



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CEILÂNDIA – FCE/ UNB
CURSO DE FARMÁCIA**

FERNANDA DE MENDONÇA SANTOS

**APLICAÇÃO DE ENZIMAS AMIOLÍTICAS PARA A PRODUÇÃO DE
AGUARDENTE DE MANDIOCA**

**BRASÍLIA, DF
2019**

FERNANDA DE MENDONÇA SANTOS

**APLICAÇÃO DE ENZIMAS AMIOLÍTICAS PARA A PRODUÇÃO DE
AGUARDENTE DE MANDIOCA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para obtenção do grau de Bacharel
em Farmácia na Universidade de Brasília,
Faculdade de Ceilândia.

Orientador (a): Profa. Dra. Daniela Castilho Orsi

BRASÍLIA, DF

2019

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SSA237a Santos, Fernanda de Mendonça
Aplicação de enzimas amilolíticas para a produção de
aguardente de mandioca / Fernanda de Mendonça Santos;
orientador Daniela Castilho Orsi. -- Brasília, 2019.
59 p.

Monografia (Graduação - Farmácia) -- Universidade de
Brasília, 2019.

1. Mandioca. 2. Aguardente. 3. Tiquira. 4. Enzimas
comerciais. 5. Enzimas do malte. I. Orsi, Daniela Castilho,
orient. II. Título.

FERNANDA DE MENDONÇA SANTOS

**APLICAÇÃO DE ENZIMAS AMIOLÍTICAS PARA A PRODUÇÃO DE
AGUARDENTE DE MANDIOCA**

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Profa. Dra. Daniela Castilho Orsi
(FCE/ Universidade de Brasília)

Mestranda Erika da Silva Monteiro
(FCE/ Universidade de Brasília)

Prof. Dr. Alex Leite Pereira
(FCE/ Universidade de Brasília)

BRASÍLIA, DF

2019

AGRADECIMENTOS

À pessoa que me proporcionou a oportunidade de entrar na faculdade, manter-me nela e agora, enfim, formar-me. Mãe, obrigada por me ensinar que o melhor investimento são os estudos, por todo o suporte dado e por sempre confiar e acreditar na minha capacidade.

Aos meus avós maternos que se mantiveram ao meu lado em cada luta e em cada conquista.

Ao Matheus Eça por esses longos anos de companheirismo e conversas que foram (e espero que continuem sendo) desde discussões científicas a piadas super pra cima. Você é uma das melhores pessoas que já conheci e sou muito grata por poder contar com a sua amizade.

À Gabriela Cardoso por todo o apoio emocional, por sempre arranjar tempo para me ouvir e se dispor a me ajudar. Felizmente nos tornamos amigas antes de você trocar de curso, porque não imagino mais a minha vida sem nossas conversas diárias.

Ao Douglas e ao Gabriel Clímaco por serem amigos tão incríveis e companheiros. Obrigada por todas palavras de conforto e de incentivo.

Ao Mateus Pereira pela amizade desde o ensino médio.

Aos amigos que conheci no começo da faculdade e que pretendo levar a amizade para toda a vida: Ivan, Amanda, Camila, Adones, Morgana, Vanessa, Victor e Bruna. Vocês tornaram diversos momentos da graduação inesquecíveis.

Aos amigos feitos nos semestres finais do curso, mas que também se fizeram especiais: Lorrane, Marcella, Nathalia, Francielly e Michel.

A todos os professores que tive a honra de ser aluna, não só pelo conhecimento técnico passado e pelo crescimento pessoal proporcionado, mas também por toda a dedicação dada.

À minha orientadora, Dani Orsi, por toda a paciência e compreensão. Obrigada pelos ensinamentos e por ter me aceitado como sua aluna de Iniciação Científica há 2 anos, quando todo o meu interesse pela área de alimentos começou.

Finalmente, agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo fomento à pesquisa científica realizada.

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE ANEXOS.....	9
LISTA DE ABREVIATURAS.....	10
1.Introdução.....	11
2.Revisão da literatura.....	13
2.1.Produção de mandioca no Brasil.....	13
2.2. Uso de enzimas amilolíticas (amilases comerciais e amilase do malte) na hidrólise do amido.....	13
2.3. Tiquira (aguardente de mandioca).....	15
2.4. Análises químicas de bebidas destiladas e parâmetros estabelecidos na legislação.....	19
3. Objetivos.....	22
3.1. Objetivo geral.....	22
4. Justificativa.....	22
5. Artigo elaborado conforme as normas de submissão da revista Brazilian Journal of Food Technology.....	23
ABSTRACT.....	24
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
Processo de hidrólise (liquefação e sacarificação) do amido de mandioca com uso de amilases comerciais.....	27
Processo de hidrólise (liquefação e sacarificação) do amido de mandioca com uso de amilases do malte.....	27
Fermentação alcoólica.....	27
Destilação dos fermentados alcoólicos.....	28
Análises físico-químicas (massa de mandioca, mostos e fermentados alcoólicos).....	28

Análises da aguardentes.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
CONCLUSÃO.....	34
6. Referências bibliográficas da revisão de literatura.....	40
7.ANEXOS.....	46
ANEXO 1. Imagens do processo de produção da aguardente de mandioca.....	46
ANEXO 2. Análises cromatográficas das frações coração das aguardentes de mandioca realizadas no Laboratório de Tecnologia e Qualidade de Bebidas da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, USP, Piracicaba, SP).....	47
ANEXO 3. Normas de submissão para a revista Brazilian Journal of Food Technology.....	48

RESUMO

Nativa da América do Sul, a mandioca é muito popular no Brasil, sendo cultivada em todas as regiões do país. A aquisição dessa matéria-prima abundante e de baixo custo aliada ao conhecimento do processo de hidrólise enzimática dos amidos em açúcares fermentescíveis permite obter processos de transformação desta matéria-prima em bebida destilada. A produção de tiquira (aguardente de mandioca) pode beneficiar os produtores rurais e incentivar a cadeia produtiva por resultar em um produto de alto valor agregado. O presente estudo teve como objetivo a utilização de amilases comerciais (α -amilase bacteriana e amiloglicosidase fúngica) e amilases do malte para hidrolisar o amido e produzir aguardente de mandioca. Segundo as análises cromatográficas realizadas nas frações coração das aguardentes resultantes, os teores de álcool, acidez volátil em ácido acético, aldeídos em aldeído acético, ésteres em acetato de etila, furfural, coeficiente de congêneres e cobre foram consoantes à legislação brasileira. Na tiquira hidrolisada com enzimas do malte, apenas o teor de álcoois superiores foi acima do máximo permitido, enquanto na tiquira hidrolisada com enzimas comerciais os valores de álcoois superiores e metanol se apresentaram maiores que os limites preconizados. Obteve-se neste estudo uma eficiente produção da tiquira em escala laboratorial. Todavia, a adequação da metodologia ainda é necessária a fim de obter uma aguardente de mandioca com menores valores de álcoois superiores.

Palavras-chave: mandioca, aguardente, tiquira, enzimas comerciais, enzimas do malte.

ABSTRACT

Cassava is native to South America and very popular in Brazil, being cultivated in all regions of the country. The acquisition of this low cost and abundant raw material, along with the knowledge of the enzymatic hydrolysis process of the starches in fermentable sugars, allows the transformation of this raw material into a distilled beverage. The production of tiquira (cassava brandy) can benefit rural producers and encourage the production chain as it results in a valuable product. The present study aims at the use of commercial amylases (bacterial α -amylase and fungal amyloglucosidase) and malt to hydrolyze the starch and produce cassava brandy. According to the chromatographic analyzes performed in the heart fractions of the resulting spirits, the levels of alcohol, volatile acidity in acetic acid, aldehydes in acetic aldehyde, esters in ethyl acetate, furfural, congeneric coefficient and copper were consonant with Brazilian law. In malt enzyme-hydrolyzed tiquira, only the higher alcohols content was above the maximum allowed, while in tiquira hydrolyzed with commercial enzymes the values of higher alcohols and methanol were higher than the recommended limits. In this study, an efficient production of tiquira was obtained in laboratory scale. However, the suitability of the methodology still needs to be analyzed to obtain cassava brandy with lower values of higher alcohols.

Keywords: cassava, brandy, tiquira, commercial enzymes, malt enzymes.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fixação dos padrões de identidade e qualidade para a tiquira.....	19
Tabela 2. Análises físico-químicas da massa de mandioca, dos mostos e dos fermentados alcoólicos.....	29
Tabela 3. Análises cromatográficas das frações coração das aguardentes de mandioca.....	31
Tabela 4. Rendimento dos mostos, fermentados alcoólicos e das aguardentes de mandioca.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma para elaboração da tiquira.....	16
---	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Imagens do processo de produção da aguardente de mandioca.....	46
Anexo 2. Análises cromatográficas das frações coração das aguardentes de mandioca realizadas no Laboratório de Tecnologia e Qualidade de Bebidas da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, USP, Piracicaba, SP).....	47
Anexo 3. Normas de submissão para a revista Brazilian Journal of Food Technology.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS

kg – quilogramas

g – gramas

mg – miligramas

°C – grau Celsius

h – horas

min – minutos

L – litros

mL – mililitros

°Brix – grau Brix

°GL – Gay-Lussac

1. Introdução

O Brasil ocupa a terceira posição na produção mundial de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), uma planta nativa da América do Sul. Cultivada em todos os estados brasileiros, a produção de mandioca tem sido direcionada tanto para o consumo direto como para a indústria de processamento. Esse produto é rico em amido, que representa de 24 a 39% de sua composição (ADEJUMO; ADERIBIGBE; LAYOKUN, 2011; FAO, 2016).

Bebidas alcoólicas oriundas de matérias-primas amiláceas são preparadas na América do Sul desde os tempos pré-colombianos pelos ameríndios. A tiquira é uma aguardente de mandioca apreciada nas regiões norte e nordeste do Brasil, com maior produção no estado do Maranhão (CEREDA; BRITO, 2016; CEREDA; CARNEIRO, 2008). Essa bebida se encontra dentro da legislação brasileira como uma aguardente, com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, obtida de destilado alcoólico simples de mandioca ou pela destilação de seu mosto fermentado (BRASIL, 2011).

Para produzir álcool a partir do amido, são necessárias as etapas de gelificação do amido com a posterior liquefação e sacarificação (hidrólise enzimática) em açúcares simples, fermentação alcoólica e destilação. A necessidade de transformação de amido em açúcares simples se deve ao fato de as leveduras de fermentação alcoólica como *Saccharomyces cerevisiae* não possuírem enzimas amilolíticas (CEREDA; BRITO, 2016; SOUZA et al., 2016).

Pertencentes à classe das hidrolases, as enzimas amilolíticas, também chamadas de amilases, catalisam a hidrólise do amido, sendo utilizadas para quebrá-lo parcial ou totalmente. A α -amilase (EC 3.2.1.1) é uma enzima que hidrolisa as ligações α -(1,4) da cadeia de amido e gera, como produtos, dextrinas de diferentes massas moleculares. Já a amiloglicosidase (EC 3.2.1.3) tem capacidade de hidrolisar tanto ligações α -(1,4) como as ligações α -(1,6) da cadeia de amido, fornecendo quase a degradação completa do amido em glicose. Devido à facilidade de cultivo, certas espécies de *Aspergillus* são quase exclusivamente usadas para a produção de α -amilase e amiloglicosidase comerciais (KOÇ; METIN, 2010; MACHIDA; YAMADA; GOMI, 2008; SOUZA;

MAGALHÃES, 2010). A β -amilase (EC 3.2.1.2), por sua vez, é uma enzima que hidrolisa as ligações α -(1,4) da cadeia de amido, liberando após a hidrólise, unidades de maltose (SINGH et al., 2014). Uma possível fonte de β -amilase é o malte de cevada. A maltagem e a germinação controlada dos grãos de cevada têm como objetivo desenvolver as amilases que serão responsáveis por converter o amido em açúcares fermentescíveis. Durante o processo de produção do mosto, mistura-se o malte moído em água em dornas com controle de temperatura que vão aquecendo por etapas até 75°C. Na temperatura de 60-65°C ocorre a sacarificação do amido gelificado pela β -amilase e a 70-75°C ocorre a dextrinização do amido pela α -amilase (BRUNELLI; MANSANO; VENTURINI FILHO, 2014).

