. v.1, ed.1, 2022.
- GUIMARÃES, Bernardo Pontes. *Influências do uso de flocos de milho e arroz como adjuntos no processo cervejeiro*. 2017.66f. Trabalho de conclusão de curso. Instituto de Química da Universidade de Brasília, 2017.
- HENRIQUE, Rodrigo Sebastião. *Uso de grãos de kefir para produção de cerveja artesanal*. 2018. 82f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo – Lorena, 2018.
- HIERONYMUS, Stan. For the love of hops: The practical guide to aroma, bitterness and the culture of hops. *Brewers publications*, 326p, 2012.
- JI, Xing-Yue et al. Design and synthesis of Cajanine analogues against hepatitis C virus through down-regulating host chondroitin sulfate N acetylgalactosaminyltransferase 1. *Journal of Medicinal Chemistry*, v. 59, n. 22, p. 10268-10284, 2016.
- KEMPKA, Anieli Pinto; THOMÉ, Bruna Cristina; DE CONTO, Raquel Maleski. Produção de cerveja artesanal tipo Ale utilizando mel de diferentes floradas como adjunto. *Brazilian Journal of Food Research*, v. 8, n. 1, p. 105-125, 2017.
- KONG, Yu et al. Cajanuslactone, a new coumarin with anti-bacterial activity from pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] leaves. *Food chemistry*, v. 121, n. 4, p. 1150-1155, 2010.
- LUO, Meng et al. Cajanol, a novel anticancer agent from Pigeonpea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] roots, induces apoptosis in human breast cancer cells through a ROS-mediated mitochondrial pathway. *Chemico-Biological Interactions*, v. 188, n. 1, p. 151-160, 2010.
- MACHADO, Eduarda da Rosa. *Desenvolvimento e caracterização de cerveja artesanal com adição de cacau*. 2017. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.
- MARIZ, Silas Matheus Silva et al. *Práticas e sistemas de planejamento e controle de produção para indústrias cervejeiras*. 2022. 54f. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal da Paraíba, 2022.
- MULLER, Carlos Vitor. *O controle oficial de fraudes em cerveja no Brasil: estudo de caso*. 2018. 63f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Químicas e Biológicas). Instituto de Química da Universidade de Brasília. Brasília, 2018.

- MULLER, Carlos V.; GUIMARÃES, Bernardo P.; GHESTI, Grace F. O controle oficial de uso de adjuntos em cerveja no Brasil. *Revista Processos Químicos*, v. 15, n. 29, 2021.
- NETO, Lucio De Souza Campos et al. Aplicação do plano de análise de perigos e pontos críticos de controle em uma cervejaria artesanal. *Brazilian Journal of Production Engineering*, p. 46-66, 2017.
- NOGUEIRA, E. T. S. *Uso de algaroba (Propopis Juliflora) como adjunto do malte na elaboração de cerveja artesanal*. 2016. 55f. Monografia (Especialização em Tecnologia de Produção de Derivados de Frutas e Hortaliças) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina, Petrolina - PE, 2016.
- NUNES, Cassiane SO et al. Potential Applicability of Cocoa Pulp (*Theobroma cacao* L) as an Adjunct for Beer Production. *The Scientific World Journal*, v. 2, 3192585, 2020.
- NWAECHEFU, Olajumoke Olufunlayo et al. *Cajanus cajan* ameliorated CCl₄-induced oxidative stress in Wistar rats via the combined mechanisms of anti-inflammation and mitochondrial-membrane transition pore inhibition. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 289, p. 114920, 2022.
- NWODO, U. U. et al. In vivo evaluation of the antiviral activity of *Cajanus cajan* on measles virus. *Archives of virology*, v. 156, n. 9, p. 1551-1557, 2011.
- OLAJIRE, Abass A. The brewing industry and environmental challenges. *Journal of cleaner production*, v. 256, p. 102817, 2020.
- OLIVEIRA, Mariana; FABER, Carolina Rocha; PLATA-OVIEDO, Manuel Salvador Vicente. Elaboração de cerveja artesanal a partir da substituição parcial do malte por mel. *Brazilian Journal of Food Research*, v. 6, n. 3, p. 01-10, 2015.
- OLIVEIRA, Sheyla Priscila Nascimento et al. Produção de bebida com os frutos do café maduro para o desenvolvimento de um novo estilo de cerveja. *Editora Científica Digital*, v. 1, n. 18, p. 278-290, 2021.
- OLIVER, Garrett. O Guia Oxford da Cerveja. *Editora Blucher*, 2020, 1056p.
- ORNI, Proma Roy et al. Pharmacological and phytochemical properties of *Cajanus cajan* (L.) Huth. (Fabaceae): a review. *Int J Pharmaceutic Sci Res*. v. 3, n. 2, p. 27-37, 2018.
- PAL, Dilipkumar et al. Biological activities and medicinal properties of *Cajanus cajan* (L) Millsp. *Journal of advanced pharmaceutical technology & research*, v. 2, n. 4, p. 207, 2011.
- PARALOVO, Lara Lima. *Determinação de parâmetros físico-químicos de bebida fermentada de malte tipo cerveja produzida sem lúpulo e com adição de cacau*. 2019. 51f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2019.
- PASSOS, A.V. *Estudo de épocas de colheita e desenvolvimento de vagens de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.), para obtenção de grãos e sementes não*

