



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA**

JOSEMAR SOARES VIEIRA

**APROVEITAMENTO DE POLPAS DE BANANA CATURRA
EXCEDENTES AGRÍCOLAS NO DESENVOLVIMENTO DE
NOVOS PRODUTOS**

BELO HORIZONTE (MG)

2021

JOSEMAR SOARES VIEIRA

**APROVEITAMENTO DE POLPAS DE BANANA CATURRA
EXCEDENTES AGRÍCOLAS NO DESENVOLVIMENTO DE
NOVOS PRODUTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em Química
Tecnológica pelo Centro Federal de
Educação Tecnológica de Minas Gerais -
CEFET-MG.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Flávia Augusta
Guilherme Gonçalves Rezende

Coorientador: Engenheiro Christiano Pedro
Guirlanda

CEFET-MG

Belo Horizonte (MG)

2021

Josemar Soares Vieira

**APROVEITAMENTO DE POLPAS DE BANANA CATURRA
EXCEDENTES AGRÍCOLAS NO DESENVOLVIMENTO DE
NOVOS PRODUTOS**

Trabalho de conclusão de curso do Bacharelado em Química Tecnológica

Profa. Dra. Flávia Augusta Guilherme Gonçalves Rezende

(orientadora – CEFET-MG)

Mestre Christiano Pedro Guirlanda

(coorientador - UFMG)

Doutora Fernanda Corrêa Leal Penido

(avaliadora - UFMG)

Doutor Cleverson Fernando Garcia

(avaliador – CEFET-MG)

CEFET-MG

Belo Horizonte (MG)

2021

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Antônio Eustáquio Diniz Melo (Toninho) (*in memoriam*), amigo, companheiro e apoiador, que Deus chamou para junto de si antes do término desta jornada.

“É melhor tentar e falhar que preocupar-se e ver a vida passar.

É melhor tentar, ainda que em vão, que sentar-se, fazendo nada até o final.

Eu prefiro na chuva caminhar, que em dias frios em casa me esconder.

Prefiro ser feliz embora louco, que em conformidade viver.”

(Martin Luther King)

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo, à essa grande força que nos permite, impulsiona, ilumina, guia e protege nessa difícil jornada, a que chamo de DEUS.

A meus pais, pois foram eles que me ensinaram o valor dos estudos e sempre me motivaram a continuar.

A Rosilene Teixeira Silva pelo companheirismo, carinho, apoio e compreensão.

Aos meus irmãos que sempre me apoiaram, motivaram, contribuíram e entenderam o distanciamento que o pouco tempo livre de quem trabalha e estuda promove, sabendo esperar pacientemente a conclusão do curso.

A todos do CEFET-MG que de forma direta ou indireta contribuíram para minha formação nesta excelente instituição de ensino.

A LNF latino Americana pelo fornecimento da enzima Celluclast.

Neste momento em especial, à professora doutora Flávia Augusta Guilherme Gonçalves Rezende e ao engenheiro Christiano Guirlanda pela sugestão do conteúdo e orientação neste trabalho.

A Dra. Flavia Lemos Abade, pela revisão feita e apoio moral na execução deste trabalho.

Aos amigos em geral e colegas de trabalho que bem sabe Deus muito me apoiaram nesta jornada.

RESUMO

APROVEITAMENTO DE POLPAS DE BANANA CATURRA EXCEDENTES AGRÍCOLAS NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Vieira, J. S.; Rezende, F. A. G. G.; Guirlanda, C. P.

Buscou-se conseguir a maior conversão dos polissacarídeos existentes na banana, nas suas diversas formas: amido, pectinas e celulose para posterior fermentação e obtenção do destilado de banana. Como o processo resultou em um volume significativo de resíduo fibroso insípido e inodoro, também foram criadas opções para este reaproveitamento. Da mesma forma, o caldo extraído para se obter o destilado despertou interesse em outros produtos promissores como a fabricação do suco concentrado ou de um refrigerante de banana. Analisou-se a hidrólise enzimática da banana com a utilização de uma mistura contendo pectinases, celulasas, hemicelulasas e β -glucanases (Pectinex ultra tropical), uma mistura contendo amiloglucosidase e alfa-amilase ácida (Amylase AG XXL), uma mistura contendo β -glucanases, pectinases, hemicelulasas e xilases (Viscozyme L) e celulase (cellucast 1,5 L). Alguns produtos, como uma bebida fermento-destilada, um vinagre e um refrigerante foram desenvolvidos a partir do suco da banana. Além destes, foram desenvolvidas barras de cereais e hambúrgueres com as fibras residuais do processo de extração do suco para que o aproveitamento do alimento fosse o máximo possível. A partir das tecnologias e com toda a gama de produtos testados, pode-se concluir que o campo de aplicação para o reaproveitamento de bananas é vasto, um convite ao estudo contínuo e ao exercício criativo para produção de novos alimentos.

Palavras-chave: Banana, enzimas, fermentação, destilação, tecnologia de alimentos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Bananas que são descartadas por excedente de produção	5
Figura 2 - Cachos de bananas abandonados em lavoura na cidade de Inhapim – MG	6
Figura 3 - Descarte de bananas na etapa de separação das pencas dos cachos	7
Figura 4 - Estrutura química da amilose (a) e amilopectina (b)	15
Figura 5 - Representação esquemática da associação química na parede celular vegetal	16
Figura 6 - Bananas compradas no CEASA-MG.....	21
Figura 7 - Triturador manual	22
Figura 8 - Pratos com borbulhadores.....	24
Figura 9 - Demister com malha de cobre	24
Figura 10 - Condensador de topo	25
Figura 11 - Bico de papagaio com alcoômetro inserido.....	26
Figura 12 - Destilador de bancada.....	27
Figura 13 - Montagem para se fazer o banho-maria na panela de pressão.....	30
Figura 14 - Fibras extraídas das polpas processadas: (a) até 70° C, (b) após cozimento na pressão	35
Figura 15 - Suco congelado de banana: (a) extraído no processamento até 70 °C, (b) extraído após a cocção em panela de pressão.....	36
Figura 16 - Refrigerante de bananas feito com suco hidrolisado e caramelizado	38
Figura 17 - Refrigerante de bananas feito com suco hidrolisado	39
Figura 18 - Vinagre de bananas	42
Figura 19 - Barras de cereais com fibra de banana.....	43
Figura 20 - (a) Hambúrguer pronto para ser congelado (b) Hambúrguer preparado (frito)	44
Figura 21 - Pães caseiros (a) com e (b) sem fibra de bananas.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Produção de bananas no ano de 2019, em toneladas (T).....	4
Tabela 2 - Composição de bananas nanica com base em 100 g de parte comestível: Centesimal, minerais, vitaminas e colesterol.....	8
Tabela 3 - Porcentagens média de açúcares solúveis totais (SST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e amido com base na matéria fresca e seus respectivos coeficientes de variação (CV) de polpa verde e madura de 15 cultivares de banana cultivadas em Viçosa, Minas Gerais.	9
Tabela 4 - Porcentagens média de açúcares solúveis totais (SST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e amido com base na matéria fresca e respectivos coeficientes de variação (CV) de casca verde e madura de 15 cultivares de banana cultivadas em Viçosa, Minas Gerais.....	10
Tabela 5 - Valores médios de compostos fenólicos, expressos em mg de ácido gálico equivalente por g de amostra (mg GAE g ⁻¹), porcentagem média de remoção de radicais (PMRR) e respectivos coeficientes de variação (CV) na polpa e na casca em ambos os estágios de maturação dos frutos de 15 cultivares de banana cultivadas em Viçosa, Minas Gerais.....	11
Tabela 6 - Padrões de identidade e qualidade para aguardente de fruta.....	19
Tabela 7 - Relação de ingredientes e suas respectivas quantidades para a produção de gim	32
Tabela 8 - Dados da bidestilação do mosto de polpa de banana	40
Tabela 9 - Dados da destilação do gim.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABANORTE.....	Associação Central dos Fruticultores do Norte de Minas
APRANU.....	Associação dos Produtores Rurais de Nova União
FAO.....	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
SEBRAE.....	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1	Desperdício de alimentos no brasil.....	3
2.2	Banana.....	3
2.2.1	Características, produção e importância econômica.....	4
2.2.2	Danos que acarretam desperdício das bananas.....	4
2.2.3	Composição química e informações nutricionais.....	7
2.3	Probióticos, prebióticos, alimentos simbióticos e seus benefícios.....	12
2.4	Enzimas.....	13
2.4.1	Amilase, pectinase e protease.....	14
2.4.2	Características de algumas enzimas comerciais.....	16
2.5	Caramelização de açúcares.....	17
2.6	Sucos e refrigerantes.....	17
2.7	Destilação de aguardente.....	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1	Materiais.....	21
3.1.1	Amostras.....	21
3.1.2	Fermentos.....	21
3.1.3	Enzimas.....	22
3.1.4	Equipamentos.....	22
3.1.5	Ingredientes utilizados nas receitas.....	27
3.1.6	Outros itens.....	28
3.2	Métodos.....	28
3.2.1	Obtenção do suco de banana hidrolisado.....	28
3.2.2	Hidrólise utilizando cozimento na pressão e a enzima celulase 1,5L.....	29
3.2.3	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
4.1	Hidrólise da celulose da banana.....	34
4.2	Aproveitamento da fibra da banana.....	35
4.3	O suco de banana.....	36
4.4	Refrigerante de banana.....	37

4.5	O destilado de banana.....	39
4.6	Gim com banana.....	40
4.7	Vinagre de banana	42
4.8	Barra de cereais com fibras de banana	43
4.9	Hambúguer com fibras de banana.....	43
4.10	Pão com fibras de banana	45
6	CONCLUSÕES.....	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

O alimento, além de fonte de nutrientes essenciais a vida, pode e deve ser fonte de prazer. A produção de alimentos e bebidas é vasta e diversa, havendo uma ampla área de atuação para ser explorada. O Brasil é um país agroindustrial, em que a produção de alimentos é o principal motor econômico do país.

O Brasil é o quarto maior produtor de bananas do mundo, sendo seu cultivo caracterizado por união de grandes produtores comerciais e pequenos e médios produtores em plantações familiares com uso intensivo dessa mão de obra (BAPTISTELLA; COELHO; GHOBRIEL, 2019). Realizando-se visitas em áreas de cultivo, o autor pôde observar que existe um volume significativo de desperdício de bananas, tanto no campo quanto nos pontos comerciais. Só no comércio varejista de vinte e sete cidades maranhenses, no triênio 2016-2019 a perda de banana foi de 15,47% (ALMEIDA et al., 2020). Um estudo constatou que a perda de banana prata na lavoura no município de Jaíba, MG foi em média 10,48%, e a de banana nanica no município de Nova União, MG foi de 7,59% (CEASAMINAS et al, 2008).

Percebe-se que o aproveitamento dos frutos que são descartados por não apresentarem o padrão comercial, pode significar aumento de renda e qualidade de vida para estas famílias pequenas produtoras. A banana é um alimento muito nutritivo e versátil podendo ser consumida verde ou madura aproveitando inclusive a casca. Os frutos descartados na lavoura apresentam características fora do padrão de comercialização, como tamanho reduzido ou formato, porém mantém a integridade nutricional, podendo desta forma serem utilizados em processos industriais (VALLE; CAMARGOS, 2019).

O presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver protótipos de novos produtos, aproveitando integralmente as bananas que hoje são descartadas. Utilizando-se técnicas simples de fabricação, que podem ser facilmente produzidas no campo, mas também, em cooperativas e/ou vendidos diretamente ao consumidor ou a outras empresas para processamentos avançados. Aproveitando, assim, as bananas, que hoje são desperdiçadas por estarem fora dos padrões e/ou muito maduras, na produção não só de doces, mas também de outros alimentos.

Os objetivos específicos deste trabalho foram:

- Produzir suco a partir da polpa das bananas;
- Desenvolver uma bebida fermento-destilada a partir da polpa das bananas;

- Produzir vinagre com a partir do suco extraído da banana;
- Desenvolver um refrigerante a partir do suco da banana;
- Desenvolver protótipos de produtos utilizando-se as fibras residuais do processo de extração do suco, tais como, barras de cereais, hambúrgueres e pães.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A fome e o desperdício de alimentos são dois dos maiores problemas que o Brasil enfrenta, constituindo-se em um dos paradoxos de nosso país. Produzimos 140 milhões de toneladas de alimentos por ano, somos um dos maiores exportadores de produtos agrícolas do mundo e, ao mesmo tempo, temos milhões de excluídos, sem acesso ao alimento em quantidade e/ou qualidade (GONDIM et al., 2005. p. 825).

2.1 Desperdício de alimentos no Brasil

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas do mundo, mas também um dos que mais desperdiça. A busca pelo aproveitamento integral de alimentos na indústria vem ganhando força, tanto pela preocupação com a poluição ambiental, buscando reduzir o descarte, como também pelo valor nutritivo dos resíduos, principalmente dos vegetais, frutas, verduras e legumes, que possuem nutrientes, vitaminas, fibras e minerais que são essenciais à saúde humana (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015). Esses nutrientes muitas vezes estão concentrados nas partes descartadas, isto é demonstrado no trabalho de Gondim et al., (2005), que analisa a composição centesimal da casca de diversos frutos e comprova a maior concentração de alguns micronutrientes nessas cascas.