Atualmente, os processos de fabricação das bebidas alcoólicas oriundas de matérias-primas amiláceas são artesanais e não existe técnica de controle do processo, gerando desvantagens como baixo rendimento e produto final sem padrão de qualidade. Para alterar esse panorama, os processos devem ser modernizados, com aplicação de tecnologia de fermentação (SOUZA et al., 2016).

Assim, o presente trabalho de pesquisa tem como objetivo a utilização de amilases para hidrólise do amido e produção da aguardente de mandioca. A aplicação de tecnologia de fermentação deve resultar em bebidas de qualidade e que se encaixem nos parâmetros exigidos pela legislação brasileira.

2. Revisão da literatura

2.1. Produção de mandioca no Brasil

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma raiz amilácea originária do Brasil. A base alimentar de mais de 500 milhões de pessoas distribuídas pelo globo é formada principalmente por esse vegetal que é mais frequente em países tropicais (FELIPE; ALVES; VIEIRA, 2013).

Por ser de fácil adaptação às mais diversas condições edafoclimáticas, a mandioca é cultivada em mais de cem países, tendo utilização na alimentação animal, humana e como matéria-prima para a agroindústria (SAGRILO et al., 2010; SEAB/DERAL, 2016).

De acordo com o último levantamento da Food and Agriculture Organization (2016), 277,1 milhões de toneladas de raiz de mandioca foram produzidas no mundo. Em 1970, o Brasil era o maior produtor mundial de mandioca, contudo perdeu sua hegemonia para a Nigéria e, posteriormente, cedeu o 2º lugar para a Tailândia.

O cultivo da mandioca está presente em todos os estados brasileiros, sendo os maiores produtores os estados do Pará, Paraná e Maranhão. Essa atividade, no entanto, é praticada com maior intensidade na Região Norte, que participa de um pouco mais de 36% da produção nacional total de cerca de 20,6 milhões de toneladas (IBGE, 2017).

2.2. Uso de enzimas amilolíticas (amilases comerciais e amilase do malte) na hidrólise do amido

Por ser a substância de reserva de energia das espécies vegetais, o amido é um carboidrato encontrado em abundância na natureza, sendo também o principal nutriente das raízes de mandioca, com teores que variam entre 20 e 30% da matéria fresca e cerca de 80 a 90% na matéria seca (OLIVEIRA, 2011). O amido é um homopolissacarídeo formado por dois tipos de polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina, que diferenciam-se basicamente pela

ramificação da cadeia. Enquanto a amilose é um polissacarídeo de estrutura linear com unidades de D-glicose conectadas por ligações glicosídicas α -(1,4), a amilopectina, além de conter essas ligações, possuem as do tipo α -(1,6), o que propicia o arranjo ramificado a esse carboidrato (CEREDA; BRITO, 2016; COSTA, 2010; KOBLITZ, 2019; RIBEIRO, 2011).

Para romper a estrutura do amido e convertê-lo em açúcares menores (sacarificação), é fundamental a utilização das enzimas amilolíticas, uma classe de hidrolases que atuam sobre as ligações glicosídicas do amido de maneira específica (CEREDA; BRITO, 2016; CRUZ et al., 2011). As amilases, como também são chamadas as enzimas amilolíticas, têm importante aplicação na indústria alimentícia, farmacêutica e na fabricação de biocombustíveis (SOARES et al., 2010).

No Brasil, poucas enzimas amilolíticas comerciais estão disponíveis, sendo que as que obtiveram melhores resultados de formação de açúcar a partir do amido reportadas na literatura foram as fabricadas pela Novozymes®, a Termamyl 120 L e a AMG 300 L (ARCE; PASCOLI; VILPOUX, 2005).

Produzida a partir de uma cepa selecionada de *Bacillus licheniformes*, a Termomyl 120 L é um preparado líquido à base de α -amilase desenvolvido para promover a liquefação (dextrinização) do amido e a produção de maltodextrinas. A α -amilase (EC 3.2.1.1) é uma endoenzima, de origem bacteriana ou fúngica, que cliva aleatoriamente as ligações glicosídicas α -(1,4) da amilose e da amilopectina, tendo início pelas extremidades não redutoras. A partir dessa hidrólise ocorre a liberação de dextrinas, α -maltose e algumas unidades de glicose (OLIVEIRA; SUDO; RESENDE, 2008; OLIVEIRA, 2011; VILHALVA et al., 2013).

A AMG 300 L, por sua vez, é uma amiloglicosidase, utilizada para a sacarificação do amido na produção de glicose. Também conhecida como glucoamilase, a amiloglicosidase (EC 3.2.1.3) é uma exoenzima que age sobre as ligações glicosídicas α -(1,4) e α -(1,6) simultaneamente do amido liquefeito, dando origem a unidades de D-glicose hidrolisadas das extremidades não redutoras do sacarídeo. Importante biocatalisador industrial, as glucoamilases são as enzimas de maior venda e distribuição mundial depois das proteases

(OLIVEIRA; SUDO; RESENDE, 2008; OLIVEIRA, 2011; VILHALVA et al., 2013).

A β -amilase (EC 3.2.1.2) hidrolisa as ligações α -(1,4) na penúltima ligação glicosídica nas extremidades não redutoras, resultando em unidades de maltose (KOBLOITZ, 2019; OLIVEIRA, 2011; SINGH et al., 2014). Uma possível fonte de β -amilase é o malte de cevada. A maltagem e a germinação controlada dos grãos de cevada têm como objetivo desenvolver as amilases que serão responsáveis por converter o amido em açúcares fermentescíveis. Durante o processo de produção do mosto, mistura-se o malte moído em água em dornas com controle de temperatura que vão aquecendo por etapas até 75°C. Na temperatura de 60-65 °C ocorre a sacarificação do amido gelificado pela β -amilase e a 70-75°C ocorre a dextrinização do amido pela α -amilase (BRUNELLI; MANSANO; VENTURINI FILHO, 2014). Assim como a amiloglicosidase, a β -amilase é uma exoenzima que fornece às preparações um sabor doce e, por esse motivo, ambas são conhecidas como enzimas de sacarificação (KOBLOITZ, 2019).

2.3. Tiquira (aguardente de mandioca)

Aguardentes são destilados que se distinguem pela natureza da matéria-prima empregada na preparação do mosto. Tiquira é a aguardente produzida a partir da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), obtida de destilado alcoólico simples ou pela destilação de seu mosto fermentado, com graduação alcoólica de 36 a 54% v/v a 20 °C (BRASIL, 2011).

A fabricação de aguardente de mandioca no Brasil é feita por processos modernos (industriais) ou artesanais. O produto industrial apresenta uniformização devido ao controle de qualidade das grandes empresas responsáveis por sua produção. Em contrapartida, a aguardente resultante da produção artesanal é elaborada em pequena escala do modo tradicional, sem nenhum monitoramento do processo, tendo a sacarificação e a fermentação normalmente feitas por fungos e leveduras autóctones, gerando produtos finais com qualidade variável (BASTOS, 2013; ZURITA, 2010).

Com o Brasil sendo destaque na produção de cachaça (aguardente de cana-de-açúcar), para que ocorra o aumento do consumo de aguardentes como

a tiquira e a possibilidade de exportação, é necessário que haja uma padronização no processo de fabricação que gere um produto com aspectos físico-químicos e sensoriais de qualificação legitimada (BASTOS, 2013; ZURITA, 2010).

Seja pelo método tradicional ou pelo moderno, são necessárias três etapas no processamento da tiquira: gelatinização do amido de mandioca seguida de liquefação e sacarificação, fermentação alcoólica e destilação (Figura 1). A transformação de amido em açúcares simples é fundamental, pois as leveduras de fermentação alcoólica como *Saccharomyces cerevisiae* não possuem enzimas amilolíticas (CEREDA; BRITO, 2016; RIBEIRO, 2011; SOUZA et al., 2016; VILHALVA et al., 2013).

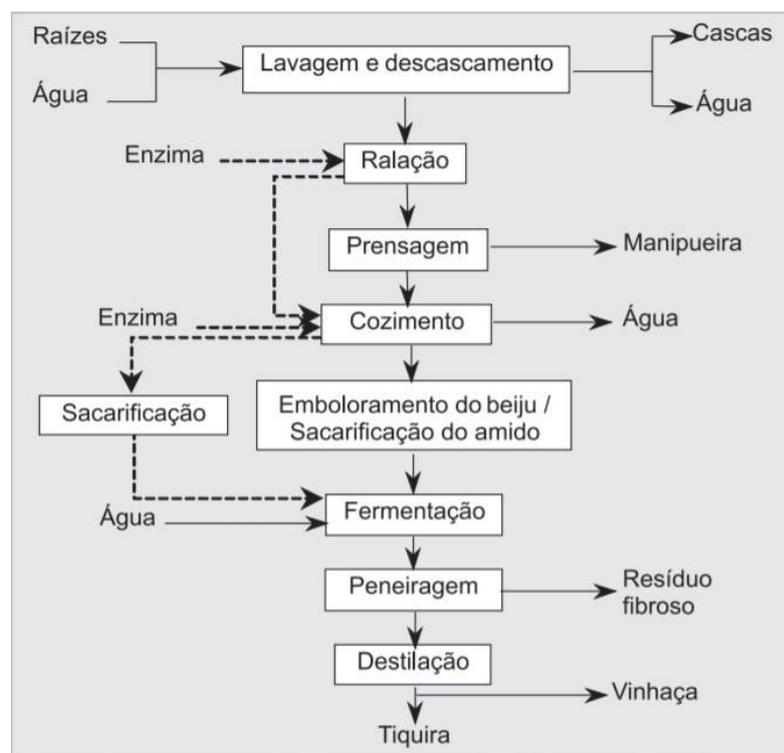


Figura 1: Fluxograma para elaboração da tiquira. As linhas cheias representam o método tradicional e as linhas tracejadas o método moderno. Fonte: EMBRAPA, 2008.

Considerando que o Maranhão tem posição de destaque na produção da tiquira no Brasil e que nesse estado predomina a pequena agricultura familiar,

toda sua fabricação é realizada artesanalmente e sua comercialização é feita no mercado informal (CEREDA; CARNEIRO, 2008; EMBRAPA, 2008).

No processo tradicional de produção da tiquira, as raízes de mandioca são primeiramente descascadas e raladas. Após ser prensada, a massa produzida é esfarelada e distribuída sobre a superfície de uma chapa quente aquecida à lenha para formar bolos de 30 cm de diâmetro e de 3 a 4 cm de espessura. A gelificação do amido próximo às superfícies externas ocorre com o aquecimento homogêneo de ambos os lados do bolo, que resulta na formação dos beijus. Esses são colocados em local úmido e sombreado, ambiente ideal para o crescimento de fungos autóctones. Inicialmente, os bolores se proliferam apenas na superfície e, após alguns dias, o micélio penetra no interior do beiju e suas amilases exógenas liquefazem e sacarificam o amido (BASTOS, 2013; CEREDA; CARNEIRO, 2008; RIBEIRO, 2011; SOUZA, 2014).

Em seguida, os beijus são dispostos em fermentadores rústicos, como cochos de madeira, e cobertos com água, formando uma massa desfeita e xaroposa, o mosto. A fermentação alcoólica também decorre da ação de microrganismos selvagens, leveduras presentes no beiju, na água e na parede interna dos cochos. Ao fim dessa reação, há a separação dos sólidos insolúveis por meio da coação do meio fermentado, pois se estiverem presentes na destilação, afetam negativamente a qualidade do produto devido à pirólise (reação de decomposição por meio do calor) que ocorre na caldeira do destilador. A destilação do mosto fermentado é feita em alambique simples de cobre e tem como produto final a tiquira (BASTOS, 2013; CEREDA; CARNEIRO, 2008; RIBEIRO, 2011; SOUZA, 2014).

Já no processo moderno de produção da tiquira, não são feitos os beijus e a massa ralada não é prensada. Após a gelificação do amido da mandioca com água potável na proporção de 1:2, a mistura é acrescida de enzimas comerciais, substituindo os fungos autóctones do processo tradicional. Posteriormente à liquefação e sacarificação do amido, os açúcares simples produzidos são fermentados pela *Saccharomyces cerevisiae*, levedura comumente empregada na fabricação de aguardente de cana-de-açúcar (EMBRAPA, 2008).