comerciais em pequenas unidades de produção familiar. 2012. 46f. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

PEDRO, César. *Biometria aplicada ao melhoramento genético de feijão-guandu em Moçambique*. 2020. 29f. Dissertação (Mestrado em Genética e melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020.

PEREIRA, Renata Junqueira; CARDOSO, Maria das Graças. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. *J Biotechnol Biodiver*. v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

PEREIRA, Rafael Murta. Tecnologia cervejeira: desenvolvimento de pesquisas e análises científicas nas áreas de cervejaria. *Revista da JOPIC*, v. 7, n. 11, 2022.

PIMENTA, Larissa Bicalho et al. A história e o processo da produção da cerveja: uma revisão. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 37, n. 3, p. 26715, 2020.

PINA, Ricardo Lavor; CRUZ, Délis Cristina Palheta; MARTELLI, Marlice Cruz. Avaliação da influência de aromas gerados por leveduras não convencionais utilizadas na produção de cerveja: uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 17, p. e43111738868-e43111738868, 2022.

PINTO, Fernanda Otesbelgue. *Isolamento, seleção e caracterização de leveduras selvagens com potencial para a produção de cerveja*. 2018. 95f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2018.

PINTO, Luan Icaro Freitas et al. Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola, *Malpighia emarginata* DC, e Abacaxi, *Ananas comosus* L. Merrill. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 10, n. 4, p. 38, 2015.

POELMANS E.; SWINNEN, J. F. M. A Brief Economic History of Beer. The Economics of Beer. *Oxford University*, ISBN: 9780191731884, 2012.

RADONJIĆ, Sanja et al. Wine or beer? Comparison, changes and improvement of polyphenolic compounds during technological phases. *Molecules*, v. 25, n. 21, p. 4960, 2020.

RAFIQ, Ahmed et al. Seed germination and seedling growth of pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh) at different salinity regimes. *International Journal of Biology and Biotechnology*, v. 12, n. 1, p. 155-160, 2015.

RANI, Savita et al. Screening of pigeon pea (*Cajanus cajan* L.) seeds for study of their flavonoids, total phenolic content and antioxidant properties. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, v. 28, n. 2, p. 90-4, 2014.

REITENBACH, A. F. *Desenvolvimento de cerveja funcional com adição de probiótico: Saccharomyces boulardii*. 2010. Não paginado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.

RODRÍGUEZ, Yanet Boffill; AGUILAR, Irenia Gallardo; ALMEIDA E SILVA, João Batista de. Utilização do malte de sorgo na produção de cerveja: revisão bibliográfica. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 21, 2018.

ROSA, Natasha Aguiar; AFONSO, Júlio Carlos. A química da cerveja. *Revista Química Nova*, v. 37, p. 98-105, 2015.

ROSALIN, João Paulo. A Trajetória da Cerveja no Brasil: Uma Proposta de Aproximação com a Teoria da Sucessão dos Meios Geográficos. *Geografia (Londrina)*, v. 30, n. 1, p. 149-165, 2021.

SAXENA, Kul Bhushan; VIJAYA KUMAR, R.; SULTANA, Rafat. Quality nutrition through pigeonpea - a review. *Health*, v. 2, n. 11, p. 1335-1344, 2010.

SCHUSTER, Roswitha et al. *Cajanus cajan*—a source of PPAR γ activators leading to anti-inflammatory and cytotoxic effects. *Food & function*, v. 7, n. 9, p. 3798-3806, 2016.