No Brasil cerca de 30% da produção de alimentos não chega ao consumidor final, colocando o país entre os dez que mais desperdiçam comida no mundo. Vive-se no Brasil o paradoxo da fome e do desperdício. O aproveitamento de partes consideradas menos atrativas, como cascas e talos, podem ajudar a amenizar este problema, já que diversos estudos apontam que estas partes possuem uma maior concentração de nutrientes como fibras, potássio, cálcio, magnésio dentre outros, quando comparadas com a respectiva polpa do alimento (BRESSIANI et al., 2017).

2.2 Banana

A banana é o fruto consumido em maior quantidade no mundo segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2020), “88 milhões de toneladas de banana são consumidas em um ano por Humanos no mundo”.

As bananeiras surgiram principalmente no sudeste asiático e na África, sendo a *Musa acuminata Colla* (AA) e a *Musa balbisiana Colla* (BB) as principais cultivares. Destes grupos genômicos, por mutações genéticas, surgiram subgrupos, sendo Cavendish, Gros Michel, Prata, Terra e Figo os mais comuns. O cruzamento destes grupos genômicos deu origem a outros grupos, dos quais, Ouro (AA), Nanica (AAA), Nanicão (AAA), Grande Naine (AAA), Maçã (AAB), Mysore (AAB), Prata (AAB), Pacovan

(AAB), Prata Anã (AAB), Terra (AAB), D'Angola (AAB) e Figo (AAB), são as principais cultivares do Brasil (BORGES et al., 2012).

2.2.1 Características, produção e importância econômica

A produção mundial de frutas tem tido um crescimento contínuo nas últimas décadas, sendo que no triênio 89/91 produziu-se 420,0 milhões de toneladas e chegando a 865,2 milhões de toneladas em 2017. Em 2017, a banana foi a fruta mais produzida no mundo, com 153,2 milhões de toneladas (ANDRADE; DERAL; SEAB, 2020). O Brasil é o quarto maior produtor do mundo, produzindo, em 2019, 6,8 milhões de toneladas, o que equivale a 5,8 % da produção mundial (FAO, 2019). Os cinco maiores produtores de banana no mundo estão listados na Tabela 1, p. 4.

Tabela 1 - Produção de bananas no ano de 2019, em toneladas (T)

Pais	Volume (t)
Índia	30460000
China	11998329
Indonésia	7280659
Brasil	6812708
Equador	6583477

Fonte: (FAO, 2019, tradução nossa)

Em 2017, no Brasil, a banana foi a segunda fruta mais produzida, com 6,7 milhões de toneladas colhidas, correspondentes a 16,5% do volume das frutas. Os três estados maiores produtores de banana são: São Paulo, Bahia e Minas Gerais, sendo os três responsáveis por 39,3% do volume da produção nacional em 2018 (ANDRADE; DERAL; SEAB, 2020).

A banana é um fruto de baixo custo, doce, de sabor agradável, fácil de ser consumida in natura por ser fácil de descascar e não possuir caroços, nutritiva e versátil podendo ser consumida madura ou verde, na forma de biomassa (VALLE; CAMARGOS, 2019), ou ainda na forma de diversos doces, bolos, bebidas, até onde a criatividade deixar.

2.2.2 Danos que acarretam desperdício das bananas

Os danos encontrados nas bananas descartadas podem mudar com as estações do ano. Melo (2013) observou que no inverno, 59% dos frutos descartados estavam com cortes na casca, 25% dos frutos amadureceram irregularmente nas pencas, 10% frutos estavam amassados e 6% dos frutos estavam despencados, enquanto que no verão, 72%

dos frutos estavam despencados, 21% dos frutos nas pencas estavam amadurecidos irregularmente, 4% frutos amassados e 3% frutos com cortes na casca.

Em visitas realizadas na Associação dos Produtores Rurais de Nova União (APRANU), no estado de Minas Gerais e no Barracão do Produtor em Inhapim, também em Minas Gerais, assim como relatado pela Associação Central dos Fruticultores do Norte de Minas (ABANORTE, 2021), observou-se que as perdas variam bastante de uma região para outra. Polos maiores de produção como o de Nova União e a região de Jaíba, possuem fábricas de doces que absorvem parte dos frutos fora do padrão de mesa. Enquanto que em Inhapim, por não ter esta opção, um considerável volume de bananas é desperdiçado. Na Figura 1, p. 5, visualiza-se a banana que não foi colhida por excedente de produção. Enquanto nas Figura 2, p. 6 e Figura 3, p. 7, pode-se observar o aspecto das bananas que são descartadas por não atenderem à padrões comerciais.

Figura 1 - Bananas que são descartadas por excedente de produção



Fonte: Autoria própria.

As bananas são susceptíveis a uma doença fúngica denominada *fusarium wilt* (mal do Panamá, ou murcha de fusarium), causada pelo fungo *Fusarium oxysporum f. sp. cubense*. Essa doença foi identificada pela primeira vez em 1876, na Austrália. Por volta de 1955, com o crescimento dos sistemas de monocultivo, esta doença, que é causada pelo patógeno que nasce no solo, alastrou-se rapidamente, causando perdas da ordem de US\$2,3 bilhões. O cultivar mais empregado na época era da variedade *Gros Michel* e, com isso, as indústrias de exportação foram obrigadas a mudar para a variedade *Cavendish*, um cultivar resistente ao *Fusarium* (ALTENDORF, 2019).

Figura 2 - Cachos de bananas abandonados em lavoura na cidade de Inhapim – MG



Fonte: Autoria própria.

Figura 3 - Descarte de bananas na etapa de separação das pencas dos cachos



Fonte: Autoria própria.

Em 1990 foi relatada nova variante do fungo que afetava severamente os cultivos de Cavendish nos trópicos, a tropical race 4 (TR4). A TR4 já foi encontrada na Austrália, República Popular da China, Colômbia, Indonésia, Malásia, em Laos, Moçambique, Myanmar, Omã, Taiwan, Líbano, Paquistão e Vietnã. Ainda não existe um inseticida eficaz contra o TR4 ou um outro método de erradicação da doença (GASPAROTTO et al., 2020).

2.2.3 *Composição química e informações nutricionais*

A banana é um fruto consumido no mundo inteiro, por pessoas de todas as classes e idades, de inúmeras formas diferentes. Essa fruta é saborosa, saudável, nutritiva e rica em sais minerais. Consumida desde a antiguidade remota, por muitos povos. Este é um fruto, de fato, versátil. Além de fonte de energia, o fruto é descrito como suplemento capaz de prevenir uma quantidade substancial de distúrbios, no cérebro, sangue e intestino, ajudando desta forma a manter o bom condicionamento físico (VALLE; CAMARGOS, 2019). MARÍN-VELÁZQUEZ, 2020, demonstrou em seu trabalho que a banana *Musa acuminata* Cavendish apresenta um conteúdo total de polifenóis de 5.781 µg equivalente de ácido gálico para cada 1g de extrato, compostos fenólicos, flavonoides, taninos e saponinas, entre outros, são encontrados nesse subgrupo de bananas, representando uma apresenta boa atividade antioxidante.

A composição nutricional da banana nanica (AAA) pode ser observada na Tabela 2, p. 8.

Tabela 2 - Composição de bananas nanica com base em 100 g de parte comestível: Centesimal, minerais, vitaminas e colesterol

Componentes	Quantidade
Umidade	73,8 %
Proteína	1,4 g
Lipídeos	0,1 g
Carboidrato	23,8 g
Fibra alimentar	1,9 g
Cinzas	0,8 g
Cálcio	3 mg
Cobre	0,10 mg
Ferro	0,3 mg
Fósforo	27 mg
Magnésio	28 mg
Manganês	0,14 mg
Niacina	Traço
Piridoxina	0,14 mg
Potássio	376 mg
Riboflavina	0,02 mg
Sódio	Traço
Tiamina	Traço
Vitamina C	5,9 mg
Zinco	0,2 mg

Fonte: (NEPA – UNICAMP, 2011)

As concentrações de açúcares, amido e compostos fenólicos variam de acordo com o grau de maturação dos frutos e, também, com o tipo de banana, conforme observa-se na Tabela 3, p. 9, mostrando as concentrações de açúcares e amido na polpa dos frutos verdes e maduros. Os teores de açúcares são de fundamental importância no processamento dos frutos e devem ser escolhidos conforme o produto a ser produzido. A banana prata anã possui uma maior quantidade de açúcares totais podendo gerar um suco natural mais doce, mas se a intenção for gerar um fermentado para posterior destilação, a nanica é a que apresenta maior teor de açúcares redutores que são mais facilmente convertidos em álcool. A diferença nos teores de amido e açúcares nas bananas verdes e maduras ocorre devido aos processos bioquímicos de amadurecimento da fruta, em que o amido, existente no fruto verde, é convertido em sacarose e outros açúcares no fruto maduro, o que confere um sabor doce (SILVA; DINIZ, 2016).

Tabela 3 - Porcentagens média de açúcares solúveis totais (SST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e amido com base na matéria fresca e seus respectivos coeficientes de variação (CV) de polpa verde e madura de 15 cultivares de banana cultivadas em Viçosa, Minas Gerais.

Cultivar	SST (%)		AR (%)		ANR (%)		Amido (%)	
	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura
Ouro	0,29	21,73	0,11	11,27	0,17	10,45	21,52	4,51
Nanica	0,36	22,45	0,07	5,06	0,22	18,39	22,08	0,56
Nanicão	0,38	22,17	0,12	11,77	0,17	10,39	21,08	0,30
Caru-Verde	0,35	16,77	0,16	4,40	0,18	12,30	26,18	2,97
Caru-roxa	0,61	21,51	0,26	11,83	0,35	9,68	21,21	3,22
Caipira	0,34	18,18	0,06	4,18	0,27	13,99	16,09	3,26
Prata	0,37	22,55	0,32	4,94	0,05	17,61	26,37	5,55
Prata-Anã	0,38	23,06	0,32	10,68	0,05	12,38	25,29	2,85
Maçã	0,27	17,28	0,11	9,78	0,16	7,49	25,81	5,68
Mysore	0,50	22,50	0,39	12,58	0,11	9,91	22,89	0,84
Pacovan	0,32	22,55	0,23	11,18	0,08	11,37	22,66	3,85
Terrinha	0,53	10,90	0,36	10,47	0,16	0,43	29,16	12,60
Marmelo	0,43	11,50	0,15	11,21	0,27	0,29	27,93	13,33
Prata-Graúda	0,34	18,69	0,23	7,66	0,10	11,03	24,16	0,85
Caju	0,62	19,62	0,25	8,48	0,36	11,14	24,10	3,35
Média	0,40	19,50	0,21	9,04	0,19	10,45	23,72	4,25
CV	10,69	4,00	20,55	7,03	21,35	10,01	3,49	8,26

Fonte: Aquino et al. (2016)

As cascas das bananas assim como as polpas apresentam uma maior concentração de açúcares quando maduras. Essa parte do fruto, apesar de ser normalmente desprezada, é aromática e saborosa, tendo origem em um cultivo sem agrotóxicos, pode ser utilizada na produção de diversos alimentos. BRESSIANI et al., 2017, elaborou um bolo feito com as cascas das bananas consumidas em um restaurante em Guarapuava – PR, que obteve boa aceitação, índice de aceitabilidade $\geq 70\%$, concluindo-se que a preparação do bolo de casca de banana é uma ótima alternativa para enriquecimento das refeições, melhoramento econômico, assim como um meio simples e fácil para a redução do desperdício alimentar. Na Tabela 4, p. 10, observa-se as concentrações de açúcares e amido na casca dos frutos verdes e maduros.

Tabela 4 - Porcentagens média de açúcares solúveis totais (SST), açúcares redutores (AR), açúcares não redutores (ANR) e amido com base na matéria fresca e respectivos coeficientes de variação (CV) de casca verde e madura de 15 cultivares de banana cultivadas em Viçosa, Minas Gerais.