A etapa seguinte da destilação é semelhante ao método utilizado no

destilamento da cachaça. Visto que os componentes voláteis do mosto fermentado têm pontos de ebulição diferentes, a separação, a concentração e a purificação desses componentes são possíveis através da destilação. A cabeça (primeira fração destilada), correspondente a aproximadamente 10% do volume total do líquido a ser destilado, e tem como componentes característicos o metanol, os aldeídos e os ésteres. Caso esses não sejam separados, podem proporcionar um sabor enjoativo e desagradável à aguardente, além de gerar um produto final em não conformidade com a legislação brasileira pelo excesso de metanol em sua composição (ALCARDE et al., 2010; ASQUIERI; SILVA; CÂNDIDO, 2009; BASTOS, 2013; CANCELIER et al., 2013; RIZZON; MENEGUZZO, 2008).

A fração intermediária, também conhecida como coração, é considerada a porção mais importante e de melhor qualidade da aguardente, por obter a maior quantidade de álcool etílico, representando 80% do do volume total do líquido a ser destilado. A fração da cauda é constituída por um grupo de compostos como ácido acético e furfural que, assim como os componentes da fração cabeça, não são desejáveis à bebida uma vez que, além de serem prejudiciais à saúde, comprometem a qualidade da tiquira, devendo ser removidos da composição final durante a destilação (ALCARDE et al., 2009; ALCARDE et al., 2010; ASQUIERI; SILVA; CÂNDIDO, 2009; CAMPOS, 2011; CANCELIER et al., 2013; RIZZON; MENEGUZZO, 2008).

Segundo EMBRAPA (2008), com o uso das enzimas comerciais em vez dos fungos naturais na produção da tiquira, a fabricação pode ser concluída em 24 horas, contrastando com a duração do método tradicional, que leva cerca de 14 dias (7-8 dias para o emboloramento dos beijus e 7 dias para execução dos processos de produção). Nesse tipo de produção, os microrganismos originados são incertos e não há controle do processo, ocasionando baixo rendimento e um produto final sem padrão de qualidade (SOUZA, 2014). Em vista disso, a metodologia moderna reduz significativamente o tempo de produção da tiquira e aumenta a produtividade, além de favorecer uma maior uniformização desse destilado se comparado ao método artesanal (EMBRAPA, 2008).

2.4. Análises químicas de bebidas destiladas e parâmetros estabelecidos na legislação

A tiquira possui um regulamento técnico para a fixação de seus padrões de identidade e qualidade, aplicado a toda aguardente de mandioca comercializada em território nacional. Além de especificar valores (Tabela 1), a legislação brasileira também objetiva regular a forma como cada um dos elementos interfere na qualidade da bebida e na proteção à saúde pública (BASTOS, 2013; BRASIL, 2011). Para comprovação dos teores definidos, são realizadas as análises físico-químicas, sendo que a qualidade de uma aguardente está diretamente relacionada à satisfação sensorial dos consumidores e ao respeito às exigências legais referentes à sua composição (SOUZA, 2014).

Tabela 1. Fixação dos padrões de identidade e qualidade para a tiquira

Componentes	Mínimo	Máximo
Acidez volátil em ácido acético (mg/100mL de álcool anidro)	-	100
Ácido cianídrico (mg/100mL de álcool anidro)	-	5
Álcool metílico (mg/100mL de álcool anidro)	-	20
Álcool superior * (mg/100mL de álcool anidro)	-	260
Aldeídos em aldeído acético (mg/100mL de álcool anidro)	-	20
Chumbo (Pb) (mg/L de tiquira)	-	0,2
Cobre (Cu) (mg/L de tiquira)	-	5
Coeficiente de congêneres (mg/100mL de álcool anidro)	200	650
Ésteres em acetato de etila (mg/100mL de álcool anidro)	-	200
Furfural e hidroximetilfurfural (mg/100mL de álcool anidro)	-	5
Graduação alcoólica (% v/v a 20°C)	36	54

* somatório de álcoois propílico, iso-butílico e iso-amílico.

Fonte: Adaptado de BRASIL (2011).

Algumas substâncias apresentam perigo para a saúde humana em virtude

da alta toxicidade e do potencial carcinogênico, e se presentes em altas quantidades, têm chances de comprometer a qualidade sensorial das bebidas destiladas. Essas são, portanto, as substâncias indesejáveis na composição dos destilados (ALCARDE et al., 2010; ALVARENGA, 2011).

Além do álcool etílico e do gás carbônico, a fermentação alcoólica também forma, em pequenas proporções, outros componentes denominados de produtos secundários ou congêneres. São exemplos deles o metanol, os ácidos carboxílicos, os ésteres, os aldeídos e os alcoóis superiores (BASTOS, 2013).

Um componente indesejável na aguardente é o metanol, dada sua alta toxicidade que pode provocar cegueira permanente e, em casos de ingestão de grandes quantidades, causar o falecimento devido ao fato de que os produtos de seu metabolismo (ácido fórmico e dióxido de carbono) provocam acidose e, com isso, deprimem o sistema respiratório. Esse álcool é resultante da hidrólise enzimática da pectina presente em frutas, podendo estar presente em alto teor em algumas aguardentes produzidas a partir dessas matérias-primas (ALVARENGA, 2011; HANG; WOODAMS, 2008).

A formação de alcoóis superiores depende principalmente do tempo da fermentação e das condições em que se realizou a produção. Quanto maior o tempo de fermentação e a presença de borras durante o processo de destilação, maior é a produção desses compostos. Os alcoóis superiores constituem, quantitativamente, o maior grupo de substâncias voláteis nas bebidas destiladas. Os valores dos alcoóis superiores são obtidos pela soma dos alcoóis propílico, iso-butílico e iso-amílico. A formação de alcoóis superiores tem uma forte influência no sabor das bebidas destiladas devido ao aroma característico. No entanto, o excesso de alcoóis superiores interfere negativamente na qualidade das bebidas destiladas (BASTOS, 2013).

O carbamato de etila, de fórmula molecular EtOCONH_2 , é classificado como uma substância potencialmente carcinogênica, sendo encontrada em pequenas quantidades em bebidas destiladas como a cachaça e a tiquira. É um éster do ácido carbâmico solúvel tanto em água como em álcool, podendo ter sua presença justificada pelas interações da ureia, do fosfato de carbamila e do cianeto com o etanol do destilado. O primeiro país a estabelecer padrões para

essa substância foi o Canadá, tornando-se um referencial para os Estados Unidos e a União Europeia, que assim, também limitaram a 0,15 mg/L o teor de carbamato de etila nas bebidas destiladas (CEREDA; CARNEIRO, 2008; MURICI, 2015; SOUZA et al., 2013).

O furfural e o hidroximetilfurfural são aldeídos indesejáveis na composição da aguardente, haja vista que, além de serem nocivos ao organismo, afetam o sabor e o aroma da bebida graças às suas características organolépticas picantes. Esses compostos se originam dos açúcares ainda presentes durante a destilação ou das substâncias em suspensão destiladas do mosto (SCHMIDT et al., 2009).

Em níveis muito baixos, o cobre é um metal essencial para o bom funcionamento do organismo, contudo se torna prejudicial quando em excesso, não sendo desejável sua presença na aguardente. Sendo proveniente do material comumente utilizado na construção dos alambiques, quando esses destiladores não são limpos corretamente, apresentam o produto da oxidação do cobre $[CuCO_3Cu(OH)_2]$ que é dissolvido na aguardente pelo vapor alcoólico ácido durante a destilação. A utilização do cobre nos alambiques decorre do fato de que esse não causa o odor indesejável do dimetil sulfeto produzido com o uso de destiladores de aço inoxidável (MURICI, 2015; SOUZA et al., 2013; SOUZA, 2014).

3. Objetivos

3.1. Objetivo geral

O presente trabalho de pesquisa teve como objetivo a utilização de amilases para hidrólise do amido e produção da aguardente de mandioca.

3.2. Objetivos específicos

- Testar a hidrólise do amido de mandioca com uso de enzimas amilolíticas comerciais (amiloglicosidase fúngica AMG 300 L e α -amilase bacteriana Termamyl 120 L, Novozymes®)
- Testar a hidrólise do amido de mandioca com uso de enzimas amilolíticas do malte
- Realizar a fermentação alcoólica dos mostos e a destilação das aguardentes
- Realizar as análises físico-químicas dos mostos e das aguardentes

4. Justificativa

A cultura da mandioca é muito popular no Brasil, sendo cultivada em todas as regiões do país. A aquisição dessa matéria-prima abundante e de baixo custo aliada ao conhecimento do processo de hidrólise enzimática dos amidos em açúcares fermentescíveis, permite obter processos de transformação desta matéria-prima em bebida destilada. No entanto, o processo de fabricação das bebidas alcoólicas destiladas necessita de aplicação de tecnologia de fermentação, pois no mercado das aguardentes de qualidade, a legislação está cada vez mais exigindo que o processo de fabricação seja baseado em práticas criteriosamente determinadas para a obtenção de um produto final padronizado e de qualidade. A produção de aguardente de matérias-primas como a mandioca pode beneficiar os produtores rurais e incentivar a cadeia produtiva, pois resulta em um produto de alto valor agregado.

**5. Artigo elaborado conforme as normas de submissão da revista
Brazilian Journal of Food Technology**

**APLICAÇÃO DE ENZIMAS AMIOLÍTICAS PARA A PRODUÇÃO DE
AGUARDENTE DE MANDIOCA**

Fernanda de Mendonça Santos¹ e Daniela Castilho Orsi¹

¹ Universidade de Brasília (UNB/FCE), Faculdade de Farmácia, Laboratório de
Controle de Qualidade, Ceilândia, Brasília - DF, Brasil

RESUMO

Nativa da América do Sul, a mandioca é muito popular no Brasil, sendo cultivada em todas as regiões do país. A aquisição dessa matéria-prima abundante e de baixo custo aliada ao conhecimento do processo de hidrólise enzimática dos amidos em açúcares fermentescíveis permite obter processos de transformação desta matéria-prima em bebida destilada. A produção de tiquira (aguardente de mandioca) pode beneficiar os produtores rurais e incentivar a cadeia produtiva por resultar em um produto de alto valor agregado. O presente estudo teve como objetivo a utilização de amilases comerciais (α -amilase bacteriana e amiloglicosidase fúngica) e amilases do malte para hidrolisar o amido e produzir aguardente de mandioca. Segundo as análises cromatográficas realizadas nas frações coração das aguardentes resultantes, os teores de álcool, acidez volátil em ácido acético, aldeídos em aldeído acético, ésteres em acetato de etila, furfural, coeficiente de congêneres e cobre foram consoantes à legislação brasileira. Na tiquira hidrolisada com enzimas do malte, apenas o teor de álcoois superiores foi acima do máximo permitido, enquanto na tiquira hidrolisada com enzimas comerciais os valores de álcoois superiores e metanol se apresentaram maiores que os limites preconizados. Obteve-se neste estudo uma eficiente produção da tiquira em escala laboratorial. Todavia, a adequação da metodologia ainda é necessária a fim de obter uma aguardente de mandioca com menores valores de álcoois superiores.

Palavras-chave: mandioca, aguardente, tiquira, enzimas comerciais, enzimas do malte.

ABSTRACT

Cassava is native to South America and very popular in Brazil, being cultivated in all regions of the country. The acquisition of this low cost and abundant raw material, along with the knowledge of the enzymatic hydrolysis process of the starches in fermentable sugars, allows the transformation of this raw material into a distilled beverage. The production of tiquira (cassava brandy) can benefit rural producers and encourage the production chain as it results in a valuable product. The present study aims at the use of commercial amylases (bacterial α -amylase and fungal amyloglucosidase) and malt to hydrolyze the starch and produce cassava brandy. According to the chromatographic analyzes performed in the heart fractions of the resulting spirits, the levels of alcohol, volatile acidity in acetic acid, aldehydes in acetic aldehyde, esters in ethyl acetate, furfural, congeneric coefficient and copper were consonant with Brazilian law. In malt enzyme-hydrolyzed tiquira, only the higher alcohols content was above the maximum allowed, while in tiquira hydrolyzed with commercial enzymes the values of higher alcohols and methanol were higher than the recommended limits. In this study, an efficient production of tiquira was obtained in laboratory scale. However, the suitability of the methodology still needs to be analyzed to obtain cassava brandy with lower values of higher alcohols.