SHAMSI, Tooba Naz et al. Trypsin inhibitors from *Cajanus cajan* and *Phaseolus limensis* possess antioxidant, anti-inflammatory, and antibacterial activity. *Journal of dietary supplements*, v. 15, n. 6, p. 939-950, 2018.

SHARMA, Richa; SHRIVAS, Vijay Laxmi; SHARMA, Shilpi. Effect of substitution of chemical fertilizer by bioinoculants on plant performance and rhizospheric bacterial community: case study with *Cajanus cajan*. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 52, n. 1, p. 373-386, 2021.

SILVA, André Filipe Carmo. *Otimização do Processo de Filtração e Diluição de Cerveja*. 2019. 202f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química e Bioquímica) - Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2019.

SLEIMAN, M., VETURINI FILHO, W.G., DUCOTTI, C.; NOJIMOTO, T. Determinação do percentual de malte e adjuntos em cervejas comerciais brasileiras através de análise isotópica. *Ciência e Agrotecnologia*, n. 34, p. 163-172, 2010.

STACHNIK, Marta et al. Rheological Properties of Industrial Hot Trub. *Materials*, v. 14, n. 23, p. 7162, 2021.

TADEI, Nicole S. et al. Micotoxinas de *Fusarium* na produção de cerveja: características, toxicidade, incidência, legislação e estratégias de controle. *Scientia Agropecuaria*, v. 11, n. 2, p. 247-256, 2020.

TAN, Ling-Xuan et al. Stilbenes from the leaves of *Cajanus cajan* and their in vitro anti-inflammatory activities. *Fitoterapia*, v. 160, p. 105229, 2022.

TEKALE, Satishkumar S; JAIWA, Bhimrao V; PADUL, Manohar V. Identification of metabolites from an active fraction of *Cajanus cajan* seeds by high resolution mass spectrometry. *Food Chem.* v. 15, n. 211, p. 763-169, 2016.

TEIXEIRA, Erika Maria Gomes Ferreira et al. [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] Fabaceae: uma revisão dos principais constituintes químicos e atividades farmacológicas. *Revista Fitos*, v. 16 n. 2, p. 215-230, 2022.

TOZETTO, Luciano Moro. *Produção e caracterização de cerveja artesanal adicionada de gengibre (Zingiber officinale)*. 2017. 80 f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

TROIAN, Ketlen Silvestri et al. Análise da viabilidade na substituição parcial do lúpulo de amargor na fabricação de cerveja artesanal. *Revista Vincci-Periódico Científico do UniSATC*, v. 5, n. 1, p. 126-150, 2020.

TUNGMUNNITHUM, Duangjai; HANO, Christophe. Cosmetic potential of *Cajanus cajan* (L.) millsp: Botanical data, traditional uses, phytochemistry and biological activities. *Cosmetics*, v. 7, n. 4, p. 84, 2020.

VENTURINI-FILHO, Waldemar Gastoni. Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia. *Editora Blucher*, 2 ed. 2016. 576 p.

VIROLI, Sérgio Luis Melo, et al. Produção e análise de cerveja artesanal a base de milho. *Journal of Bioenergy and Food Science*, v. 1, n. 3, 2015.

VO, Thuy-Lan Thi et al. Effects of *Cajanus cajan* (L.) millsp. roots extracts on the antioxidant and anti-inflammatory activities. *Chinese Journal of Physiology*, v. 63, n. 3, p. 137, 2020.

WANG, Yansheng et al. Chemical constituents and pharmacological activities of medicinal plants from Rosa genus. *Chinese Herbal Medicines*, v. 14, n. 2, p. 187-209, 2022.

WEI, Zuo-Fu et al. UV-induced changes of active components and antioxidant activity in postharvest pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] leaves. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 61, n. 6, p. 1165-1171, 2013.

WU, Nan et al. In vitro antioxidant properties, DNA damage protective activity, and xanthine oxidase inhibitory effect of cajaninstilbene acid, a stilbene compound derived from pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.] leaves. *Journal of agricultural and food chemistry*, v. 59, n. 1, p. 437-443, 2011.

YANG, Shu-Er et al. Nutritional composition, bioactive compounds and functional evaluation of various parts of *Cajanus cajan* (L.) Millsp. *Agriculture*, v. 10, n. 11, p. 558, 2020.

ZHANG, Dong-Yang et al. Negative pressure cavitation extraction and antioxidant activity of genistein and genistin from the roots of pigeon pea [*Cajanus cajan* (L.) Millsp.]. *Sep. Purif. Technol.* v. 74, n. 2, p. 261-270, 2010.