Cultivar	SST (%)		AR (%)		ANR (%)		Amido (%)	
	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura
Ouro	0,21	4,26	0,11	1,84	0,19	2,41	6,00	1,43
Nanica	0,16	6,36	0,11	2,89	0,05	3,47	5,18	0,34
Nanicão	0,23	5,41	0,10	2,29	0,13	3,11	5,83	0,51
Caru-Verde	0,16	6,17	0,09	2,70	0,06	3,47	7,64	0,55
Caru-roxa	0,15	6,13	0,11	2,01	0,04	4,12	7,21	0,59
Caipira	0,15	2,03	0,11	1,13	0,04	0,89	4,07	0,52
Prata	0,19	4,05	0,12	1,39	0,07	0,56	5,44	0,60
Prata-Anã	0,23	3,96	0,17	3,41	0,06	0,55	5,75	0,59
Maçã	0,22	7,66	0,17	1,41	0,05	6,25	11,26	1,50
Mysore	0,23	6,21	0,21	3,47	0,02	2,74	7,04	0,54
Pacovan	0,22	3,16	0,19	2,49	0,03	0,33	5,36	1,46
Terrinha	0,18	4,34	0,15	2,07	0,02	2,27	7,61	1,97
Marmelo	0,14	5,21	0,12	4,65	0,01	0,76	12,69	2,66
Prata-Graúda	0,16	2,36	0,14	1,69	0,01	0,67	4,78	0,69
Caju	0,14	5,15	0,13	4,44	0,01	0,50	9,60	1,26
Média	0,18	4,67	0,13	2,52	0,06	2,14	7,16	1,04
CV	10,67	8,80	11,87	11,65	35,59	13,48	7,61	12,98

Fonte: Aquino et al. (2016) (cabecalho corrigido)

Os compostos fenólicos são antioxidantes conhecidos como flavonoides. Estes compostos são responsáveis por combater os radicais livres que são gerados no organismo estando diretamente ligados ao surgimento de enfermidades nos indivíduos, como por exemplo: doenças vasculares, cardíacas e até mesmo a pré-disposição ao câncer. Estão divididos em subgrupos como: as antocianinas, resveratrol, licopeno, carotenoides, catequinas e a clorofila, podendo ser encontrados nas formas natural e sintética, sendo que as naturais possuem maiores valores biológicos quando comparados aos compostos manipulados (REFOSCO et al., 2019). Uma melhora nos perfiz de compostos fenólicos também é observada tanto na casca quanto na polpa das bananas quando maduras, como pode ser observado na Tabela 5, p. 11, que mostra as concentrações de compostos fenólicos e porcentagem média de remoção de radicais na polpa e na casca dos frutos verdes e maduros (AQUINO et al., 2016).

Tabela 5 - Valores médios de compostos fenólicos, expressos em mg de ácido gálico equivalente por g de amostra (mg GAE g⁻¹), porcentagem média de remoção de radicais (PMRR) e respectivos coeficientes de variação (CV) na polpa e na casca em ambos os estágios de maturação dos frutos de 15 cultivares de banana cultivadas em Viçosa, Minas Gerais.

Cultivar	Total de compostos fenólicos (mgGAE g ⁻¹)				PMRR (%)			
	Polpa		Casca		Polpa		Casca	
	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura	Verde	Madura
Ouro	0,2798	0,7328	0,2902	0,7898	88,50	95,36	65,31	86,66
Nanica	0,2591	0,4779	0,3933	1,0473	71,36	62,61	89,36	87,59
Nanicão	0,2656	0,4862	0,4816	1,0783	66,72	69,44	85,28	87,96
Caru-Verde	0,2315	0,4239	0,4337	0,8176	52,07	65,63	88,88	89,56
Caru-roxa	0,2805	0,4287	0,4177	0,7279	53,76	72,69	89,18	90,01
Caipira	0,2462	0,6608	0,3207	0,7669	63,34	79,85	54,75	88,77
Prata	0,2448	0,5948	0,3502	0,8802	58,90	63,08	76,54	90,04
Prata-Anã	0,2800	0,5268	0,3815	0,8795	61,80	65,17	74,16	90,22
Maçã	0,2677	0,5074	0,4097	1,0846	59,35	66,70	85,81	89,39
Mysore	0,2776	0,5022	0,4097	0,8291	64,91	61,06	89,64	89,90
Pacovan	0,2625	0,5327	0,3757	0,7377	60,75	73,76	75,32	90,24
Terrinha	0,3328	0,7707	0,6100	1,1570	88,57	85,21	89,52	90,38
Marmelo	0,3156	0,5028	0,3642	0,6039	61,76	44,41	71,45	69,40
Prata-Graúda	0,2387	0,5388	0,3972	0,8650	60,82	58,35	85,98	90,24
Caju	0,2711	0,5463	0,3603	0,6673	61,47	63,28	60,66	86,83
Média	0,2702	0,5488	0,3997	0,8621	64,93	68,44	78,78	87,81
CV (%)	2,55	6,67	3,97	2,49	3,33	2,66	2,12	1,18

Fonte: Aquino et al. (2016) (cabecalho corrigido)

Sabe-se que as cascas dos frutos, de uma maneira geral, têm muito valor nutricional, sendo vários nutrientes encontrados em maior concentração nas cascas dos frutos. Em um comparativo entre os nutrientes da polpa da banana prata na tabela NEPA – UNICAMP (2011) e a sua composição no trabalho de Gondim et al. (2005), verifica-se que a casca da banana possui concentração maior de proteínas, cálcio, magnésio, ferro, cobre e zinco do que a polpa da fruta. Desta forma, a utilização dessas cascas para fins alimentícios significa um ganho nutricional significativo, além de reduzir o impacto ambiental que é causado pelo descarte deste “resíduo”. Este aproveitamento, nos frutos oriundos de agricultura orgânica, pode ser feito pelo consumidor final, na sua residência ou nas indústrias gerando saúde e renda. São toneladas de resíduos de frutas que passa a ser de interesse ambiental, econômico e social, com o aproveitamento das cascas dos frutos para produção de alimentos seguros e nutritivos (OLIVEIRA; PANDOLFI, 2020).

As bananas fora do padrão comercial têm sido aproveitadas na fabricação de diversos doces, bananas desidratadas, são fritas na forma de *chips* quando ainda verdes e

de inúmeras outras formas, sendo usadas também na fabricação de bebidas alcóolicas como licores (TEIXEIRA. et al., 2005) e destilados (ALVARENGA et al., 2013).

2.3 Probióticos, prebióticos, alimentos simbióticos e seus benefícios

Os probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, trazem benefícios para a saúde humana. Quando estão em equilíbrio, eles têm a função de ajudar a manter a microbiota intestinal saudável, colaborando para o bom funcionamento do corpo. Além de melhorarem diferentes sistemas, como o digestivo e o imunológico (FAO, 2006; SANDERS, 2003). Já os prebióticos são materiais não digeríveis (fibra, carboidratos) que promovem um desenvolvimento seletivo de microrganismos no cólon.

Da união dos probióticos com os meios prebióticos surgem os alimentos simbióticos ou funcionais que através de mecanismos não previstos na nutrição convencional, melhoram a nutrição básica, maximizando as funções fisiológicas e prevenindo doenças, através da manutenção do equilíbrio apropriado da microbiota gastrointestinal humana (SAAD, 2006).

As fibras alimentares são classificadas em solúveis e insolúveis, sendo ambas descritas como benéficas à saúde humana. As fibras solúveis aumentam a viscosidade do conteúdo intestinal, pois aumentam a retenção de água e promovem a gelificação das fezes. Além de reduzirem o colesterol plasmático. Enquanto as fibras insolúveis aumentam o bolo fecal reduzindo o tempo de trânsito no intestino e facilitando a eliminação (HURTADO, CALLIARI, 2010; FARIAS et al., 2021). Algumas fibras insolúveis são consideradas prebióticos, pois, por não serem digeríveis no trato superior do sistema digestivo nem absorvidas no intestino delgado, podem servir de substrato à fermentação bacteriana, estimulando o crescimento (FARIAS et al., 2021).

Apesar de benéficas à saúde, o consumo de fibras por indivíduos maiores que 20 anos é considerada baixa (< 2,4 g/dia). O aumento dessa ingestão é sugerido, uma vez que as fibras alimentares estão entre os principais fatores da alimentação na prevenção de doenças crônicas (MATTOS; MARTINS, 2000). No entanto, os prebióticos apresentam o risco teórico de aumentar a diarreia em alguns casos (devido ao efeito osmótico), além de serem pouco tolerados por pacientes com síndrome do intestino irritável. Entretanto, a tolerância de doses baixas de prebióticos é, geralmente, boa (SAAD, 2006).

Uma alimentação saudável gera ganhos na saúde, ajudando a prevenir doenças. Na atualidade, a busca por alimentos saudáveis e nutritivos enriquecidos com substâncias extraídas de matrizes naturais que tenham componentes que contribuam com as atividades fisiológicas ou metabólicas vem estimulando um mercado que pode chegar a bilhões de dólares por ano. Os alimentos funcionais devem exercer efeito em pelo menos uma função alvo no organismo, com melhoria da saúde, bem estar e/ou redução do risco de doenças (TEODORO et al., 2021).

O intestino humano é colonizado por uma grande variedade de microrganismos vivos, constituindo um ecossistema. Essa microbiota intestinal consiste em um biosistema que trabalha em simbiose com o hospedeiro. Esta colonização inicia-se no contato com a mãe e, após o parto, sofre influências do meio, da amamentação e dos alimentos que serão ingeridos. Uma boa colonização do trato intestinal é muito importante para a saúde do bebê e terá reflexos em sua vida adulta pois, as bactérias intestinais demonstram funções favoráveis ao hospedeiro como imunomoduladores, antibacterianos e metabólicos nutricionais (COSTA; REZENDE, 2020).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou, em 2021, um guia para avaliação de alegação de propriedade funcional e de saúde para substâncias bioativas presentes em alimentos e suplementos alimentares, onde cita que substâncias bioativas são nutrientes ou não nutrientes com ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano. Devem ser componentes naturais de alimentos consumidos tradicionalmente na dieta alimentar humana e ter uma composição conhecida. O guia destina-se a explicar os meios científicos consistentes para que se possa pleitear a aceitação de uma alegação de que uma substância bioativa de um alimento possua características particulares (ANVISA, 2021).

2.4 Enzimas

Muitos processos químicos industriais utilizam condições severas para obter seus produtos, como altas temperaturas e pressões que levam a resultados pouco específicos. Ou ainda, meios reagentes muito ácidos ou a utilização de muitos componentes químicos com geração de resíduos que afetam o meio ambiente. Além disso, sabe-se que esses processos utilizam muita energia. Dessa forma, o uso de enzimas pode, em vários casos, catalisar essas reações, realizando-as em condições mais brandas (DAMHUS; KAASGAARD; OLSEN, 2013).

As enzimas têm sido usadas pelos humanos desde 6000 A.C. para várias aplicações, como na fabricação de queijos, iogurte e *kefir*, pão, cerveja, vinagre, vinho e outras bebidas fermentadas. E não apenas na indústria alimentícia, mas também para a fabricação de papel e tecidos (SCHÄFER et al., 2002).

Inicialmente utilizadas em escala industrial na fabricação de detergentes, têm hoje diversas aplicações nas indústrias de fabricação de amido, de biocombustíveis, têxtil, papel e celulose, sínteses orgânicas, processamento de gorduras e óleos como também no despolpamento de frutas (SCHÄFER et al., 2002).

São proteínas produzidas por organismos vivos que catalisam reações químicas necessárias a estes próprios organismos. As reações específicas de cada enzima, acontecem em condições do habitat do organismo e em altas taxas de reação (DAMHUS; KAASGAARD; OLSEN, 2013).

Industrialmente, as enzimas podem ser produzidas com recursos naturais renováveis e são facilmente biodegradáveis. Atualmente, enzimas industriais são fabricadas por três grandes fornecedores, Novozymes A/S (com sede na Dinamarca), Genencor International Inc. (sediado nos EUA), e DSM N.V (com sede na Holanda) (SCHÄFER et al., 2002).

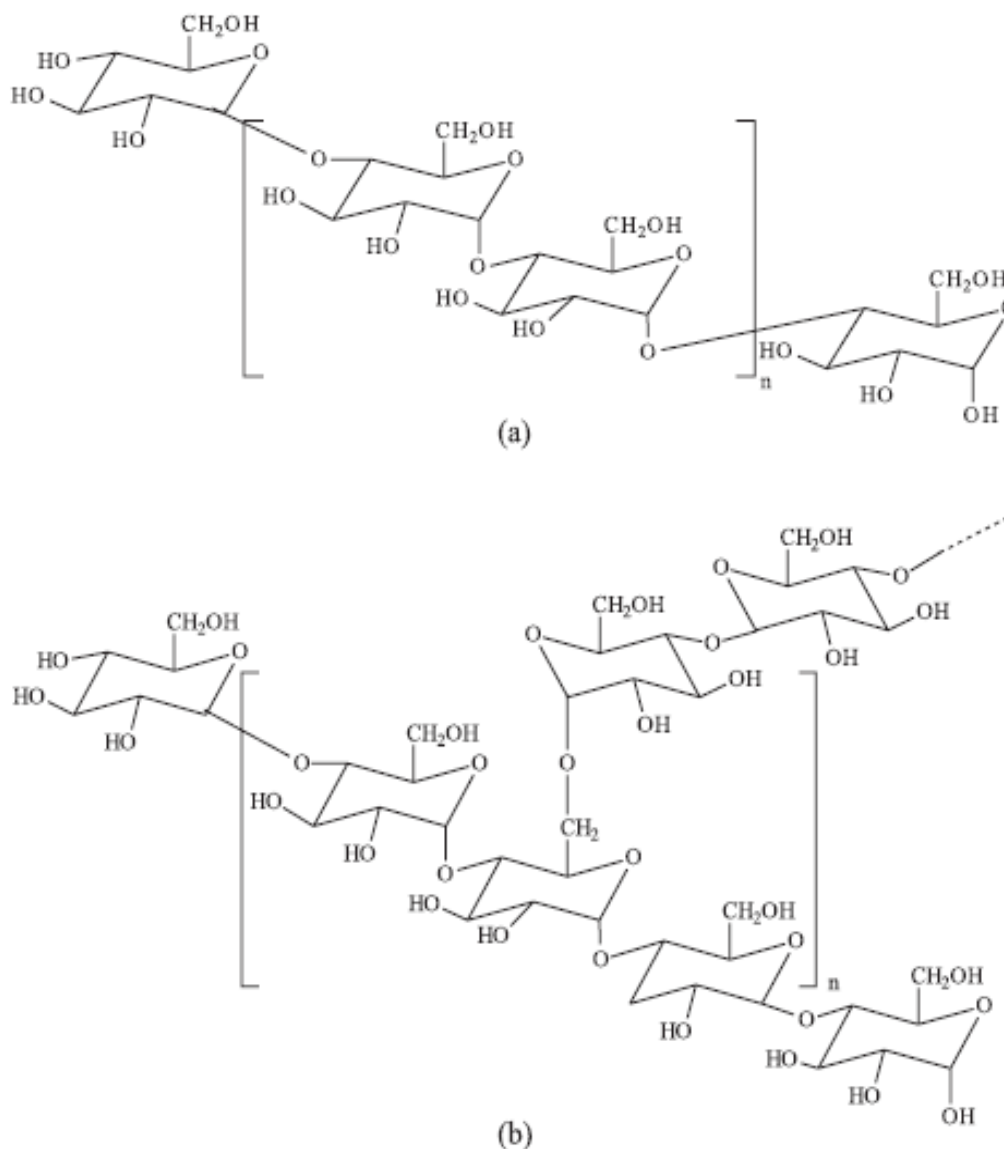
2.4.1 *Amilase, pectinase e protease*

O amido é um polissacarídeo ramificado de unidades D-glicose constituído de duas partes: um polímero linear, a amilose, e um polímero ramificado a amilopectina (CORRADINI et al., 2005). As fórmulas estruturais da amilose e da amilopectina estão representadas na Figura 4, p. 15.