Keywords: cassava, brandy, tiquira, commercial enzymes, malt enzymes.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição na produção mundial de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), uma planta nativa da América do Sul. Cultivada em todos os estados brasileiros, a produção de mandioca tem sido direcionada tanto para o consumo direto como para a indústria de processamento. Esse produto é rico em amido, que representa de 24 a 39% de sua composição (ADEJUMO; ADERIBIGBE; LAYOKUN, 2011; FAO, 2016).

Bebidas alcoólicas oriundas de matérias-primas amiláceas são preparadas na América do Sul desde os tempos pré-colombianos pelos ameríndios. A tiquira é uma aguardente de mandioca apreciada nas regiões norte e nordeste do Brasil, com maior produção no estado do Maranhão (CEREDA; BRITO, 2016; CEREDA; CARNEIRO, 2008). Essa bebida se encontra dentro da legislação brasileira como uma aguardente, com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, obtida de destilado alcoólico simples da mandioca ou pela destilação de seu mosto fermentado (BRASIL, 2011).

Para produzir álcool a partir do amido, são necessárias as etapas de gelificação do amido com a posterior liquefação e sacarificação (hidrólise enzimática) em açúcares simples, fermentação alcoólica e destilação. A necessidade de transformação de amido em açúcares simples se deve ao fato das leveduras de fermentação alcoólica como *Saccharomyces cerevisiae* não possuírem enzimas amilolíticas (CEREDA; BRITO, 2016; SOUZA et al., 2016).

Pertencentes à classe das hidrolases, as enzimas amilolíticas, também chamadas de amilases, catalisam a hidrólise do amido, sendo utilizadas para quebrá-lo parcial ou totalmente. A α -amilase (EC 3.2.1.1) é uma enzima que hidrolisa as ligações α -(1,4) da cadeia de amido e gera, como produtos, dextrinas de diferentes tamanhos. Já a amiloglicosidase (EC 3.2.1.3) tem capacidade de hidrolisar tanto as ligações α -(1,4) como as ligações α -(1,6) da cadeia de amido, fornecendo quase a degradação completa do amido em glicose. Devido à facilidade de cultivo, certas espécies de *Aspergillus* são quase exclusivamente usadas para a produção de α -amilase e amiloglicosidase comerciais (KOÇ; METIN, 2010; MACHIDA; YAMADA; GOMI, 2008; SOUZA; MAGALHÃES, 2010).

A β -amilase (EC 3.2.1.2), por sua vez, é uma enzima que hidrolisa as ligações α -(1,4) da cadeia de amido, liberando após a hidrólise, unidades de maltose (SINGH et al., 2014). Uma possível fonte de β -amilase é o malte de cevada. A maltagem e a germinação controlada dos grãos de cevada têm como objetivo desenvolver as amilases que serão responsáveis por converter o amido em açúcares fermentescíveis. Durante o processo de produção do mosto, mistura-se o malte moído em água em dornas com controle de temperatura que vão aquecendo por etapas até 75°C. Na temperatura de 60-65°C ocorre a sacarificação do amido gelificado pela β -amilase e a 70-75°C ocorre a dextrinização do amido pela α -amilase (BRUNELLI; MANSANO; VENTURINI FILHO, 2014).

Atualmente, os processos de fabricação das bebidas alcoólicas oriundas de matérias-primas amiláceas são artesanais e não existe técnica de controle do processo, gerando desvantagens como baixo rendimento e produto sem padrão de qualidade. Para alterar esse panorama, os processos devem ser modernizados, com aplicação de tecnologia de fermentação (SOUZA et al., 2016).

Assim, o presente trabalho de pesquisa tem como objetivo a utilização de amilases para realizar a hidrólise do amido e produzir a aguardente de mandioca. A aplicação de tecnologia de fermentação deve resultar em bebidas de qualidade e que se encaixem nos parâmetros exigidos pela legislação brasileira.

MATERIAIS E MÉTODOS

Preparo da matéria-prima

As raízes de mandioca (de polpa amarela e de polpa branca) foram obtidas em supermercados da cidade de Brasília no período de dezembro de 2018. Após serem higienizadas, lavadas e descascadas, as matérias-primas foram trituradas em liquidificador com água na proporção de 1:1 (p/v). Antes do processo de hidrólise do amido, a massa de mandioca foi gelificada em micro-ondas.

Processo de hidrólise (liquefação e sacarificação) do amido de mandioca com uso de amilases comerciais

A proporção de 500 mL de massa de mandioca gelificada foi adicionada de 1,5 mL de α -amilase bacteriana (Termamyl 120 L, Novozymes[®]) e 1,0 mL de amiloglicosidase (AMG 300 L, Novozymes[®]), conforme metodologia descrita por Arce, Pascoli e Vilpoux (2005). As misturas foram mantidas por 30 min a 45-55°C e depois a temperatura foi elevada até 85-95°C, para completar a ação da α -amilase bacteriana. Concluída a etapa de liquefação e sacarificação, o mosto foi filtrado para a separação e posterior descarte do bagaço. Então, o mosto foi resfriado com auxílio de um trocador de calor a temperatura abaixo de 30°C e seguiu para a etapa de fermentação alcoólica.

Processo de hidrólise (liquefação e sacarificação) do amido de mandioca com uso de amilases do malte

Na mosturação (cozimento do malte tipo Pilsen moído (30%, m/v) e massa de mandioca gelificada (70%, m/v) em água), a temperatura foi mantida na faixa de 65 a 75°C durante 1 h. Concluída a etapa de liquefação e sacarificação, o mosto foi filtrado para a separação e posterior descarte do bagaço. O mosto foi então fervido por 30 min, resfriado com auxílio de um trocador de calor e teve o teor de sólidos solúveis (grau Brix) corrigido com uso do refratômetro de bancada. Logo após, o mosto seguiu para a etapa de fermentação alcoólica.

Fermentação alcoólica

Os mostos hidrolisados, filtrados e livres do bagaço foram fermentados com levedura comercial para produção de aguardente (*Saccharomyces cerevisiae* UFLA CA-11, Novozymes[®]). A dosagem utilizada foi baseada na informação do produto de que 1 g de leveduras fermenta 1 litro de mosto. Antes de inocular o fermento no mosto, procedeu-se a reidratação da levedura seca no próprio mosto. A temperatura de fermentação foi mantida a 24°C em câmara climática e o processo de fermentação durou 48 h.

Destilação dos fermentados alcoólicos

Destilaram-se os fermentados alcoólicos em um destilador de laboratório, com capacidade para 1 litro. A primeira destilação prosseguiu com retirada e descarte de 10 mL do volume inicial do destilado a cada 700 mL de mosto fermentado (fração cabeça retirada com o intuito de diminuir o teor de metanol na aguardente). Na segunda destilação, separaram-se as frações cabeça (3,3% do volume inicial do destilado), coração (40% do volume do destilado) e cauda (volume final do destilado). As frações da aguardente foram armazenadas sob refrigeração em recipiente adequado e, posteriormente, foram realizadas as análises físico-químicas.

Análises físico-químicas (massa de mandioca, mostos e fermentados alcoólicos)

A leitura do pH e do teor de sólidos solúveis (grau Brix) foram feitas por pHmetro digital e refratômetro de bancada, respectivamente (AOAC, 2006). Os açúcares redutores, por sua vez, foram determinados pelo método do ADNS ou ácido 3-5 dinitrossalicílico (MILLER, 1959).

Análises das aguardentes

O grau alcoólico foi determinado com uso de alcoômetro de Gay-Lussac colocado diretamente em volume de destilado a 20°C (IAL, 1985). As análises de furfural, metanol, aldeídos, ésteres e álcoois superiores foram realizadas em cromatografia gasosa (BORTOLETTO; ALCARDE, 2013). As frações coração das aguardentes foi analisada no Laboratório de Tecnologia e Qualidade de Bebidas da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, USP, Piracicaba, SP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 2 apresenta as análises físico-químicas da massa de mandioca, dos mostos e dos fermentados alcoólicos. A redução do pH observada nos mostos (6,07-6,40) em comparação com os as bebidas fermentadas (4,36-4,66)

decorre de um dos subprodutos gerados pela fermentação alcoólica, os ácidos orgânicos. Essa diminuição do pH do fermentado alcoólico é benéfica, pois protege o produto de contaminação bacteriana (BASTOS, 2013; CEREDA; BRITO, 2016; SOUZA, 2014).

Tabela 2. Análises físico-químicas da massa de mandioca, dos mostos e dos fermentados alcoólicos

Análises físico-químicas	pH *	Sólidos solúveis (°Brix) *	Açúcares redutores (%) *
Massa de Mandioca	6,66±0,01	4,00 ± 0,01	1,77 ± 0,01
Amilases comerciais	Mosto	14,50 ± 0,01	12,44 ± 0,76
	Fermentado alcoólico	4,36±0,02	7,00 ± 0,01
Amilases do malte	Mosto	17,75 ± 0,01	8,52 ± 0,40
	Fermentado alcoólico	4,66±0,03	10,00 ± 0,01

* Os resultados foram expressos com médias seguidas dos respectivos desvios padrão das medidas em triplicata.

Os mostos apresentaram teores de sólidos solúveis de 14,50 a 17,75°Brix. É importante considerar que não apenas os açúcares do mosto são sólidos solúveis, como também, dextrinas, ácidos orgânicos, entre outros compostos. A massa de mandioca apresentou teor de sólidos solúveis de 4,00°Brix e 1,77% de açúcares. De acordo com a literatura, a matéria seca da raiz de mandioca é composta de 80 a 90% de amido e cerca de 2% de açúcares redutores (CEREDA; BRITO, 2016; OLIVEIRA, 2011). Os altos valores de açúcares obtidos nos mostos (8,52-12,44%) são indicativos de uma adequada quebra do amido pelas amilases. E os baixos valores de açúcares obtidos nos fermentados alcoólicos (1,88-3,60) são indicativos que a levedura *Saccharomyces cerevisiae* utilizou os açúcares fermentecíveis para produção de etanol.

Ambas as bebidas produzidas foram bidestiladas e, nas duas destilações, a primeira fração (cabeça) e a última (cauda) foram descartadas. As análises

cromatográficas da tabela 3, portanto, são referentes apenas à parte nobre do destilado, a fração coração. Tanto as borras geradas ao fim da fermentação alcoólica, como a vinhaça (resíduo gerado da destilação) foram desprezadas.

As aguardentes apresentaram graduação alcoólica entre 42,12-48,40% (v/v) e se encaixaram nos padrões definidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2011) para bebidas alcoólicas como a tiquira (36-54%, v/v).

O ácido acético, componente secundário da fermentação alcoólica, é o maior responsável pela acidez volátil da bebida destilada (ALCARDE et al., 2009; ALVES, 2011; ASQUIERI; SILVA; CÂNDIDO, 2009). Na presença de oxigênio, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* pode converter até 30% do açúcar do mosto em ácido acético. A alta acidez volátil pode ser atribuída a múltiplas causas referentes ao processo de fabricação, como: más condições de higiene do ambiente e dos equipamentos; manejo descuidado da massa e/ou do mosto, permitindo contaminação desses por bactérias acéticas; tipo de levedura utilizada; falta de controle do tempo e da temperatura durante a fermentação; e a não separação adequada da fração coração do volume total do destilado, já que a fração cauda é aquela em que o ácido acético mais está presente (ALCARDE et al., 2010; BASTOS, 2013; COELHO, 2017; PANG et al., 2017). As tiquiras produzidas neste estudo apresentaram valores de acidez volátil satisfatórios (14,81-21,01 mg/100 mL de álcool anidro) consoantes à legislação brasileira (BRASIL, 2011).

Representando aproximadamente 90% dos aldeídos em bebidas não envelhecidas como é o caso da aguardente de mandioca, o aldeído acético é o principal aldeído nas bebidas alcoólicas. Também chamado de acetaldeído, esse composto não é desejável nos destilados por diminuir sua qualidade, conferindo-lhes sabor pungente e aromas, em geral, enjoativos; além de ser tóxico quando consumido em altas concentrações (ALCARDE et al., 2010; SOUZA, 2014). As quantidades encontradas dessa substância nas tiquiras produzidas neste estudo (não detectado e 7,23 mg/100 mL de álcool anidro) estão de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2011).

Tabela 3. Análises cromatográficas das frações coração das aguardentes de mandioca.

Análises	Aguardente 1 (amilases comerciais)	Aguardente 2 (amilases do malte)	Valores de referência ²
Graduação alcoólica (% v/v a 20°C)	48,40	42,12	36 - 54
Acidez volátil em ácido acético (mg/100mL álcool anidro)	21,01	14,81	< 100
Aldeídos em aldeído acético (mg/100mL álcool anidro)	7,23	nd*	< 20
Ésteres em acetato de etila (mg/100mL álcool anidro)	2,02	5,20	< 200
Álcool metílico (mg/100mL álcool anidro)	34,75	7,88	< 20
Álcoois superiores (mg/100mL álcool anidro)	336,51	298,60	< 260
Álcool propílico (mg/100mL álcool anidro)	115,60	45,51	-
Álcool iso-butílico (mg/100mL álcool anidro)	29,26	38,96	-
Álcool iso-amílico (mg/100mL álcool anidro)	191,65	214,13	-
Álcool sec-butanol (mg/100mL álcool anidro)	1,61	0,78	-
Álcool n-butílico (mg/100mL álcool anidro)	0,48	0,24	-
Furfural (mg/100mL álcool anidro)	nd*	nd*	< 5
Coeficiente de congêneres (mg/100mL álcool anidro)	366,78	318,61	200-650
Cobre (mg/L de tiquira)	0,05	0,01	< 5

* nd = não detectado.

¹ Álcoois superiores são expressos pela soma dos álcoois propílico, iso-butílico e iso-amílico.

² Valores estabelecidos pela legislação brasileira para a identidade e qualidade da tiquira (BRASIL, 2011).

O acetato de etila é o principal éster encontrado nas aguardentes. Quando

em baixas proporções, fornece uma essência frugal à bebida, porém em grandes quantidades torna seu sabor enjoativo e desagradável, comprometendo seu aroma (ALVARENGA, 2011; COELHO, 2017; SOUZA et al., 2016). Sendo esse componente característico da fração cabeça e obtido a partir da reação de esterificação do etanol e do ácido acético provenientes da fermentação, o acetato de etila pode ter seu conteúdo controlado mantendo os mesmos cuidados utilizados para evitar altos teores de acidez volátil (BASTOS, 2013). Os valores resultantes desse composto nas tiquiras produzidas (2,02-5,20 mg/100 mL de álcool anidro) estão de acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2011).

Como é possível constatar na tabela 3, os níveis obtidos para o cobre nas aguardentes desse estudo (0,01-0,05 mg/L de tiquira) estão em conformidade com a legislação brasileira (BRASIL, 2011). Esse resultado já era esperado uma vez que o destilador do laboratório é feito de vidro e não tem cobre em sua composição.

O furfural e o hidroximetilfurfural são aldeídos indesejáveis na composição da aguardente, visto que, além de serem nocivos ao organismo, afetam o sabor e o aroma da bebida em virtude de suas características organolépticas picantes. Esses compostos se originam dos açúcares ainda presentes durante a destilação ou das substâncias em suspensão destiladas do mosto (SCHMIDT et al., 2009). Não foi detectado furfural nas aguardentes desse estudo.

A presença de metanol em bebidas destiladas não é desejada pelo fato desse ser tóxico ao homem. O valor máximo de metanol permitido pela legislação brasileira é de 20 mg/100 mL (BRASIL, 2011). Apenas a aguardente produzida com amilases do malte ficou em conformidade com a legislação brasileira (7,88 mg/100 mL de álcool anidro). Entretanto, o teor de metanol da aguardente produzida com amilases comerciais (34,75 mg/100 mL de álcool anidro) está abaixo dos limites máximos permitidos pelas legislações da União Europeia (1000 mg/100 mL de álcool anidro), da Austrália e Nova Zelândia (800 mg/100 mL de álcool anidro), da República Popular da China (60 mg/100 mL de álcool anidro) e dos Estados Unidos (35 mg/100 mL de álcool anidro) (EU, 2019; FDA, 1980; FSANZ, 2015; MOH, 2012).

A formação de álcoois superiores depende principalmente do tempo da fermentação e das condições em que se realizou o processo. Quanto maior o tempo de fermentação, maior é a produção desses compostos. Outro fator que pode reduzir o teor de álcoois superiores na bebida é a correta separação das frações inicial e intermediária no processo de destilação (BASTOS, 2013). As tiquiras produzidas neste estudo obtiveram valores de álcoois superiores (298,60-336,51 mg/100 mL de álcool anidro) maiores que os parâmetros estabelecidos na legislação brasileira (< 260 mg/100 mL de álcool anidro). É possível que esse aumento tenha acontecido devido à ausência de filtração do fermentado alcoólico anteriormente à destilação desse, embora o líquido do fundo do fermentador que continha bastante borra tenha sido desprezado e, portanto, não fez parte da destilação. Outra possível hipótese é o tempo de fermentação alcoólica que foi de 48 h e, em futuros testes, poderia ser reduzido para 24 h.

O rendimento teórico das aguardentes deste estudo foram de 9,2-11,7 litros das aguardentes por 100 kg de raízes de mandioca com teor alcoólico entre 38-41°GL na primeira destilação (destilação simples) (tabela 4). Segundo Souza et al. (2013), o rendimento médio da cachaça é 10 litros de cachaça por 100 kg de cana de açúcar. Assim, as aguardentes deste estudo tiveram rendimento comparável ao da cachaça. Esses resultados mostraram que o processo de hidrólise dos amidos em açúcares fermentescíveis foi eficiente para obter um bom rendimento em álcool, o que possibilita tornar as aguardentes de mandioca competitivas com as outras aguardentes comerciais já produzidas em escala industrial.

Já na segunda destilação, o rendimento teórico foi de 5,5-5,8 litros das aguardentes por 100 kg de raízes de mandioca com teor alcoólico de 49-50°GL. A tiquira produzida tradicionalmente não é bidestilada como as aguardentes desenvolvidas nesse estudo. Segundo Alcarde et al. (2010), a dupla destilação influencia positivamente na qualidade do produto final uma vez que retira os contaminantes da bebida e reduz as concentrações dos compostos secundários como o metanol.

Tabela 4. Rendimento dos mostos, fermentados alcoólicos e das aguardentes de mandioca

		Aguardente 1 (amilases comerciais)	Aguardente 2 (amilases do malte)
Matéria-prima (kg)		3,6	3,6 (2,8 de mandioca + 0,8 de malte moído)
Rendimento do mosto (L)		4	5
Fermentado alcoólico	Rendimento (litros)	3,1	3,5
	Teor alcoólico (°GL)	5,4	4,6
Primeiro destilado	Rendimento (mL)	330	420
	Teor alcoólico (°GL)	41	38
Segundo destilado	Rendimento (mL)	199	208
	Teor alcoólico (°GL)	50	49

CONCLUSÃO

A produção das aguardentes a partir da mandioca mostrou-se viável em escala laboratorial. O rendimento das aguardentes foi comparável ao rendimento da cachaça. Esses resultados mostraram que o processo de hidrólise dos amidos em açúcares fermentescíveis foi eficiente para obter um bom rendimento em álcool, o que possibilita tornar essas aguardentes competitivas com as outras aguardentes comerciais já produzidas em escala industrial. O processo adotado no destilado obtido a partir da hidrólise do amido por enzimas do malte comprovou ser uma forma eficaz de diminuir o conteúdo de metanol em comparação com o destilado obtido com o uso de amilases comerciais. Todavia, a adequação da metodologia ainda é necessária com o intuito de obter uma aguardente de mandioca com menores valores de álcoois superiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO ARTIGO

ADEJUMO, A. L.; ADERIBIGBE, A. F.; LAYOKUN, S. K. Cassava starch: production, physicochemical properties and hydrolysis - A review. **Adv. Food Energ. Secur.**, v. 9, p. 2: 8-17, 2011.

ALCARDE, R. A.; SOUZA, P. A.; BOSQUEIRO, A. C.; BELLUCO, A. E. S. Cinética de volatilização de componentes secundários da aguardente de cana-de-açúcar durante dupla destilação em alambique simples. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 4, p. 271-278, 2010.

ALVARENGA, R. M. **Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana**. 157 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ALVES, H. de O. **Obtenção e análise físico-química do destilado alcoólico da cajarana (Spondias sp), no semiárido paraibano**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Ciências Florestais. Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba, 2011.

AOAC - Official methods of analysis, Washington, 18 ed., 2006.

ARCE, L. S. D.; PASCOLI, M. C.; VILPOUX, O. Tiquira produzida com enzimas comerciais. In: **Congresso Brasileiro de Mandioca**, Campo Grande, MS. Ciência e tecnologia para a raiz do Brasil: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.

ASQUIERI, E. R., SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 896-904, out.-dez. 2009.

BASTOS, F. A. **Otimização do processo de produção de Tiquira empregando enzimas comerciais e fungos isolados a partir dos beijos utilizados no método tradicional.** 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Departamento de Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013.

BORTOLETTO, A. M.; ALCARDE, A. R. Congeners in sugar cane spirits aged in casks of different woods. **Food Chemistry**, v.139, p.695-701, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 15, de 31 de março de 2011.** Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade Para As Bebidas Alcoólicas Destiladas: aguardente de melação, aguardente de cereal, aguardente de vegetal, aguardente de rapadura, aguardente de melado, aguardente de fruta, arac, rum, sochu, tiquira e uísque. Brasília, DF, 2011.

BRUNELLI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 19-27, 2014.

CEREDA, M. P.; CARNEIRO, M. S. C.; **Manual de Fabricação de Tiquira (Aguardente de Mandioca), por Processo Tradicional e Moderno: Tecnologias e Custos de Produção.** Embrapa, 2008.

CEREDA, M. P.; BRITO, V. H. S. Tiquira. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016. Cap. 24. p. 469-487. (Bebidas vol. 1).

COELHO, M. D. **Avaliação da influência de enzimas na produção e composição química e físico-química da aguardente de mandioca "Manihot esculenta" (tiquira).** 2017. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Departamento de Tecnologia Química, Universidade Federal do Maranhão, São

Luís, 2017.

EU European Union. **Regulation (EU) No 2019/787 of the European Parliament and of the Council of 17 April 2019** on the definition, description, presentation and labelling of spirit drinks, the use of the names of spirit drinks in the presentation and labelling of other foodstuffs, the protection of geographical indications for spirit drinks, the use of ethyl alcohol and distillates of agricultural origin in alcoholic beverages, and repealing Regulation (EC) No 110/2008. (OJ L 130, 17.5.2019, p.54). Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0787&from=EN>>. Acessado em: 02 de junho de 2019.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crop statistics of Cassava, 2016.** Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acessado em: 15 de novembro de 2018.

FDA, Food and Drug Administration. 1980. **CPG Sec. 510.200 Brandy Containing Methyl Alcohol — Food Additive.** Disponível em: <<https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/cpg-sec-510200-brandy-containing-methyl-alcohol-food-additive>>. Acessado em: 02 de Junho de 2019.

FSANZ, Food Standards Australia New Zealand. 2015. **Contaminants and natural toxicants. Standard 1.4.1.** Disponível em: <<https://www.comlaw.gov.au/Series/F2008B00618>>. Acessado em: 02 de Junho de 2019.

HANG, Y. D.; WOODAMS, E. E. Methanol content of grappa made from New York grape pomace, **Bioresource Technology**, v. 99, p. 3923–3925, 2008.

IAL, INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:**

Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: O Instituto, 1985.

KOÇ, Ö; METIN, K. Purification and characterization of a thermostable glucoamylase produced by *Aspergillus flavus* HBF34. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 23, p. 3414-3424, 2010.

MACHIDA, M.; YAMADA, O.; GOMI, K. Genomics of *Aspergillus oryzae*: learning from the history of koji mold and exploration of its future. **DNA Research**, v. 15, n. 4, p. 173-183, 2008.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 4, p. 426, 1959.

MOH Ministry of Health. 2012. **National food safety standard for distilled spirits and formulated spirits. GB 2757-2012.** Disponível em: <<http://www.nhfpc.gov.cn/sps/s7891/201209/4090a1d1c0d64671bc2fa7811808a3ee.shtml>>. Acessado em: 02 de Junho de 2019.

MURICI, N. T. C. **Estudo da hidrólise do amido de milho verde e de batata doce com uso de enzimas amilolíticas para produção de bebida alcoólica destilada.** 2015. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

OLIVEIRA, D. C. **Caracterização e potencial tecnológico de amidos de diferentes cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

PANG, X; LI, Z.; CHEN, J.; GAO, L.; HAN, B. A Comprehensive Review of Spirit Drink Safety Standards and Regulations from an International Perspective. **Journal of Food Protection**, v. 80, n. 3, p.431-442, mar. 2017. International

Association for Food Protection.