O amido não é diretamente fermentável, é necessário quebrar estas cadeias longas em glicose elementar para que as leveduras possam fazer a conversão principalmente em álcool e CO₂. Uma forma prática de converter o amido em açúcares fermentáveis é a aplicação de enzimas amilases a temperaturas em torno de 60 °C (CINELLI, 2012).

Na produção de destilado de banana, a hidrólise enzimática do amido, além de facilitar a filtração da polpa, aumentando o volume extraído, facilita também a extração dos açúcares redutores aumentando a concentração destes no filtrado. E por hidrolisar os açúcares em cadeias menores, disponibilizando açúcares mais fermentáveis, faz com que a produção de etanol seja maior (ALVARENGA, 2011).

Figura 4 - Estrutura química da amilose (a) e amilopectina (b)

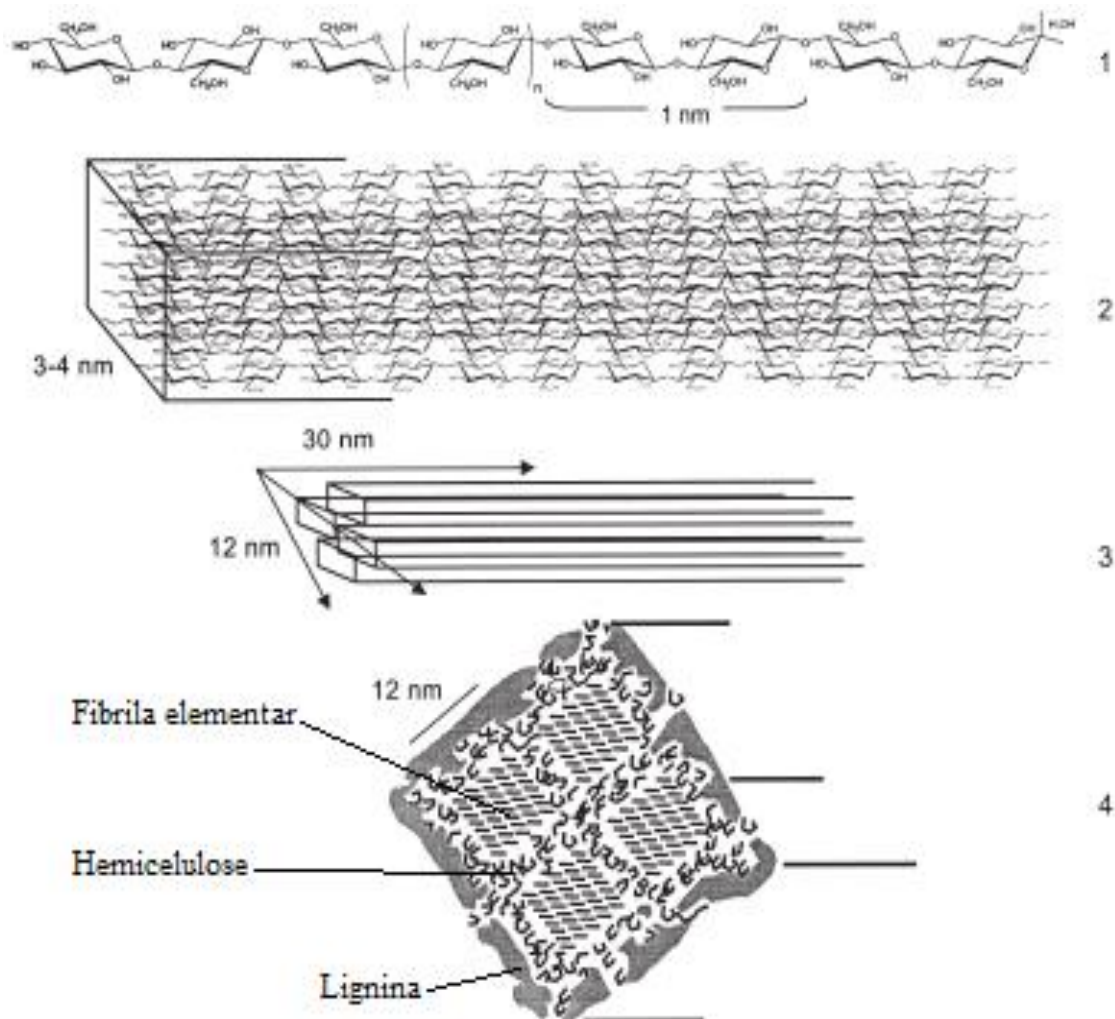


Fonte: CORRADINI et al., 2005

Nos vegetais, cada célula possui uma camada externa protetiva composta de celulose, hemicelulose, pectina, lignina e proteína. Essa parede celular retém os componentes de aroma, sabor e cor dos vegetais. Quando as células são trituradas ou prensadas, as paredes celulares são rompidas e esses componentes podem ser extraídos. A pectina é um polissacarídeo que se dispersa na solução formando gelatinas durante a concentração de sucos e causando problemas na filtração. As enzimas são usadas para hidrolisar estes polissacarídeos, reduzindo a viscosidade e facilitando a filtração dos extratos (SILVA; FRANCO; GOMES, 1997; TEIXEIRA, 2016).

Na Figura 5, p. 16, pode-se observar a complexidade de uma parede celular vegetal com suas muitas interações.

Figura 5 - Representação esquemática da associação química na parede celular vegetal



(1) estrutura da celulose com indicação do comprimento de sua unidade estrutural básica, o dissacarídeo celobiose; (2) estrutura das cadeias de celulose e suas interações na composição da fibrila elementar; (3) interações entre fibrilas adjacentes formando uma cadeia ordenada de celulose; (4) seção transversal de microfibrilas, mostrando fios de moléculas de celulose embutidas em uma matriz de hemicelulose e lignina.

Fonte: adaptado de RAMOS, 2003

2.4.2 Características de algumas enzimas comerciais

- **Amylase® AG XXL:** é uma solução estável ao calor para a degradação do amido que também é altamente estável em uma ampla gama de valores de pH. Amiloglucosidase com alfa amilase ácida. A dosagem típica para cada 1000 L de suco é de 5 a 30 mL (12 Brix). Este produto tem uma faixa ótima de temperatura de trabalho em 50-55 ° C.
- **Celluclast® 1.5 L:** é uma celulase que oferece maior redução da viscosidade do tecido fibroso da planta e maior rendimento de extração de produtos vegetais. A dosagem típica para cada 1000 kg de massa vegetal é de 100 a 200 mL. As faixas de pH ideais

para a atividade deste produto são 4,0–6,0. Sua faixa de temperatura de trabalho ideal é de 50–60 ° C.

- Pectinex® Ultra Tropical: é uma mistura de pectinases, celulases, hemicelulases e beta-glucanases. Degrada com eficiência o material vegetal fibroso. Isso proporciona maior rendimento de suco em frutas tropicais. A dosagem típica para cada 1000 L de suco é de 100 a 200 mL.
- Viscozyme® L: é uma mistura de várias enzimas, beta-glucanases, pectinases, hemicelulases e xilanases. Neste produto a atividade enzimática chave é fornecida por
- endo-beta-glucanase, que hidrolisa ligações (1,3)- ou (1,4)- em beta-D-glucanas. A dosagem típica para cada 1000 kg de massa vegetal é de 200 a 400 mL. As faixas de pH ideais para a atividade deste produto são 3,3 - 5,5. Sua faixa de temperatura ótima de trabalho é de 40-50 °C, embora seja possível trabalhar em temperatura ambiente. O tempo mínimo de espera é de 1 hora.

Todas da NOVOZYMES (2021).

2.5 Caramelização de açúcares

A caramelização é um processo de escurecimento não enzimático, que ocorre em açúcares redutores, gerando uma cor avermelhada/marrom e aromas característicos. Além disso, este processo ocorre a temperaturas superiores a 120° C e pH entre 3,0 à 9,0. Há indicação de que o aquecimento provoque a quebra de ligações glicosídicas, quando elas existem como na sacarose, abertura do anel hemiacetalico e a formação de novas ligações glicosídicas. Como resultado ocorre a formação de polímeros insaturados, os caramelos (ROCHA et al., 2014).

2.6 Sucos e refrigerantes

Um estudo de mercado feito pela TETRA PAK (2016), com 7000 consumidores em sete países (Brasil, China, Alemanha, Japão, Rússia, EUA e Reino Unido), apontou um rápido crescimento no mercado de sucos, principalmente no Brasil e China. Nos vários países pesquisados, os consumidores afirmaram consumir suco uma ou mais vezes ao dia. O Brasil está em primeiro lugar neste ranque, com 51%, seguido dos Estados Unidos, com 45% e do Reino Unido, com 42%.

Em média o consumo por pessoa é de 1,2 copos de 240 mL por dia. Só nos EUA foram consumidos 6,7 bilhões de litros de sucos no ano de 2015. Apontava também a mudança de consciência que vem fazendo a nova geração, geração do milênio, consumir

menos *fast food* e buscar alternativas mais saudáveis, mesmo pagando um pouco mais caro por isso. Este é um mercado de aproximadamente 600 bilhões de dólares anuais. Um crescente número de consumidores vem buscando produtos funcionais que podem reduzir seus riscos de doença e/ou promover boa saúde. Os sucos mais vendidos mundialmente são os de laranja e de maçã, mas estes têm perdido mercado para a crescente busca por misturas vegetais mais saudáveis, inclusive com fontes de fibras, apontava o estudo. Este estudo teve o foco no mercado de sucos naturais de frutas não concentrados, um mercado em plena expansão, e aponta que no Brasil, um país que consome cerca de 2,5 bilhões de litros de suco feito na hora, teve um crescimento no consumo de suco 100% fruta envazado, entre 2012 e 2015, de 167 milhões para 361 milhões de litros (TETRA PAK, 2016).

Um outro estudo, com 389 consumidores buscou caracterizar o perfil do consumidor de sucos prontos para beber e néctares de frutas no Brasil. Um mercado que, em 2012, movimentou R\$ 3,8 bilhões, os brasileiros consumiram 1,06 bilhão de litros dessas bebidas (SANTOS et al., 2018).

Segundo BRASIL (2021), o refrigerante é a bebida gaseificada, obtida pela dissolução, em água potável, de ingrediente vegetal, adicionada de açúcar, devendo ser obrigatoriamente saturado de dióxido de carbono, industrialmente puro.

O mercado de bebidas não alcoólicas movimentou no Brasil, em 2018, R\$127,7 bilhões e no mundo faturou US\$854,0 bilhões, considerando-se todo o mercado, com crescimento de 3% nas vendas (em volume) em relação ao ano anterior. No Brasil, em 2017, o refrigerante foi responsável por 71,6% das vendas das indústrias de bebidas não alcoólicas, em volume. Mas este mercado vem apresentando quedas, enquanto mercados de sucos 100% fruta, não concentrado, vem crescendo (VIANA, 2019).

2.7 Destilação de aguardente

A destilação é uma operação unitária de separação de líquidos utilizando-se da diferença de temperatura de ebulição existente entre eles. A mistura de água e álcool forma o que é conhecido como mistura azeotrópica, onde a total separação dos componentes não é possível por processos físicos, como a destilação simples (NUNES; FINZER, 2019).

Na destilação de fermentados destinados ao consumo humano são retiradas três frações: a fração inicial, obtida a temperaturas mais baixas, é chamada de cabeça de destilação, e contém os componentes mais voláteis, inclusive o metanol que é tóxico. A

parte central é chamada de coração e é a parte que é consumida. A última fração, denominada cauda, muitas vezes nem é separada, é obtida a temperaturas mais altas, possui baixa concentração de etanol e contém diversos compostos que normalmente não tem sabor e aroma agradáveis ou são até mesmo potencialmente carcinogêneos (ALVARENGA, 2011).

A hidrólise enzimática é uma importante etapa no processo de obtenção de destilados de fruta. A partir dela, melhora-se a filtração da polpa e, conseqüente, aumenta o rendimento de etanol, assim como reduz a formação de metanol e álcoois superiores (ALVARENGA, R. M., 2011). A legislação brasileira determina padrões de identidade e qualidade nos destilados de frutas (BRASIL, 2011). Estes limites podem ser visualizados na Tabela 6, p. 19.

Tabela 6 - Padrões de identidade e qualidade para aguardente de fruta

Item	Descrição	Limite mínimo	Limite máximo	Classificação
1	Acidez volátil, em ácido acético, em mg/100 mL de álcool anidro	---	100	---
2	Álcool superior (somatório de álcool n-propílico, álcool isobutílico e álcoois iso-amílicos), em mg/100 mL de álcool anidro	---	360	---
3	Ácido cianídrico, em mg/100 mL de álcool anidro	---	≤ 5	---
4	Aldeídos, em aldeído acético, mg/100 mL de álcool anidro	---	30	---
5	Coefficiente de congêneres, em mg/100 mL de álcool anidro	200	650	---
6	Ésteres, em acetato de etila, em mg/100 mL de álcool anidro	---	250	---
7	Gradação alcoólica, em % v/v a 20 °C	36	54	---
8	Somatório de Furfural e hidroximetilfurfural, em mg/100 ml de álcool anidro	---	5	---
9	Teor de açúcar em g/L	---	≤ 6	(normal)
		> 6	< 30	Adoçada
10	Álcool metílico, em mg/100 mL de álcool anidro		400	
11	Cobre (Cu), em mg/L		5	
12	Chumbo (Pb), em mg/L		0,2	

Fonte: (BRASIL, 2011)

Os processos e equipamentos de destilação de aguardente influenciam no destilado obtido. O destilador deve ser preferencialmente de cobre, ou conter partes de

cobre que entrarão em contato com os vapores aquecidos na destilação. Este contato é necessário para que o cobre aja como catalisador na conversão de sulfetos a sulfatos, reduzindo o aroma desagradável de sulfetos contidos no destilado (ALCARDE, 2017).

Quanto ao processo, aguardentes redestiladas (o coração mono destilado passa por nova destilação) ou bidestiladas (faz-se um destilado simples, sem separar cabeça, coração e cauda, ajusta-se a graduação alcoólica entre 30 a 50%, obtendo-se o flegma e procede-se a uma nova destilação, desta vez separando as frações) apresentam concentrações de compostos contaminantes (metanol, sec-butanol, cobre e carbamato de etila) menores que a aguardente mono destilada, o que propicia um destilado de melhor qualidade sensorial, porém compostos considerados congêneres voláteis das aguardentes (ácido acético, aldeído acético, acetato de etila, álcool propílico e furfural) também são reduzidos. É necessário avaliar bem o processo a ser empregado para atingir a qualidade desejada no destilado (SILVA et al., 2020).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Devido a pandemia do Covid-19 e, conseqüente, fechamento de escolas e instituições de ensino, o trabalho foi conduzido, em grande parte, com recursos próprios do autor.

3.1 Materiais

3.1.1 Amostras

As bananas utilizadas neste trabalho foram as denominadas bananas caturra ou nanica (*Musa cavendishii*), tendo sido adquiridas duas caixas com aproximadamente 18 Kg de bananas em cada, na Central de Abastecimento de Minas Gerais (CEASA-MG), localizado no município de Contagem, uma na data de 10/12/2020 e outra em 11/01/2021. As bananas foram compradas no último estágio de maturação (amarelas com pintas pretas), (Figura 6, p. 21).

Figura 6 - Bananas compradas no CEASA-MG



Fonte: autoria própria.

3.1.2 Fermentos

- Leveduras *Saccharomyces cerevisiae* CA-11 da LNF;
- Leveduras *Saccharomyces cerevisiae* Nottingham da Lallemand inc, tipo ale;
- Cultura doméstica, não padronizada, usada para fabricação de Kombucha.

3.1.3 Enzimas

As enzimas utilizadas foram neste trabalho foram:

- Amylase® AG XXL;
- Celluclast® 1.5 L;
- Pectinex® Ultra Tropical;
- Viscozyme® L.

Todas da NOVOZYMES (2021), adquiridas da LNF Brasil, distribuidora Novozymes no Brasil.

3.1.4 Equipamentos

- Triturador manual, marca Picelli, modelo P-22, com furos de 5 mm de diâmetro no disco de corte, mostrado na Figura 7, p. 22, usado para triturar a polpa das bananas;

Figura 7 - Triturador manual



Fonte: autoria própria.

- Balança *electronic kitchen scale*, modelo SF-400, usada para determinar as massas das bananas e outros itens com peso superior a 100 g;

- Balança *Jewellery balance* E-100, usada na determinação das massas das leveduras utilizadas;
- Filtro industrial EF, um estágio, com carvão ativado;
- Pipeta graduada, 25 mL, Uniglas, cód. 181.025;
- Pera para pipetar;
- Refratômetro portátil modelo RSG-32ATC, para as determinações dos teores de sólidos solúveis totais, nos diversos mostos;
- Garrafas PET de 5 L com borbulhadores, para as fermentações de volumes menores;
- Garrafas PET de 2 L
- Gral e pistilo de alumínio;
- Peneira doméstica fina;
- Recipiente de vidro com boca larga, com capacidade de 4 L;
- Pano de prato em algodão;
- Caixas de polietileno com 50 L de capacidade, adaptadas com torneira e borbulhador, para as fermentações de volumes maiores;
- Processador de alimento Philips Walita Powerchop;
- Refrigerador GE Super Luxo adaptado com controlador de temperatura ZL-7801C, para controle de temperatura de fermentação;
- Fogão doméstico, para aquecimento da massa de bananas nas etapas de conversão enzimática, com fogo direto;
- Digital *Food thermometer*, modelo TP-16 da ThermoPro, para monitorar a temperatura de conversão enzimática;
- Sacos de material sintético e malha fina, conhecidos por Biab's, para as filtrações dos extratos;
- Garrafa Sifão Para Drinks, tipo soda;
- Refil de CO₂, 8 g, Mosa, para garrafa sifão para drinks;
- Destilador com panela inox de 60 L, marca Debosh, modificado, com coluna de destilação em vidro, com cinco pratos contendo quatro borbulhadores em cobre por prato (Figura 8, p. 24), contendo um demister preenchido com malha de cobre (Figura 9, p. 24) e condensador de topo em inox com medidor de temperatura na entrada da serpentina de cobre (Figura 10, p. 25), para as destilações com maiores volumes;

Figura 8 - Pratos com borbulhadores



Fonte: autoria própria.

Figura 9 - Demister com malha de cobre



Fonte: autoria própria.

Figura 10 - Condensador de topo



Fonte: autoria própria.

- Caixa de isopor com água e gelo, para resfriamento do destilado, que foi feito por circulação forçada da água;
- Bico de papagaio, que consiste em uma tubulação de ½" de diâmetro, em U, instalado na saída do condensado. Este recebe o condensado na entrada, e na saída tem uma derivação em T que permite a colocação do alcoômetro dentro do tubo, enquanto o destilado escorre para o coletor, desta forma pode-se ler constantemente a graduação alcoólica do condensado que está sendo colhido. O bico de papagaio utilizado é de fabricação caseira, em PVC (Figura 11, p. 26);

Figura 11 - Bico de papagaio com alcoômetro inserido



Fonte: autoria própria.

- Alcoômetro da marca JAKYLOVE, CN;
- Densímetro calibrado em grau Brix (Sacarímetro de Brix) da Incoterm, referência 5707, utilizado nas determinações de sólidos solúveis totais nos mostos;
- Destilador Biotron, para gerar água destilada;
- Conjunto de destilação de bancada formado por manta aquecedora digital, agitadora magnética da Joanlab, modelo HMSC 1000 mL, série 2020121766, com termômetro controlador automático de temperatura externo que foi instalado na altura da saída dos gases na cabeça de destilação, balão de fundo redondo de 1 L, cabeça de destilação, condensador reto, suporte e garra, caixa de isopor com água e gelo, bomba de recirculação de água e béqueres de 50, 100, 250, 600 e 1000 mL utilizados para coleta das porções destiladas;

O destilador de bancada é mostrado abaixo, na Figura 12, p. 27.

Figura 12 - Destilador de bancada



Fonte: autoria própria.

3.1.5 *Ingredientes utilizados nas receitas*

- Álcool de cereais, CereAlcool, fabricado em 04/08/2020, lote L20H060938;
- Zimbro, sementes de coentro, sene (Cassia), raiz de alcaçuz e raiz de angélica, adquiridos a granel em lojas de ervas, próximas ao mercado central de Belo Horizonte;
- Casca de limão Siciliano, raspas da casca de limão adquirido no mercado central de Belo Horizonte;
- Água destilada no destilador Biotron;
- Açúcar cristal;
- Castanhas diversas trituradas;
- Óleo de coco;
- Adoçante em pó xilitol;
- Mel;
- Carne bovina, identificada como maçã de maçã de peito;
- Carne bovina, identificada como acém magro;

- Carne suína defumada, identificada como bacon sem pele;
- Sal de cozinha;
- Alho;
- Cebola
- Fermento biológico seco instantâneo;
- Leite integral;
- Ovos de galinha;
- Banha suína;
- Farinha de trigo sem fermento;
- Manteiga.

3.1.6 *Outros itens*

- Solução de álcool 70° GL, para esterilização;
- Saco de gelo industrial 20 kg;
- Fita teste de pH 0 - 14 (SOS Laboratório), para medidas do pH;
- Solução de cloro a 0,025%, preparado pela diluição de 250 mL de água sanitária Q-ótimo (2~2,5% de cloro), completando-se o volume de 20 L com água filtrada em filtro industrial com carvão ativado;
- Bacia plástica;
- Colher, tipo de arroz, plástica;
- Travessa de vidro;
- Tabua de corte em polietileno;
- Faca para cortes.

3.2 **Métodos**

3.2.1 *Obtenção do suco de banana hidrolisado*

Todas as bananas foram lavadas com casca em solução de cloro a 0,025% VV⁻¹ e enxaguadas em água corrente, as pontas e os talos foram cortados e removidos assim como partes danificadas. As bananas foram descascadas e então trituradas no triturador manual.

Foi adicionada às amostras água filtrada em filtro industrial com carvão ativado, seguido de agitação. Mediu-se, então, o pH com a fita de teste, e, medindo em pipeta

graduada de 25 mL, adicionou-se 0,2 mL de pectinase, 0,1 mL de β -glucanase (endo-1,3(4)) e 0,075 mL de amilase para cada quilograma de amostra.

A temperatura foi elevada e mantida próxima a 45° C, controlando essa temperatura através do acender e apagar da chama do fogão monitorando a temperatura com o Digital *Food thermometer*, com agitação manual constante, por 15 min. Em seguida, elevou-se novamente a temperatura até aproximadamente 62° C por 30 min. Desligou-se o fogo e aguardou-se a mistura esfriar até 45°C. A massa obtida foi filtrada em saco biab, separando-se o líquido das fibras insolúveis.

3.2.2 *Hidrólise utilizando cozimento na pressão e a enzima celulase 1,5L*

As bananas foram lavadas com casca em solução de cloro a 0,025% VV⁻¹ e enxaguadas em água corrente. As suas pontas e os talos foram removidos assim como partes danificadas. As bananas foram então trituradas no triturador manual, para se obter uma pasta de polpa. Mediu-se o pH com a fita de teste e o teor de sólidos solúveis do caldo homogeneizado, removido com um conta gotas e determinado no refratômetro portátil modelo RSG-32ATC.

Adicionou-se 0,2 mL de pectinase e 0,1 mL de Viscozyme L, para cada quilograma de amostra e água, medidos em pipeta graduada de 25 mL. A solução foi aquecida com a chama do fogão, e a temperatura foi mantida próxima a 50 °C, com agitação manual intermitente, pelo acender e apagar da chama, monitorando com o digital Food thermometer, modelo TP-16 da ThermoPro, por 120 min.

Mediu-se o teor de sólidos solúveis no refratômetro e, em seguida, colocou-se a solução para aquecer em recipiente de alumínio sem alça e sem tampa, suspenso, em banho-maria, dentro de uma panela de pressão, por 60 min. A chama do fogão foi desligada e aguardou-se cessar a pressão, a panela de pressão foi aberta e aguardou-se o mosto esfriar até 55°C. Adicionou-se, então 0,2 mL de celulase, medido em pipeta graduada de 25 mL, por quilograma de banana. Esta amostra foi mantida a aproximadamente 55° C, aquecida com a chama do fogão, com agitação manual intermitente, pelo acender e apagar da chama, monitorando com o digital Food thermometer, modelo TP-16 da ThermoPro, por mais 60 min.