SCHMIDT, L.; MARMITT, S.; OLIVEIRA, E. C.; SOUZA, C. F. V. Características físico-químicas de aguardentes produzidas artesanalmente na região do vale do Taquari no Rio Grande do Sul. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 539-551, 2009.

SINGH, S.; SINGH, S.; BALI, V.; SHARMA, L.; MANGLA, J. Production of fungal amylases using cheap, readily available agriresidues, for potential application in textile industry. **BioMed Research International**, v. 2014, n. 8, p. 1–9, 2014.

SOUZA, I. A. **Produção de aguardente de mandioca utilizando o fungo *Aspergillus oryzae* para liquefação e sacarificação do amido**. 2014. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, I. A.; BARBONI, P. G. D.; ORSI, D. C.; GOMES, C. N. L. Cassava Biomass Transformation by *Aspergillus oryzae*. **Journal of Agricultural Science**, v. 8, p. 37- 43, 2016.

SOUZA, L. M.; ALCARDE, A. R.; LIMA, F. V.; BORTOLETTO, A. M. **Produção de cachaça de qualidade**. Piracicaba: ESALQ, 72 p., 2013.

SOUZA, P. M.; MAGALHÃES, P. O. Application of microbial α -amylase in industry - A review. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 41, n.4, p. 850-861, 2010.

6. Referências bibliográficas da revisão de literatura

ADEJUMO, A. L.; ADERIBIGBE, A. F.; LAYOKUN, S. K. Cassava starch: production, physicochemical properties and hydrolysis - A review. **Adv. Food Energ. Secur.**, v. 9, p. 2: 8-17, 2011.

ALCARDE, A. R.; SOUZA, P. A.; BOSQUEIRO, A. C.; BELLUCO, A. E. S. Perfil físico-químico de aguardente de cana-de-açúcar produzida por metodologias de dupla destilação em alambique simples. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 3, p. 499-503, 2009.

ALCARDE, R. A.; SOUZA, P. A.; BOSQUEIRO, A. C.; BELLUCO, A. E. S. Cinética de volatilização de componentes secundários da aguardente de cana-de-açúcar durante dupla destilação em alambique simples. **Brazilian Journal of Food Technology, Campinas**, v. 13, n. 4, p. 271-278, 2010.

ALVARENGA, R. M. **Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana**. 2011. 157 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência de Alimentos, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ARCE, L. S. D.; PASCOLI, M. C.; VILPOUX, O. **Tiquira produzida com enzimas comerciais**. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, Campo Grande, MS. Ciência e tecnologia para a raiz do Brasil: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005.

ASQUIERI, E. R., SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 896-904, 2009.

BASTOS, F. A. **Otimização do processo de produção de Tiquira**

empregando enzimas comerciais e fungos isolados a partir dos beijos utilizados no método tradicional. 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Departamento de Química, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 15, de 31 de março de 2011. **Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade Para As Bebidas Alcoólicas Destiladas: aguardente de melação, aguardente de cereal, aguardente de vegetal, aguardente de rapadura, aguardente de melado, aguardente de fruta, arac, rum, sochu, tiquira e uísque.** Brasília, DF, 2011.

BRUNELLI, L. T.; MANSANO, A. R.; VENTURINI FILHO, W. G. Caracterização físico-química de cervejas elaboradas com mel. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 19-27, 2014.

CAMPOS, L. M. A. S. **Estudo dos parâmetros fermentativos na obtenção de aguardente de mel.** 2011. 153 f. Tese (Doutorado) – Curso de Ciências, Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo (USP), Lorena (SP), 2011.

CANCELIER, A.; CAPELETTO, C.; PEREIRA, B. A.; TODESCATO, D.; COSTELLI, M. C.; SILVA, A.; LOPES, T. J. Influência de parâmetros de processo na obtenção de bebida fermento-destilada de uva-japão (*Hovenia dulcis Thunberg*)/Influence of process parameters on obtaining a fermented/distilled drink from the fruit of *Hovenia dulcis*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 1, p. 59-67, 2013.

CEREDA, M. P.; BRITO, V. H. S. Tiquira. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.). **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016. Cap. 24. p. 469-487. (Bebidas vol. 1).

CEREDA, M. P.; CARNEIRO, M. S. C.; **Manual de Fabricação de Tiquira**

(Aguardente de Mandioca), por Processo Tradicional e Moderno: Tecnologias e Custos de Produção. Embrapa, 2008.

COSTA, M. R. **Estudo comparativo das hidrólises ácida e enzimática de matérias primas amiláceas visando a obtenção de etanol.** 2010. 48 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, 2010.

CRUZ, E. A.; MELO, M. C.; SANTANA, N. B.; FRANCO, M.; SANTANA, R. S. M.; SANTOS, L. S.; GONÇALVES, Z. S. Produção de alfa-amilase por *Aspergillus niger* em resíduo de cascas de mandioca. **Journal of Health Sciences**, v. 13, n. 4, p. 245- 249, 2011.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). **Cultivo, processamento e usos da mandioca para o Estado do Maranhão, com ênfase no Território da Cidadania dos Lençóis Maranhenses: Munin.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 82 p., 2008.

FELIPE, F. I.; ALVES, L. R. A.; VIEIRA, R. M. Produção na Tailândia versus Brasil. **AgroANALYSIS**, v. 33, n. 03. p. 28-29, 2013.

FAO Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Crop statistics of Cassava,** 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acessado em: 15 de novembro de 2018.

HANG, Y. D.; WOODAMS, E. E. Methanol content of grappa made from New York grape pomace, **Bioresource Technology**, v. 99, p. 3923–3925, 2008.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras,** 2017. Disponível em:

<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>. Acessado em: 15 de novembro de 2018.

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de alimentos: Teoria e Aplicações Práticas**. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019. 312 p.

KOÇ, Ö; METIN, K. Purification and characterization of a thermostable glucoamylase produced by *Aspergillus flavus* HBF34. **African Journal of Biotechnology**, v. 9, n. 23, p. 3414-3424, 2010.

MACHIDA, M.; YAMADA, O.; GOMI, K. Genomics of *Aspergillus oryzae*: learning from the history of koji mold and exploration of its future. **DNA Research**, v. 15, n. 4, p. 173-183, 2008.

MURICI, N. T. C. **Estudo da hidrólise do amido de milho verde e de batata doce com uso de enzimas amilolíticas para produção de bebida alcoólica destilada**. 2015. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

OLIVEIRA, D. C. **Caracterização e potencial tecnológico de amidos de diferentes cultivares de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*)**. 2011. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

OLIVEIRA, R. H. A.; SUDO, J. T. C.; RESENDE, M. M. **Estudo dos processos de sacarificação, fermentação e destilação de cascas e pontas de mandioca no processo de obtenção de aguardente**. XII Seminário e VIII Encontro de Iniciação Científica, 2008.

RIBEIRO, D. M. L. **Caracterização e comportamento sacarificante da flora microbiana empregada na fabricação da aguardente de mandioca (Tiquira)**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química Analítica, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão,

São Luís (MA), 2011.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Sistema de Produção de Destilado de Vinho**. EMBRAPA Uva e Vinho, v. 1, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/DestiladoVinho/destilacao.Htm>>. Acessado em: 14 de novembro de 2018.

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P. S.; OTSUBO, A. A.; SILVA, A. S.; ROHDEN, V. S. Performance de cultivares de mandioca e incidência de mosca branca no Vale do Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 57, n.1, p. 87-94, 2010.

SCHMIDT, L.; MARMITT, S.; OLIVEIRA, E. C.; SOUZA, C. F. V. Características físico-químicas de aguardentes produzidas artesanalmente na região do vale do Taquari no Rio Grande do Sul. **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 4, p. 539-551, 2009.

Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento/Departamento de Economia Rural (SEAB/DERAL). **Prognóstico Mandioca 2017/18**. Disponível em:<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2018/Mandioca_2017_18.pdf>. Acessado em: 12 de novembro de 2018.

SINGH, S.; SINGH, S.; BALI, V.; SHARMA, L.; MANGLA, J. Production of fungal amylases using cheap, readily available agriresidues, for potential application in textile industry. **BioMed Research International**, v. 2014, n. 8, p. 1–9, 2014.

SOARES, I. A.; FLORES, A.C.; ZANETTIN, L.; PIN, H. K.; MENDONÇA, M. M.; BARCELOS, R. P.; TREVISOL, L. R.; CARVALHO, R. D.; SCHAUREN, D.; ROCHA, C. L. M. S. C.; BARONI, S. Identificação do potencial amilolítico de linhagens mutantes do fungo filamentoso *Aspergillus nidulans*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 3, p. 700-705, 2010.

SOUZA, I. A. **Produção de aguardente de mandioca utilizando o fungo *Aspergillus oryzae* para liquefação e sacarificação do amido.** 2014. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, I. A.; BARBONI, P. G. D.; ORSI, D. C.; GOMES, C. N. L. Cassava Biomass Transformation by *Aspergillus oryzae*. **Journal of Agricultural Science**, v. 8, p. 37- 43, 2016.

SOUZA, L. M.; ALCARDE, A. R.; LIMA, F. V.; BORTOLETTO, A. M. **Produção de cachaça de qualidade.** Piracicaba: ESALQ, 72 p., 2013.

SOUZA, P. M.; MAGALHÃES, P. O. Application of microbial α -amylase in industry - A review. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 41, n.4, p. 850-861, 2010.

VILHALVA, D. A. A.; SOARES JÚNIOR, M. S.; FARIA, F. P.; CASTIGLIONI, G. L.; CALIARI, M.; SILVA, F. A. Produção de aguardente a partir de resíduo de fecularia de mandioca. **Rev. Interciência**, v. 38, n. 11, 2013.

ZURITA, E. **Efeito de enzimas comerciais e naturais utilizadas na hidrólise da mandioca sobre a qualidade sensorial da tiquira.** 2010. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de São Carlos, Araras (SP), 2010.

7. ANEXOS

ANEXO 1. Imagens do processo de produção da aguardente de mandioca.



Imagem 1. Raízes de mandioca descascadas e cortadas.



Imagem 2. Massa de mandioca gelificada.



Imagem 3. Massa de mandioca após a hidrólise (liquefação e sacrificação) do amido.



Imagem 4. Fermentados alcoólicos.



Imagem 5. Destilação dos fermentados alcoólicos.



Imagem 6. Amostras destinadas às análises físico-químicas.

ANEXO 2. Análises cromatográficas das frações coração das aguardentes de mandioca realizadas no Laboratório de Tecnologia e Qualidade de Bebidas da ESALQ (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, USP, Piracicaba, SP).



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA "LUIZ DE QUEIROZ"



DEPARTAMENTO DE AGROINDÚSTRIA, ALIMENTOS E NUTRIÇÃO
Av. Pádua Dias, 11 • Cep 13418-900 • Piracicaba, SP • Brasil
Fone (19) 3429 4110 • Fax (19) 3422 1733
www.esalq.usp.br

CERTIFICADO DE ANÁLISE Nº 01-05/19

Amostras de destilado, interessado: Daniela Castilho Orsi.

Itens analisados / Amostras	Dest batata doce - Fernanda - malte	Dest batata doce - Fernanda - comercial	Mandioca comercial - Fernanda	Mandioca + malte
Grau alcoólico real a 20°C (v/v)	52,06	41,84	48,40	42,12
Acidez volátil em ácido acético (mg/100mL álcool anidro)	10,58	12,83	21,01	14,81
Aldeídos em aldeído acético (mg/100mL álcool anidro)	2,19	12,19	7,23	nd
Ésteres em acetato de etila (mg/100mL álcool anidro)	2,75	2,80	2,02	5,20
Álcool metílico (mg/100mL álcool anidro)	10,81	52,37	34,75	7,88
Álcool sec-butanol (mg/100mL álcool anidro)	nd	nd	1,61	0,78
Álcool propílico (mg/100mL álcool anidro)	69,40	108,27	115,60	45,51
Álcool iso-butílico (mg/100mL álcool anidro)	25,07	44,00	29,26	38,96
Álcool n-butílico (mg/100mL álcool anidro)	0,73	2,34	0,48	0,24
Álcool iso-amílico (mg/100mL álcool anidro)	178,24	106,98	191,65	214,13
Álcoois superiores (mg/100mL álcool anidro)	272,70	259,25	336,51	298,60
Furfural (mg/100mL álcool anidro)	nd	nd	nd	nd
Coefficiente de congêneres (mg/100mL álcool anidro)	288,23	287,07	366,78	318,61
Cobre (mg/L)	0,01	nd	0,05	0,01

nd = não detectado

OBSERVAÇÕES: (1) A presente análise tem valor restrito à amostra recebida no laboratório. A identificação da amostra é de exclusiva responsabilidade do remetente. (2) Certificado com resultados exclusivamente destinados para a finalidade de pesquisa científica acadêmica. (3) O serviço de análises compreende exclusivamente a entrega do certificado ao interessado, não cabendo ao Laboratório e seus pesquisadores fornecerem qualquer parecer e/ou assessoria sobre certificado emitido.