Ao termino dos 60 min, realizou-se o despolpamento em saco biab. Adicionou-se água aquecida a 60° C na parte sólida obtida, agitou-se manualmente e novamente filtrou-se no saco biab. O líquido desta segunda filtração foi incorporado ao da primeira. Aguardou-se esfriar até a temperatura ambiente.

O esquema para se fazer o banho-maria na panela de pressão é mostrado na Figura 13, p. 30.

Figura 13 - Montagem para se fazer o banho-maria na panela de pressão



Fonte: autoria própria.

Desta forma foi obtido o suco de banana hidrolisado e caramelizado.

3.2.3 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

3.2.3.1 Refrigerante de banana

Para a obtenção dos refrigerantes, utilizou-se uma garrafa sifão de soda, pressurizada por capsula de CO₂, para promover a gaseificação. Para se preparar 1 L, adicionou-se 200 mL do suco de banana, medido em um béquer, 90 g de açúcar cristal pesados na balança *electronic kitchen scale* e o volume foi completado com água filtrada. O refrigerante foi mantido sob refrigeração, em geladeira comum, a aproximadamente 5° C, por 24 h com agitação manual esporádica.

3.2.3.2 Destilado de banana

A massa obtida com a polpa de banana foi filtrada no saco *biab*, sendo separados o líquido e as fibras. O líquido obtido apresentou uma concentração de sólidos solúveis igual a 17° brix, medidos com a utilização do refratômetro portátil modelo RSG-32ATC.

Às fibras foi adicionada água, sendo a mistura agitada e aquecida com a chama do fogão, até 60 °C. Em seguida, a mistura foi filtrada em saco *biab*, sendo a massa das fibras medidas ainda úmidas e o líquido incorporado à primeira extração. Mediu-se, novamente, o teor de sólidos solúveis do líquido obtido pela mistura das duas extrações, e estimou-se a quantidade de sólidos solúveis (açúcares) extraídos da polpa da banana utilizando-se da Equação 1 obtida da definição de grau Brix, que é definido como porcentagem em massa de sólidos solúveis contidas em uma solução de sacarose, por exemplo, quando se tem uma solução de água e sacarose com 25° Brix, tem-se 25 g da sacarose por 100 gramas de líquido (CONSECANA, 2006).

$$Açúcar \left(\frac{g}{kg} \right) = \frac{\text{Grau Brix} \times ML (g)}{100g} \times \frac{1}{MB (Kg)} \quad (\text{Eq.1})$$

Sendo:

- Açúcar, a massa aproximada, em gramas, de açúcares contidos na massa, em quilogramas, de polpa de banana triturada;
- Grau Brix, leitura do refratômetro, corrigida, em grau brix, feita no líquido extraído das bananas e homogeneizado;
- ML, massa, em gramas, do líquido total extraído das bananas;
- MB, massa, em quilogramas, da polpa das bananas trituradas.

A fração líquida foi então fermentada com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* Nottingham. A fermentação ocorreu por 5 dias a 12° C e mais 8 dias a 18° C, em um refrigerador GE Super Luxo adaptado com controlador de temperatura ZL-7801C. Após o período de fermentação, com os sólidos decantados no fundo morto do fermentador, tendo esterilizado a torneira do fermentador com álcool 70° GL, separou-se uma amostra de 500 mL do vinho, que foi armazenada em garrafa transparente, com tampa, previamente esterilizada com álcool 70° GL, em local fresco, ao abrigo da luz, para posterior análise e o restante do mosto foi transferido diretamente para a panela do destilador, através da torneira do fermentador. Esse foi destilado em fogo direto sem separação de cabeça, coração e cauda. Esta primeira destilação se encerrou quando o alcoômetro instalado no bico de papagaio indicou 25% de álcool. Posteriormente este destilado foi bidestilado no destilador de bancada, aquecido por manta aquecedora, com agitação magnética. O final da destilação da cabeça se deu quando o termômetro instalado na cabeça de destilação acusou 78° C, ponto este onde se iniciou a coleta do coração que

teve como ponto final a temperatura de 88° C na cabeça de destilação. O volume restante no balão de fundo redondo foi classificado como cauda.

3.2.3.3 Gim com banana

Duas formulações de gim foram desenvolvidas, uma contendo o suco de banana hidrolisado e a outra, o suco hidrolisado e caramelizado. Os ingredientes utilizados para ambas formulações estão descritos na Tabela 7, p. 32.

Tabela 7 - Relação de ingredientes e suas respectivas quantidades para a produção de gim

Ingredientes	Quantidade
Álcool de cereais	0,5 L
Zimbro	13,5 g
Semente de coentro	3,5 g
Sene (Cassia)	0,5 g
Raiz de alcaçuz	0,5 g
Raiz de angélica	0,5 g
Casca de limão Siciliano	1 g
Suco de banana	250 mL
Água destilada	250 mL

Fonte: autoria própria

As ervas foram levemente maceradas, em gral e pistilo de alumínio, e todos os ingredientes foram colocados em uma garrafa pet de 2 L, com tampa, onde permaneceram por 12 h com agitação manual esporádica. Após este período, o líquido foi filtrado, em peneira doméstica fina, e colocado no balão volumétrico de 1 L do destilador de bancada. Durante a destilação, separou-se as frações cabeça, coração e cauda para cada gim. O final da destilação da cabeça se deu quando o termômetro instalado na cabeça de destilação acusou 78° C, ponto este onde se iniciou a coleta do coração que teve como ponto final a temperatura de 88° C na cabeça de destilação. O volume restante no balão de fundo redondo foi classificado como cauda.

3.2.3.4 Vinagre de banana

Um litro e meio do fermentado foi colocado em um recipiente de vidro com boca larga, coberto por um pano de prato em algodão para que bactérias acéticas selvagens (vindas do ambiente) realizassem a fermentação acética. A fermentação acética foi conduzida por 45 dias em um local fresco.

Uma segunda versão foi gerada utilizando-se 1 L de suco de banana colocado em um recipiente de vidro com boca larga, coberto por um pano de prato em algodão e

inoculando uma cultura doméstica, não padronizada, usada para fazer Kombucha. A fermentação alcoólica seguida da acética foi conduzida por 30 dias em um local fresco.

3.2.3.5 Barra de cereais com fibras de banana

Para a elaboração da barra de cereais a base de fibras de banana, utilizou-se a seguinte formulação: 200 g de fibra úmida de banana; 150 g de castanhas trituradas; 30 g de óleo de coco; 20 g de xilitol e 60 g de mel. Os ingredientes foram colocados em uma bacia plástica, bem misturados com colher plástica e colocados em camada fina em uma travessa de vidro, não untada. Assou-se a 200 °C por 20 min, quando a massa apresentou tonalidade dourada. A travessa foi retirada do forno, aguardou-se esfriar e transferiu-se o assado para uma tábua de corte, onde o material foi cortado com faca no formato de barras.

3.2.3.6 Hambúrguer com fibras de banana

Com as fibras obtidas da extração do suco de banana, desenvolveu-se também um protótipo de hambúrguer rico em fibras, cuja a formulação está descrita abaixo.

Foram utilizadas 375 g de fibra de banana, obtidas por cozimento na panela de pressão, 750 g de carne bovina, identificada como maçã de maçã de peito, 500 g de carne bovina, identificada como acém magro, 250 g de carne suína defumada, identificada como bacon sem pele, 37,5 g de sal de cozinha, 90 g de alho triturado até obter consistência cremosa, 50 g de cebola finamente triturada no processador de alimentos.

As carnes foram moídas duas vezes utilizando-se o triturador manual com disco com diâmetro de furo igual a 5 mm, sendo estas carnes misturadas com o restante dos ingredientes, de modo a obter uma mistura mais homogênea. Os hambúrgueres foram, então, modelados no formato tradicional e congelados individualmente.

3.2.3.7 Pão com fibras de banana

Para fazer o pão caseiro com fibras de banana fez-se uma receita de família, com os ingredientes listados abaixo, salienta-se que foram adicionadas fibras úmidas de banana na receita tradicional e, por isso, foi necessário adicionar mais farinha de trigo na massa, sendo a quantidade relacionada ao ponto de véu.

O conjunto de ingredientes utilizados foi o seguinte: 10 g de fermento biológico seco instantâneo; 250 mL de leite integral morno; 2 ovos de galinha inteiros; 20 g de banha suína; 5 g de açúcar cristal; 3 g de sal de cozinha; farinha de trigo sem fermento, o quanto baste; manteiga para untar e 240 g fibra úmida de banana.

Em uma bacia plástica foram colocados o fermento, sal, açúcar, leite e os ovos, que foram misturados até uma mistura visualmente homogênea com todos os componentes dissolvidos. Adicionou-se 120 g de farinha de trigo. A massa então ficou descansando, para que a fermentação acontecesse, durante 1 h.

Após o período de incubação, adicionou-se a banha suína e a farinha de trigo até atingir o ponto de véu. A massa foi sovada e boleada, manualmente, e aguardou-se que, devido a fermentação, o volume da massa dobrasse. A massa foi cortada, aberta com rolo de massas manual e manualmente enrolados. Aguardou-se novamente que o volume das massas, agora enroladas em formato de pão, dobrassem de volume. Em seguida os pães foram assados em forno caseiro, a 210° C até que ficassem dourados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cabe ressaltar que o trabalho foi desenvolvido durante a pandemia do COVID-19 não estando os laboratórios da faculdade disponíveis para que fossem feitas todas as análises necessárias. A pesquisa assim foi conduzida com recursos próprios, com os materiais e procedimentos descritos em detalhes para que oportunamente sejam realizadas as análises necessárias.

4.1 Hidrólise da celulose da banana

A parede vegetal é formada por três componentes principais: celulose, hemicelulose e lignina. A ligação entre estes três compostos forma um agregado muito resistente que demanda uma forma de pré-tratamento para abrir a estrutura da lignocelulose (RAMOS, 2003).

A polpa de banana prensada apresenta alta viscosidade, dificultando o processo de separação das partes líquida e sólida. Isso faz necessário a aplicação de técnicas que visam reduzir esta viscosidade. Lara (2007) testou o emprego do complexo enzimático à base de poligalacturonases, pectinesterases e hemicelulases e constatou que tal procedimento promoveu um aumento de 52,2 % no rendimento da extração do suco da polpa da banana (em volume), enquanto que a viscosidade do suco extraído sofreu uma redução de 76% relativamente ao suco extraído sem tratamento enzimático.

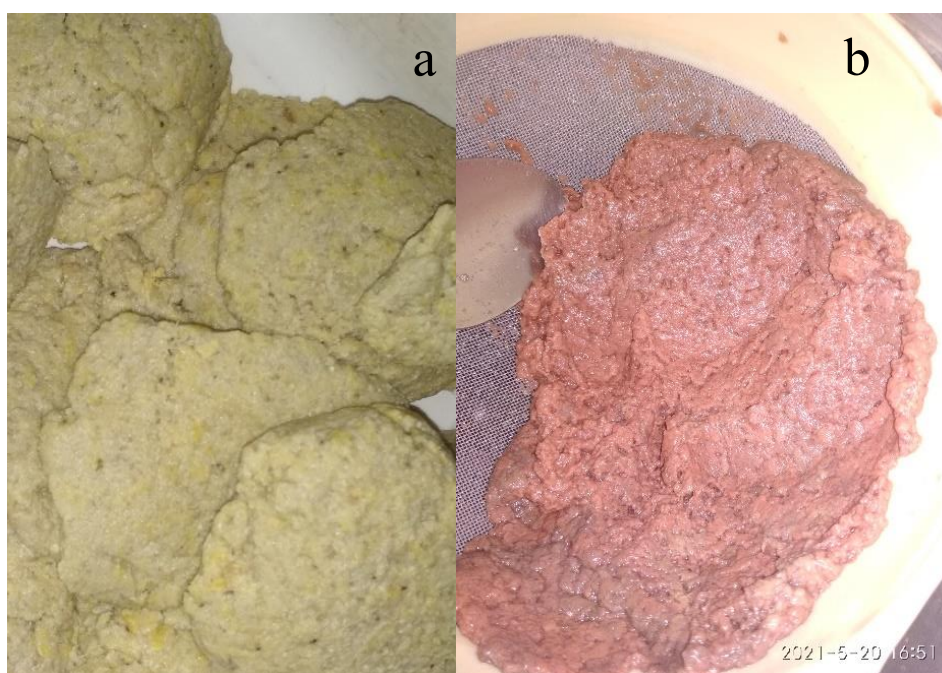
Como pré-tratamento para a hidrólise enzimática das fibras da banana, testou-se o cozimento submetido à pressão. No entanto, com o cozimento sob pressão não foi efetivo para induzir esta hidrólise. Segundo Pitarelo et al. (2012) e Teixeira (2016), para que a hidrólise enzimática ocorra, são necessárias condições mais severas. Pitarelo et al.

(2012) utilizou um pré-tratamento por explosão a vapor, que consiste em colocar o material celulósico em contato direto com vapor saturado à alta pressão, por um determinado tempo de residência no reator, seguido de descompressão rápida à condição atmosférica (explosão). Neste processo, as fibras são separadas possibilitando uma maior área de contato da enzima com o material de interesse. Já Teixeira (2016) utilizou moagem e pré-tratamento alcalino e cita, além da explosão a vapor, processos químicos e físico de pré-tratamento do material celulósico como explosão de fibra com amônia, extração por solventes e hidrólise ácida diluída.

4.2 Aproveitamento da fibra da banana

As fibras da banana são muito macias e, assim como outras fibras alimentares, apresentam boa capacidade de retenção de líquidos (APLEVICZ et al., 2014). No processamento com temperaturas até 70 °C, obteve-se fibras com coloração amarelada como pode ser observado na Figura 14^a, p. 35 que, ao serem bem lavadas não apresentaram sabor ou odor. Na Figura 14^b, p. 35 observa-se o aspecto da fibra após cozimento sob pressão por cinco minutos. Estas fibras adquiriram uma cor avermelhada, talvez consequência do processo de caramelização. Há a necessidade de se investigar as causas desta mudança de cor.

Figura 14 - Fibras extraídas das polpas processadas: (a) até 70° C, (b) após cozimento na pressão



Fonte: autoria própria

4.3 O suco de banana

O suco extraído no processo enzimático apresentou gosto doce com sabor e aroma característicos da banana, na opinião do autor. Há a necessidade de se fazer a análise sensorial dos sucos. Na cocção deste suco na panela de pressão ocorrem reações de caramelização, o que torna o suco com essas características (ROCHA et al., 2014).

O suco de banana clarificado (sem turbidez) industrializado é comumente encontrado nos mercados europeu, norte-americano e argentino. No entanto, não é comum no mercado interno brasileiro, muito porque não é um hábito de consumo no país (CARDOSO et al., 1999).

Na Figura 15, p. 36 pode-se observar o aspecto dos sucos de banana hidrolisado.

Figura 15 - Suco congelado de banana: (a) extraído no processamento até 70 °C, (b) extraído após a cocção em panela de pressão



Fonte: autoria própria

A partir de 2015, o mercado brasileiro de bebidas não alcoólicas sofreu quedas anuais (ABIR, 2021). Este fato pode ser explicado em parte pela crise econômica instalada no Brasil desde 2014, mas também pela mudança de comportamento dos consumidores que passaram a procurar alimentos mais saudáveis. Isso faz com que as indústrias de bebidas não alcoólicas busquem alternativas mais saudáveis para seus consumidores (MADEIRA, 2019).

Consegue-se adquirir no mercado Brasileiro um suco misto de banana e maçã integral da marca “Mitto”, produzido e engarrafado por Aplos Indústria e Comércio de Bebidas LTDA, mas este não é divulgado no site do fabricante (MITTO BRASIL - DESFRUTE DO MELHOR, [s. d.]).

Apesar de não ter sido efetivo para a hidrólise enzimática, o cozimento sob pressão deu origem a um suco mais escuro, com aspecto caramelizado, e com sabor e aroma adocicados e bem peculiares. Essas características são, provavelmente, provenientes da reação de caramelização, que acontece quando os açúcares são submetidos a altas temperaturas. A cor é um importante atributo em produtos alimentícios e por isso a caramelização ocorrida no extrato líquido despertou o interesse para a sua aplicação alimentícia, além de apresentar aroma e sabor mais intensos que o suco somente hidrolisado.

A hidrólise enzimática de polissacarídeos contidos nas bananas facilitou o processo de separação das fibras, mas a separação manual ainda é trabalhosa. Dois lotes de bananas foram processados, do primeiro extraiu-se o equivalente a 217 g de sacarose por quilograma de polpa de banana, do segundo extraiu-se o equivalente a 288 g de sacarose por quilograma de polpa de banana. Na continuidade deste trabalho há de se otimizar a extração do suco da banana buscando o maior rendimento, assim como a extração de um suco mais concentrado, utilizando-se um volume menor de água na hidrólise. Deverá ser avaliado também a variabilidade dos teores de açúcares contidos nas bananas segundo diversas variáveis (época do ano da colheita, local de plantio, estado de maturação do fruto quando da colheita, cultivar, etc).

Com os resultados obtidos, vê-se a possibilidade de comercialização do suco de banana clarificado podendo inclusive conter um percentual da fibra da própria banana, servindo como fonte de fibras além dos minerais contidos nos frutos. No entanto, é necessário fazer um estudo de mercado para verificar a aceitação deste produto no mercado para consumo ao natural assim como sua utilização como xarope em preparos, como por exemplo, poderia ser uma opção para substituir o xarope de guaraná no preparado adocicado de açaí que é comercializado.

Os sucos obtidos nas formas de processamento descritas nos tópicos 3.2.1 e 3.2.2 deste trabalho podem ser concentrados ou diluídos para comercialização, e até mesmo consumidos diretamente.

4.4 Refrigerante de banana

Neste trabalho vislumbrou-se também a possibilidade de consumir o suco extraído das bananas hidrolisado, na forma de refrigerantes ou comercializado na forma de suco concentrado, sendo estas maneiras de diminuir o desperdício de bananas.

O protótipo de refrigerante da banana apresentou características sensoriais interessantes, principalmente no quesito sabor e refrescância. No entanto, a formulação da bebida ainda precisa ser mais elaborada. Na avaliação do autor o refrigerante produzido com o suco de banana hidrolisado apresentou sabor agradável, porém suave, já o refrigerante produzido com o suco hidrolisado caramelizado além da cor mais atrativa, apresentou gosto e aromas mais intensos e mais agradáveis. Uma análise sensorial é necessária para comprovar estas afirmações. Nas Figura 16, p. 38 e Figura 17, p. 39 podem ser observados os refrigerantes produzidos a partir do suco de banana hidrolisado e caramelizado e com o suco de banana hidrolisado, respectivamente.

Figura 16 - Refrigerante de bananas feito com suco hidrolisado e caramelizado



Fonte: autoria própria

Figura 17 - Refrigerante de bananas feito com suco hidrolisado



Fonte: autoria própria

Podem ser encontrados alguns poucos refrigerantes de banana no mercado internacional, como o premiado I-CEE banana fabricado na Guyana pela *the I-CEE company*, mas são produtos artificiais (I-CEE BANANA - GOLD QUALITY AWARD 2019 FROM MONDE SELECTION, [s. d.]; BANANA – ICEE, [s. d.]). Neste trabalho pode-se ver a possibilidade de produção de um refrigerante de banana 100% fruta, sem adição de açúcares, que pode apresentar vantagens competitivas frente aos produtos artificiais.

4.5 O destilado de banana

Para a produção de destilado de banana, recomenda-se a utilização de enzimas para converter os polissacarídeos encontrados na banana em açúcares e reduzir a viscosidade do extrato, facilitando a remoção das fibras e aumentando o rendimento do destilado (ALVARENGA, 2011).

Da primeira destilação foi obtido um destilado com 49% de álcool medido no alcoômetro. O teor de sólidos solúveis durante a fermentação foi reduzido de 15 para 7, o que significa que 8 g de açúcar em cada 100 g de mosto foi convertido em álcool. Como cada grama de açúcar convertido deve gerar 0,5111 g de etanol, estima-se que o mosto fermentado deveria possuir em torno de 4,09 % m/m de álcool (PIRACICABA ENGENHARIA, 2014).

A segunda destilação foi feita no destilador de bancada, com capacidade de 1 L, fazendo-se os devidos cortes de cabeça, coração e calda. Os dados da destilação são apresentados na Tabela 8, p. 40.

Tabela 8 - Dados da bidestilação do mosto de polpa de banana

Amostra	Levedura	pH inicial	Teor alcoólico inicial (%)	Volume inicial (mL)	Temperatura de corte da cabeça (°C)	pH final	Teor alcoólico final (%)	Volume do coração (mL)	Temperatura de corte da calda (°C)
Fermentado de Polpa	CA 11	4,42	49	1000	78	5,26	76	495	88

Fonte: autoria própria

O volume de etanol obtido no coração é de 376 mL. O destilado obtido apresentou aroma peculiar e sabor agradável, podendo despertar interesse comercial.

Buscando avaliar o emprego de enzimas pectinolíticas, os efeitos de fontes de nitrogênio e da quantidade de inóculo na formação de álcoois superiores na produção de aguardente de banana, LARA (2007) obteve um destilado que só não atendeu aos parâmetros dos álcoois superiores e da acidez total definidos pela legislação brasileira para aguardentes de frutas. Neste trabalho não é feita uma análise sensorial no destilado.

Em uma resposta técnica do SEBRAE, constatou-se que, na aguardente de banana obtida, as concentrações de aldeídos e álcoois superiores encontravam-se acima do limite tolerado pela legislação. Neste trabalho foi feita uma análise sensorial para avaliar o aroma do destilado e este obteve um índice de aceitação de 75 % (BARROS, 2007).

Alvarenga (2013) obteve uma aguardente de banana com concentrações de metanol, cobre e álcoois superiores acima do estabelecido pela legislação vigente na época e no mesmo trabalho são dadas sugestões para resolver os problemas. A concentração de cobre poderia ser reduzida com melhor higienização do alambique e, para reduzir as concentrações de metanol e álcoois superiores a bi destilação associada a um melhor controle no recolhimento da fração ideal do destilado.

Em seu estudo, MATOS (2015) obteve aguardentes de banana que atendiam a legislação e que tiveram um índice de aceitabilidade de 97,43%, mostrando que com a técnica correta é possível se obter um destilado de banana de qualidade.

4.6 Gim com banana

O gim é uma bebida que, nos últimos anos, vem ganhando o mercado Brasileiro. Por ser uma bebida saborosa e pouco calórica, seu consumo tem se elevado acentuadamente (FILGUEIRAS, 2019; SZABATURA, 2021).

A Legislação Brasileira no Decreto nº 6871 de 2009 especifica que o gim deve ter graduação alcoólica de 35 a 54% VV⁻¹, a 20° C, obtida pela redistilação de álcool etílico potável de origem agrícola, na presença de bagas de zimbro (*Juniperus communis*), com adição ou não de outra substância vegetal aromática, ou pela adição de extrato de bagas de zimbro, com ou sem outra substância vegetal aromática, ao álcool etílico potável de origem agrícola e, em ambos os casos, o sabor do zimbro deverá ser preponderante, podendo ser adicionada de açúcares até 15 g L⁻¹. E receberá as seguintes denominações:

I - Gim destilado, quando a bebida for obtida exclusivamente por redistilação;

II - *London dry gin*, quando a bebida for obtida por destilação seca;

III - Gim seco ou *dry gin*, quando a bebida contiver até seis gramas de açúcares por litro; ou

IV - Gim doce, *old ton gin* ou gim cordial, quando a bebida contiver acima de seis e até quinze gramas de açúcares por litro (BRASIL, 2009).

Além do teor alcoólico tem se a exigência de que o sabor do zimbro seja preponderante, o que permite a utilização de diversas ervas e frutas na formulação do gim. Em se tratando de frutas, as mais utilizadas são cascas de limão siciliano e toranja (AMARANTE, 2016). Durante este trabalho não foram encontradas receitas de gim com utilização de frutas tropicais, isto não significa que não sejam usadas, pois boa parte dos gins comerciais não divulga a lista completa dos aromáticos utilizados. Neste trabalho foi vislumbrada a possibilidade de se conseguir um gim com características tropicais adicionando-se os aromas da banana ao gim.

Os dados da destilação dos dois gins são iguais e podem ser visualizados na Tabela 9, p. 41.

Tabela 9 - Dados da destilação do gim

Volume cabeça (mL)	Volume coração (mL)	Percentual alcoólico coração (%)	Volume após ajuste do teor alcoólico em 40% (mL)
35	540	75	1013

Fonte: autoria própria.

Os gins obtidos ficaram agradáveis, com um aroma bem sutil de banana associado. Há a necessidade de avaliação da aceitabilidade do produto. Uma outra opção de produto seria uma bebida composta com gim e o suco de bananas, para destacar mais o sabor da banana.

4.7 Vinagre de banana

O vinagre é um produto conhecido desde a antiguidade e usado no preparo de diversos alimentos bem como em aplicações medicinais por aliviar os sintomas do refluxo gástrico, reduzir o açúcar do sangue, redução de peso e dor de garganta entre outros benefícios (DUTRA, 2021).

Os vinagres obtidos tem um aroma que remete a banana e apresentaram-se muito saborosos. Estes vinagres, aqui obtidos de forma rudimentar, conforme descrito no trabalho, apresentaram sabor e aroma agradáveis, indicando que, sendo padronizado, pode ser uma opção no aproveitamento dos frutos. O vinagre obtido com a inoculação da cultura para Kombucha ficou levemente mais ácido do que o com leveduras selvagens.

Existem várias bebidas à base de vinagre consumidas no mundo: Michelada (drink mexicano), Oishii Su-tamago (vinegared egg-Japão), Umeboshi vinegar (ume plum vinegar – Japão), oxymel (bebida à base de vinagre e mel) e o Switchel, encontrada em diferentes países, cuja a base é feita de vinagre de maçã e água e pode ter variações com adição de diferentes frutas. Os estudos sobre bebidas com vinagre estão relacionadas a ganhos na saúde e bem estar e quando adicionados de certos sucos de frutas podem influenciar na aceitação do produto (NEVES, 2020). O vinagre obtido é mostrado na Figura 18, p. 42.