METODOLOGIAS UTILIZADAS:

ALCARDE, A.R.; SOUZA, L.M.; BORTOLETTO, A.M. Ethyl carbamate kinetics in double distillation of sugar cane spirit. **Journal of the Institute of Brewing**, v.118, n.1, p.27-31, 2012.
BORTOLETTO, A.M.; ALCARDE, A.R. Congeners in sugar cane spirits aged in casks of different woods. **Food Chemistry**, Reading, v.139, p.695-701, 2013.

Piracicaba, 03 de maio de 2019.

Prof. Dr. André Ricardo Alcarde (CREA: 5060223704)
Laboratório de Tecnologia e Qualidade de Bebidas



ANEXO 3. Normas de submissão para a revista *Brazilian Journal of Food Technology*.

1. CONTEÚDO E CLASSIFICAÇÃO DOS DOCUMENTOS PARA PUBLICAÇÃO Serão aceitos manuscritos de abrangência nacional e/ou internacional que

apresentem novos conceitos ou abordagens experimentais e que não sejam apenas repositórios de dados científicos. Trabalhos que contemplam especificamente metodologias analíticas serão aceitos para publicação desde que elas sejam inovadoras ou proporcionem aperfeiçoamentos significativos de métodos já existentes. Ficará a critério dos editores, a depender da relevância do tema, a aceitação de trabalhos que tenham resultados da análise de produtos industrializados sem informações que permitam reproduzir a sua obtenção. Não serão aceitos para publicação trabalhos que visam essencialmente à propaganda comercial.

Os documentos publicados no BJFT classificam-se nas seguintes categorias:

1.1. ARTIGOS CIENTÍFICOS ORIGINAIS: São trabalhos que relatam a metodologia, os resultados finais e as conclusões de pesquisas originais, estruturados e documentados de modo que possam ser reproduzidos com margens de erro iguais ou inferiores aos limites indicados pelo autor. O trabalho não pode ter sido previamente publicado, exceto de forma preliminar como nota científica ou resumo de congresso.

1.2. ARTIGOS DE REVISÃO: São extratos inter-relacionados da literatura disponível sobre um tema que se enquadre no escopo da revista e que contenham conclusões sobre o conhecimento disponível. Preferencialmente devem ser baseados em literatura publicada nos últimos cinco anos.

1.3 NOTAS CIENTÍFICAS: São relatos parciais de pesquisas originais que, devido à sua relevância, justificam uma publicação antecipada. Devem seguir o mesmo padrão do Artigo Científico, podendo ser, posteriormente, publicadas de forma completa como Artigo Científico.

1.4. RELATOS DE CASO: São descrições de casos, cujos resultados

são tecnicamente relevantes.

1.5. RESENHAS CRÍTICA DE LIVRO: Trata-se de uma análise de um ou mais livros impressos ou online, que apresenta resumo e análise crítica do conteúdo.

1.6. COMENTÁRIOS DE ARTIGOS: Um documento cujo objeto ou foco é outro artigo ou outros artigos.

1.7. COMUNICAÇÕES RÁPIDAS: Atualização de uma pesquisa ou outros itens noticiosos.

Os manuscritos podem ser apresentados em português, inglês ou espanhol.

2. ESTILO E FORMATAÇÃO

2.1. FORMATAÇÃO

- Editor de Textos Microsoft WORD 2010 ou superior, não protegido.
 - Fonte Arial 12, espaçamento duplo entre linhas. Não formate o texto em múltiplas colunas.
 - Página formato A4 (210 x 297 mm), margens de 2 cm.
 - Todas as linhas e páginas do manuscrito deverão ser numeradas sequencialmente.
 - A itemização de seções e subseções não deve exceder 3 níveis.
- Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17
- O número de páginas, incluindo Figuras e Tabelas no texto, não deverá ser superior a 20 para Artigos Científicos Originais e de Revisão e a 9 para os demais tipos de documento. Sugerimos que a apresentação e discussão dos resultados seja a mais concisa possível.
 - Use frases curtas.

2.2. UNIDADES DE MEDIDAS: Deve ser utilizado o Sistema Internacional de Unidades (SI) e a temperatura deve ser expressa em graus Celsius.

2.3. TABELAS E FIGURAS: Devem ser numeradas em algarismos arábicos na ordem em que são mencionadas no texto. Seus títulos devem estar imediatamente acima das Tabelas e imediatamente abaixo das Figuras e não devem conter unidades. As unidades devem estar, entre parênteses, dentro das

Tabelas e nas Figuras. Fotografias devem ser designadas como Figuras. A localização das Tabelas e Figuras no texto deve estar identificada.

As TABELAS devem ser editadas utilizando os recursos próprios do editor de textos WORD para este fim, usando apenas linhas horizontais. Devem ser autoexplicativas e de fácil leitura e compreensão. Notas de rodapé devem ser indicadas por letras minúsculas sobrescritas. Demarcar primeiramente as colunas e depois as linhas e seguir esta mesma sequência para as notas de rodapé.

As FIGURAS devem ser utilizadas, de preferência, para destacar os resultados mais expressivos. Não devem repetir informações contidas em Tabelas. Devem ser apresentadas de forma a permitir uma clara visualização e interpretação do seu conteúdo. As legendas devem ser curtas, autoexplicativas e sem bordas. As Figuras (gráficos e fotos) devem ser coloridas e em alta definição (300 dpi), para que sejam facilmente interpretadas. As fotos devem estar na forma de arquivo JPG ou TIF. As Figuras devem ser enviadas (File upload) em arquivos individuais, separadas do texto principal, na submissão do manuscrito. Estes arquivos individuais devem ser nomeados de acordo com o número da figura. Ex.: Fig1.jpg, Fig2.tif etc.

2.4. EQUAÇÕES: As equações devem aparecer em formato editável e apenas no texto, ou seja, não devem ser apresentadas como figura nem devem ser enviadas em arquivo separado.

Recomendamos o uso do MathType ou Editor de Equações, tipo MS Word, para apresentação de equações no texto. Não misture as ferramentas MathType e Editor de Equações na mesma equação, nem tampouco misture estes recursos com inserir símbolos. Também não use MathType ou Editor de Equações para apresentar no texto do manuscrito variáveis simples (ex., $a=b^2+c^2$), letras gregas e símbolos (ex., α , ∞ , Δ) ou operações matemáticas (ex., x , \pm , \geq). Na edição do texto do manuscrito, sempre que possível, use a ferramenta “inserir símbolos”.

Devem ser citadas no texto e numeradas em ordem sequencial e crescente, em algarismos arábicos entre parênteses, próximo à margem direita.

2.5. ABREVIATURAS e SIGLAS: As abreviaturas e siglas, quando

estritamente necessárias, devem ser definidas na primeira vez em que forem mencionadas. Não use abreviaturas e siglas não padronizadas, a menos que apareçam mais de 3 vezes no texto. As abreviaturas e siglas não devem aparecer no Título, nem, se possível, no Resumo e Palavras-chave.

2.6 NOMENCALTURA:

Reagentes e ingredientes: preferencialmente use o nome internacional não- proprietário (INN), ou seja, o nome genérico oficial.

Nomes de espécies: utilize o nome completo do gênero e espécie, em itálico, no título (se for o caso) e no manuscrito, na primeira menção. Posteriormente, a primeira letra do gênero seguida do nome completo da espécie pode ser usado. Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

3. ESTRUTURA DO ARTIGO

PÁGINA DE ROSTO: título, título abreviado, autores/filiação (deverá ser submetido como *Title Page*)

3.1. TÍTULO: Deve ser claro, preciso, conciso e identificar o tópico principal da pesquisa. Usar palavras úteis para indexação e recuperação do trabalho. Evitar nomes comerciais e abreviaturas. Se for necessário usar números, esses e suas unidades devem vir por extenso. Gênero e espécie devem ser escritos por extenso e itálico; a primeira letra em maiúscula para o gênero e em minúscula para a espécie. Incluir nomes de cidades ou países apenas quando os resultados não puderem ser generalizados para outros locais. Deve ser escrito em caixa alta e não exceder 150 caracteres, incluindo espaços. O manuscrito em português ou espanhol deve também apresentar o Título em inglês e o manuscrito em inglês deve incluir também o Título em português.

3.2. TÍTULO ABREVIADO (RUNNING HEAD): Deve ser escrito em caixa alta e não exceder 50 caracteres, incluindo espaços.

3.3. AUTORES/FILIAÇÃO: São considerados autores aqueles com efetiva contribuição intelectual e científica para a realização do trabalho, participando de sua concepção, execução, análise, interpretação ou redação dos resultados, aprovando seu conteúdo final. Havendo interesse dos autores, os demais colaboradores, como, por exemplo, fornecedores de insumos e amostras, aqueles que ajudaram a obter recursos e infraestrutura e

patrocinadores, devem ser citados na seção de agradecimentos. O autor de correspondência é responsável pelo trabalho perante a Revista e, deve informar a contribuição de cada coautor para o desenvolvimento do estudo apresentado.

Devem ser fornecidos os nomes completos e por extenso dos autores, seguidos de sua filiação completa (Instituição/Departamento, cidade, estado, país) e endereço eletrônico (e-mail). O autor para correspondência deverá ter seu nome indicado e apresentar endereço completo para postagem.

Para o autor de correspondência: *Nome completo (*autor correspondência), Instituição/Departamento (Nome completo da Instituição de filiação quando foi realizada a pesquisa), Endereço postal completo (Logradouro/ CEP / Cidade / Estado / País), Telefone, e-mail (não utilizar os provedores hotmail e uol no cadastro do autor de correspondência, pois o sistema de submissão online ScholarOne, utilizado pela revista, não confirma a solicitação de envio de e-mail feita por estes provedores).*

Para coautores: *Nome completo, Instituição/Departamento (Nome completo da Instituição de filiação quando foi realizada a pesquisa), Endereço (Cidade / Estado / País), e-mail.*

DOCUMENTO PRINCIPAL: título, resumo, palavras-chave, texto do artigo com a identificação de figuras e tabelas.

3.4. RESUMO: Deve incluir objetivo(s) ou hipótese da pesquisa, material e métodos (somente informação essencial para a compreensão de como os resultados foram obtidos), resultados mais significativos e conclusões do trabalho, contendo no máximo 2.000 caracteres (incluindo espaços). Não usar abreviaturas e siglas. Os artigos em português ou espanhol devem também apresentar Resumo em inglês e os artigos em inglês devem incluir também o Resumo em português. Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

3.5. PALAVRAS-CHAVE: Devem ser incluídas no mínimo 6, logo após o Resumo e Abstract, até no máximo 10 palavras indicativas do conteúdo do trabalho, que possibilitem a sua recuperação em buscas bibliográficas. Não utilizar termos que apareçam no título. Usar palavras que permitam a recuperação do artigo em buscas abrangentes. Evitar palavras no plural e termos compostos (com “e” e “de”), bem como abreviaturas, com exceção daquelas

estabelecidas e conhecidas na área. Os artigos em português ou espanhol devem também apresentar as Palavras-chave em inglês e os artigos em inglês devem incluir também as Palavras-chave em português.

3.6. **INTRODUÇÃO:** Deve reunir informações para uma definição clara da problemática estudada, fazendo referências à bibliografia atual, preferencialmente de periódicos indexados, e da hipótese/objetivo do trabalho, de maneira que permita situar o leitor e justificar a publicação do trabalho. Visando à valorização da Revista, sugere-se, sempre que pertinente, a citação de artigos publicados no BJFT.

3.7. **MATERIAL E MÉTODOS:** Deve possibilitar a reprodução do trabalho realizado. A metodologia empregada deve ser descrita em detalhes apenas quando se tratar de desenvolvimento ou modificação de método. Neste último caso, deve destacar a modificação efetuada. Todos os métodos devem ser bibliograficamente referenciados ou descritos.

3.8. **RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os resultados devem ser apresentados e interpretados dando ênfase aos pontos importantes que deverão ser discutidos com base nos conhecimentos atuais. Deve-se evitar a duplicidade de apresentação de resultados em Tabelas e Figuras. Sempre que possível, os resultados devem ser analisados estatisticamente.

3.9. **CONCLUSÕES:** Neste item deve ser apresentada a essência da discussão dos resultados, com a qual se comprova, ou não, a hipótese do trabalho ou se ressalta a importância ou contribuição dos resultados para o avanço do conhecimento. Este item não deve ser confundido com o Resumo, nem ser um resumo da Discussão.

3.10. **AGRADECIMENTOS:** Deve ser feita a identificação completa da agência de fomento, constando seu nome, país e nº do projeto. Outros agradecimentos a pessoas ou instituições são opcionais.

3.11. **REFERÊNCIAS:**

3.11.1 **Citações no Texto**

Citação direta: Transcrição textual de parte da obra do autor consultado (Especificar no texto a(s) página(s), volume(s), tomo(s) ou seção(ões) da fonte consultada).

Citação indireta: Texto baseado na obra do autor consultado (Indicar apenas a data). Nas citações bibliográficas no texto (baseadas na norma ABNT NBR 10520: 2002), as chamadas pelo sobrenome do autor, pela instituição responsável ou título incluído na sentença devem ser em letras maiúsculas e minúsculas e, quando estiverem entre parênteses, devem ser em letras maiúsculas (caixa alta). Exemplos:

Guerrero e Alzamorra (1998) obtiveram bom ajuste do modelo.

Esses resultados estão de acordo com os verificados para outros produtos (CAMARGO; RASERAS, 2006; LEE; STORN, 2001).

As citações de diversos documentos de um mesmo autor, publicados num mesmo ano, são distinguidas pelo acréscimo de letras minúsculas, em ordem alfabética, após a data e sem espaçamento, conforme a lista de referências. Exemplos:

De acordo com Reeside (1927a) Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17 (REESIDE, 1927b). Para citação de citação deve-se utilizar a expressão “apud” (citado por, conforme, segundo) após o ano de publicação da referência, seguida da indicação da fonte secundária efetivamente consultada. Exemplos:

“[...] o viés organicista da burocracia estatal e o antiliberalismo da cultura política de 1937, preservado de modo encapuçado na Carta de 1946.” (VIANNA, 1986, p. 172 apud SEGATTO, 1995).

Sobre esse assunto, são esclarecedoras as palavras de Silva (1986 apud CARNEIRO, 1981).

3.11.2 Referências

A lista de referências deve seguir o estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Norma: NBR 6023, de agosto de 2002, na seguinte forma:

- As referências são alinhadas somente à margem esquerda do texto e de forma a se identificar individualmente cada documento, em espaço simples e separadas entre si por espaço duplo.

- O recurso tipográfico (negrito, grifo ou itálico) utilizado para destacar o elemento título deve ser uniforme em todas as referências de um mesmo

documento.

- Citar o nome de todos os autores nas Referências, ou seja, não deve ser usada a expressão “et al.”

- *Monografias (livros, manuais e folhetos como um todo)*

Sobrenome e iniciais dos prenomes do autor (nomes de mais de 1 autor devem ser separados por ponto e vírgula). Título (em negrito): subtítulo. Edição (n. ed.), Local de Publicação: Editora, data de publicação. Número de páginas.

Exemplos: *Impressos:*

EVANGELISTA, J. Tecnologia de alimentos. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 680 p. HOROWITZ, W. (Ed.). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed., 3rd rev. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2010. 1 v.

PERFIL da administração pública paulista. 6. ed. São Paulo: FUNDAP, 1994. 317 p.

Eletrônicos:

SZEMPLENSKI, T. Aseptic packaging in the United State. 2008. Disponível em:

<<http://www.packstrat.com>>. Acesso em: 19 maio 2008.

- *Parte de monografias (Capítulos de livros, volume, fragmento, parte)*
AUTOR DO CAPÍTULO. Título do capítulo. In: AUTOR DO LIVRO. Título do livro (em negrito). Edição. Local de publicação (cidade): Editora, data. Capítulo, página inicial-final da parte. Exemplo:

Impressos:

ZIEGLER, G. Product design and shelf-life issues: oil migration and fat bloom. In: TALBOT, G. (Ed.). Science and technology of enrobed and filled chocolate, confectionery and bakery products. Boca Raton: CRC Press, 2009. Chapter 10, p. 185-210.

Eletrônicos: Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

TAMPAS de elastômeros: testes funcionais. In: AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Farmacopeia Brasileira. 5. ed. Brasília: ANVISA, 2010. cap.6,p.294-299. Disponível em:

<http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cd_farmacopeia/pdf/volume1%2020110216.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2012.

- *Teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso*

AUTOR. Título (em negrito). Ano de defesa. Número de folhas. Categoria (Grau e área) - Unidade da Instituição, Instituição, Cidade, Data de publicação. Exemplo: CARDOSO, C. F. Avaliação do sistema asséptico para leite longa vida em embalagem flexível institucional do tipo Bag-in-box. 2011. 160 f. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

- *Publicação periódica (Artigos de periódicos)*

AUTOR DO ARTIGO. Título do artigo. Título do Periódico (por extenso e negrito), Local de publicação (cidade), volume, número, páginas inicial-final, ano de publicação. Exemplo:

Impressos:

KOMITOPOULOU, Evangelia; GIBBS, Paul A. The use of food preservatives and preservation. International Food Hygiene, East Yorkshire, v. 22, n. 3, p. 23-25, 2011. *Eletrônicos:*

INVIOLÁVEL e renovável. Embalagem Marca, São Paulo, v. 14, n. 162, p. 26, fev. 2013. Disponível em: <<http://issuu.com/embalagemmarca/docs/em162/26>>. Acesso em: 20 maio 2014.

- *Trabalho apresentado em evento*

AUTOR. Título do trabalho apresentado, seguido da expressão In: NOME DO EVENTO, numeração do evento (se houver), ano e local (cidade) de realização. Título do documento (anais, proceedings, atas, tópico temático, etc.), local: editora, data de publicação. Página inicial e final da parte referenciada. Exemplos: *Impressos:*

ALMEIDA, G. C. Seleção classificação e embalagem de olerícolas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA, 2., 2007, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2007. p. 73-78.

IUFOST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CHEMICAL CHANGES DURING FOOD PROCESSING, 1984, Valencia. Proceedings... Valencia: Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 1984.

Eletrônicos: MARTARELLO, V. D. Balanço hídrico e consumo de água de

laranjeiras. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 5., 2011, Campinas. Anais... Campinas: IAC; ITAL, 2011. 1 CD-ROM.

LUIZ, M. R.; AMORIN, J. A. N.; OLIVEIRA, R. Bomba de calor para desumificação e aquecimento do ar de secagem. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 8., 2007, Cusco. Anais eletrônicos... Cusco: PUCP, 2007. Disponível em: <<http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/06/06-23.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2011.

- *Normas técnicas*

ÓRGÃO NORMALIZADOR. Número da norma (em negrito): título da norma. Local (cidade), ano. nº de páginas. Exemplos:

ASTM INTERNATIONAL. D 5047-09: standard specification for polyethylene terephthalate film and sheeting. Philadelphia, 2009. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15963: alumínio e suas ligas - chapa lavrada para piso - requisitos. Rio de Janeiro, 2011. 12 p. Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

- *Legislação (Portarias, decretos, resoluções, leis)*

Jurisdição (ou cabeçalho da entidade, no caso de se tratar de normas), título, numeração, data e dados da publicação. Exemplos:

Impressos: BRASIL. Medida provisória no 1.569-9, de 11 de dezembro de 1997. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 1997. Seção 1, p. 29514.

Eletrônicos: COMISSÃO EUROPEIA. Regulamento (UE) n. 202/2014, de 03 de março de 2014. Altera o Regulamento (UE) n. 10/2011 relativo aos materiais e objetos de matéria plástica destinados a entrar em contato com os alimentos. Jornal Oficial da União Europeia, Bruxelas, L 62, 04 abr. 2014. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2014:062:0013:0015:PT:PDF>>. Acesso em: 21 mar. 2014.

4. PROCESSO DE AVALIAÇÃO

O manuscrito submetido à publicação no BJFT é avaliado previamente

por um Editor e, dependendo da qualidade geral do trabalho, nesta etapa pode ser rejeitado ou retornar aos autores para adequações ou seguir para revisão por dois Revisores *ad hoc*. Todo o processo de revisão por pares é anônimo (*double blind review*). Os pareceres dos revisores são enviados para o Editor Associado, que emite um parecer para qualificar a pertinência de publicação do manuscrito. Caso haja discordância entre os pareceres, outros Revisores poderão ser consultados. Quando há possibilidade de publicação, os pareceres dos revisores e do Editor Associado são encaminhados aos Autores, para que verifiquem as recomendações e procedam às modificações pertinentes. As modificações feitas pelos autores devem ser destacadas no texto em cor diferente. Não há limite para o número de revisões, sendo este um processo interativo cuja duração depende da agilidade dos Revisores e do Editor em emitir pareceres e dos Autores em retornar o artigo revisado. No final do processo de avaliação, cabe ao Editor Chefe a decisão final de aprovar ou rejeitar a publicação do manuscrito, subsidiado pela recomendação do Editor Associado e pelos pareceres dos revisores. Este sistema de avaliação por pares é o mecanismo de auto regulação adotado pela Revista para atestar a credibilidade das pesquisas a serem publicadas.

Quando o trabalho apresentar resultados de pesquisa envolvendo a participação de seres humanos, em conformidade a Resolução nº 466 de 12 de outubro de 2012, publicada em 2013 pelo Conselho Nacional de Saúde, informar o número do processo de aprovação do projeto por um Comitê de Ética em Pesquisa.

A avaliação prévia realizada pelos Editores considera: Atendimento ao escopo e às normas e da revista; Relevância do estudo; Abrangência do enfoque; Adequação e reprodutibilidade da metodologia; Adequação e atualidade das referências bibliográficas e Qualidade da redação.

A avaliação posterior por Revisores e Editores/Conselheiros considera originalidade, qualidade científica, relevância, os aspectos técnicos do manuscrito, incluindo adequação do título e a qualidade do Resumo/Abstract, da Introdução, da Metodologia, da Discussão e das Conclusões e clareza e objetividade do texto. Normas para Publicação – Revisão de 03/10/17

Submissão de manuscritos

A submissão do artigo deve ser online, pelo sistema ScholarOne, acessando no link: <<https://mc04.manuscriptcentral.com/bjft-scielo>>. Caso não seja usuário do ScholarOne, crie uma conta no sistema via Create an Account na tela de Log in. Ao criar a conta, atente para os campos marcados com *req.* pois são obrigatórios. Caso já seja usuário mas esqueceu a senha, utilize o Reset Password na mesma tela.

Caso tenha dúvidas na utilização do sistema use o tutorial (Resources - Help / Site Support) abaixo do Log in. Caso necessite de ajuda use o Help no cabeçalho da página, à extrema direita superior. Durante a submissão, não usar o botão *back* do navegador.

Uma carta de apresentação (cover letter) do manuscrito deve ser submetida online via ScholarOne, descrevendo a hipótese/mensagem principal do trabalho, o que apresenta de inédito, a importância da sua contribuição para a área em que se enquadra e sua adequabilidade para a revista Brazilian Journal of Food Technology.

O Termo de Responsabilidade (http://bjft.ital.sp.gov.br/instrucao_autores.php) deve ser submetido online via ScholarOne, juntamente com os demais arquivos, no item *File upload*, como "Supplemental file NOT for Review". Caso não seja possível reunir as assinaturas de todos os autores em um só Termo, cada autor pode enviar seu Termo de Responsabilidade devidamente preenchido e assinado para a Secretaria da Revista (bjftsec@ital.sp.gov.br). Vale ressaltar que a submissão não será considerada finalizada, caso algum dos autores não envie o Termo de Responsabilidade.