Figura 18 - Vinagre de bananas



Fonte: autoria própria

4.8 Barra de cereais com fibras de banana

A fibra é inodora e insípida podendo ser aproveitada na produção de alimentos, como compostos cárneos, pães e barras de cereais.

A barra de cereais é normalmente vista como um alimento saudável e de fácil consumo, com sabor agradável, sendo fonte de vitaminas, sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos. Vários trabalhos têm sido feitos buscando conseguir uma barra de cereais com maior teor de fibras alimentares e com menores teores de carboidratos (CARLI; SEIDEL, 2017; GUTKOSKI et al., 2007; MOURÃO et al., 2009). A adição das fibras de banana podem ser uma opção para melhorar a funcionalidade do alimento sem aumentar sua caloria.

Foi obtida uma barra de cereais crocante e saborosa (Figura 19, p. 43), mas que precisa ser ajustada pois perdeu sua crocância muito rapidamente, tornando-se flexível poucas horas após o resfriamento. Uma solução pode ser a embalagem a vácuo ou em atmosfera inerte. Análises deverão ser feitas para verificar os teores de fibras e calorias das barras.

Figura 19 - Barras de cereais com fibra de banana



Fonte: autoria própria

Fazendo-se os ajustes necessários pode-se conseguir um produto viável comercialmente. Há a possibilidade de se utilizar essas fibras em formulações já existentes de barra de cereais aumentando o teor de fibras das mesmas.

4.9 Hambúrguer com fibras de banana

O hambúrguer é uma opção muito apreciada pela população em geral, mas os hamburgueres industrializados podem conter elevadas concentrações de aditivos

químicos, gorduras saturadas, amido, açúcares refinados, teores de gorduras e de sódio elevados, podendo conferir problemas de saúde, como a obesidade e doenças cardiovasculares (LOPES et al., 2021; GONÇALVES, 2018).

Na Figura 14b, p. 35, observa-se o aspecto da fibra após cozimento sob pressão por cinco minutos. Percebeu-se, as fibras adquiriram uma coloração avermelhada. Esta coloração pode representar uma vantagem para sua utilização como ingrediente em formulações para produtos cárneos. Uma análise sensorial seria necessária para saber se existe ou não diferença sensorial no hambúrguer com adição fibras do hambúrguer sem fibras, empregando-se um método discriminativo ou, também, pode-se utilizar um método subjetivo, mais precisamente, um teste de preferência, visando obter informações acerca da aceitação do produto por parte dos julgadores (DUTCOSKY, 2013).

Na Figura 20 p. 44 pode-se observar o aspecto do hambúrguer antes de ser congelado e depois de preparado.

Figura 20 - (a) Hambúrguer pronto para ser congelado (b) Hambúrguer preparado (frito)



Fonte: autoria própria

A fibra adicionada ao hambúrguer fez com que o produto apresentasse mais suculência, deixando-o mais macio. Essa maciez apresentada pode favorecer uma possível redução da quantidade de gordura utilizada no produto, uma vez que as fibras ajudam na retenção de água. Outra característica interessante é que o volume do hambúrguer após o processo de fritura sofreu uma redução pequena, quando comparado com os hambúrgueres industrializados. Este fato também pode ser atribuído à capacidade de retenção de água das fibras (MOSCATTO; PRUDÊNCIO-FERREIRA; HAULY, 2004; SEABRA et al., 2002; FROZZA et al., 2002). Na avaliação destes autores, os

hambúrgueres ficaram muito suculentos e saborosos. No entanto, se faz necessário realizar uma análise sensorial para avaliar qual o teor de fibras adicionado melhor atende às expectativas do mercado.

Vislumbra-se aqui a possibilidade de produzir um alimento mais saudável, com componente funcional de baixo custo. Os alimentos funcionais são aqueles que, quando consumidos, além de nutrir, promovem efeitos metabólicos e fisiológicos benéficos ao organismo (GONÇALVES, 2018).

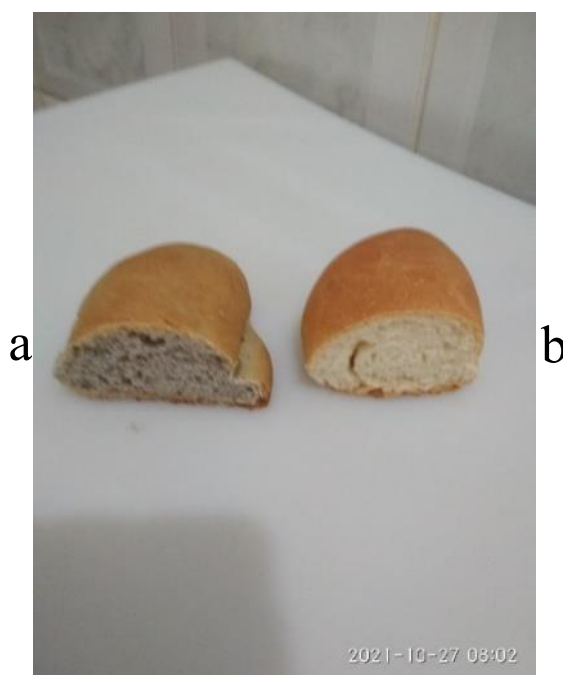
4.10 Pão com fibras de banana

O pão é um dos mais antigos alimentos da humanidade, existe em muitas formulações e está presente diariamente na maioria das mesas de toda parte do mundo. Alimento cultuado e revestido de simbolismos, fonte de nutrição humana (SALES, 2010).

A adição de fibras no pão pode trazer benefícios à manutenção da saúde e prevenção de doenças com diminuição do colesterol; redução de risco e controle de doenças como a obesidade, doenças cardiovasculares e diabetes (APLEVICZ et al., 2014).

Os pães obtidos com e sem fibra de bananas podem ser observados na Figura 21, p. 45, em que o produto com coloração mais escura foi o que teve adição de fibras em sua formulação.

Figura 21 - Pães caseiros (a) com e (b) sem fibra de bananas



Fonte: autoria própria.

Além da notória diferença de cor, na avaliação do autor, as demais diferenças não devem comprometer a aceitabilidade do produto. Análises sensoriais com testes de aceitabilidade devem ser feitos para confirmar essa hipótese. A fibra de banana pode ser uma opção para o aumento da concentração de fibras no pão francês.

6 CONCLUSÕES

Com o desenvolvimento de protótipos de produtos derivados da banana, utilizou-se a polpa da fruta de modo integral, de modo que foi empregado componentes que seriam descartados.

Não se obteve êxito na hidrólise enzimática da celulose por não haver recursos para aplicar as condições mais severas, que seriam necessárias para esta conversão.

Apesar de todos os protótipos desenvolvidos neste trabalho, não foi possível realizar análises físico-químicas, sensoriais, biológicas e alguns testes quantitativos para determinar a qualidade dos produtos desenvolvidos.

No entanto, apesar da ausência de análises laboratoriais, este trabalho revelou que o campo de aplicação da banana é amplo. O líquido extraído da banana pode ser comercializado hidrolisado, hidrolisado e caramelizado, concentrado ou não, e ser utilizado para consumo na forma de suco, coquetéis, fabricação de bolos tortas, musses, etc. A fabricação de um refrigerante de banana também parece ser viável, é refrescante e saboroso. Este mesmo extrato, se fermentado por bactérias acéticas pode gerar um saboroso vinagre ou na fermentação alcoólica e posterior destilação gera um destilado de sabor interessante. Gera também um sabor especial na fabricação do gim. Já as fibras que são extraídas no processo podem servir como fonte complementar de fibras em diversos alimentos (pães, barras de cereais), podem fazer parte de produtos cárneos reduzindo custos de fabricação e ainda trazendo benefícios como suculência e fonte de fibras, podem também ser empregadas como meios prebióticos em alimentos simbióticos melhorando a saúde intestinal dos indivíduos.

Para a continuidade da pesquisa, recomenda-se a realização das análises químicas dos destilados (concentração de cobre e componentes voláteis) e da composição da fibra da banana, bem como análises sensoriais dos protótipos desenvolvidos. Ainda assim, pode-se ampliar o espectro de aproveitamento integral de outras frutas e vegetais que são comumente desperdiçadas na cadeia produtiva. Contribuindo, assim, com o exercício criativo para produção de novos produtos alimentícios.

REFERÊNCIAS

ABIR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTES E DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS. **Todas as Bebidas Não Alcoólicas - ABIR**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://abir.org.br/o-setor/dados/x-todas-as-bebidas-nao-alcoolicas/>. Acesso em: 12 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Guia para avaliação de alegação de propriedade funcional e de saúde para substâncias bioativas presentes em alimentos e suplementos alimentares - Guia nº 55/2021** Brasília - DF: 2021. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6358888/Guia+55_2021_versão+1+de+25+11+2021.pdf/3e7d36b7-c14f-4feb-8028-041fb2fe78ac. Acesso em: 6 dez. 2021.

ALCARDE, André Ricardo. **Cachaça: ciência, tecnologia e arte**. 2. ed. São Paulo, SP: [s. n.], 2017. *E-book*.

ALMEIDA, Edmilson Igor Bernardo et al. (org.). **Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças no Maranhão: estimativas, causas, impactos e soluções**. São Luís: EDUFMA, 2020. *E-book*.

ALTENDORF, Sabine. Banana Fusarium Wilt Tropical Race 4: A mounting threat to global banana markets? *In: FOOD OUTLOOK - Biannual Report On Global Food Markets*. november, Roma, Italy: FAO, 2019. p. 13–20. *E-book*.

ALVARENGA, Leticia Mendonça; ALVARENGA, Raquel Mendonça. Avaliação Da Fermentação E Dos Compostos Secundários Em Aguardente De Banana E Manga. **J. Food Nutr.**, [s. l.], v. 24, n. 2, p. 195–201, 2013. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/195/2324>. Acesso em: 26 out. 2020.

ALVARENGA, Raquel Mendonca. **Avaliação de parâmetros da fermentação e da destilação para adequação dos teores de compostos secundários em aguardente de banana**. 157 f. 2011. - UFMG, Belo Horizonte - MG, 2011. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-8MXMYN/1/tese_raquel_alvarenga.pdf. Acesso em: 1 nov. 2020.

AMARANTE, José Osvaldo Albano do. **Os segredos do GIM**. eboo ked. São Paulo, SP: Cryon Editorial, 2016.

ANDRADE, Paulo Fernando de Souza; DERAL, Departamento de Economia Rural; SEAB. **PROGNÓSTICO 2020 FRUTICULTURA Análise da Conjuntura 1 – PANORAMA MUNDIAL**. [s. l.], n. 41, 2020. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/fruticultura_2020.pdf. Acesso em: 31 jan. 2021.

APLEVICZ, Krischina Singer *et al.* Análise Físico-Química E Sensorial De Pão Francês Com Redução De Sódio E Enriquecido Com Fibras. **Revista Da Universidade Vale Do Rio Verde**, Três corações, v. 12, p. 802–811, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5892/ruvrd.v12i2.1460>. Acesso em: 8 dez. 2021.

AQUINO, César Fernandes *et al.* Carboidratos, compostos fenólicos e atividade antioxidante em polpas e cascas de 15 cultivares de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s. l.], v. 38, n. 4, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-29452016090>. Acesso em: 5 dez. 2020.

BANANA – ICEE. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.icee.com/flavor/banana/>. Acesso em: 12 dez. 2021.

BAPTISTELLA, Celma da Silva Lago; COELHO, PauloJosé; GHOBRI, Carlos Nabil. A bananicultura no estado de São Paulo: 2014 a 2018. **Análises e Indicadores do Agronegócio**, [s. l.], v. 14, n. 10, p. 11, 2019. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=14716>. Acesso em: 6 abr. 2021.

BARROS, Anna Paula de Almeida. **Cachaça de Banana**. [S. l.: s. n.], 2007.

BORGES, Ana Lúcia *et al.* **BANANA : o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. rev. ampl. Brasília - DF: [s. n.], 2012. *E-book*.

BRASIL. **Decreto nº 6871/2009**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília: Casa Civil, 4 jun. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm. Acesso em: 31 dez. 2021.

BRASIL. **Instrução Normativa MAPA nº 15, de 31.03.2011 - DOU 1 de 01.04.2011**. O MINISTRO DE ESTADO, INTERINO, DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO: Ortolan, Milton Elias. Brasil: D.O.U., 01/04/2011 - Seção 1, 2011. p. 1–21. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/vigilancia-agropecuaria/ivegetal/bebidas-arquivos/in-no-15-de-31-de-marco-de-2011.pdf/@download/file/in-no-15-de-31-de-marco-de-2011.pdf>

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Portaria MAPA nº 121, de 12 de maio de 2021**, Brasília - DF: 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mapa-n-123-de-13-de-maio-de-2021-319830736>. Acesso em: 12 dez. 2021.

BRESSIANI, Josiane *et al.* Desperdício Alimentar X Aproveitamento Integral de Alimentos: Elaboração de Bolo de Casca de Banana. **UNICIÊNCIAS**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 39, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2017v21n1p39-44>. Acesso em: 28 jan. 2022.

CARDOSO, Marisa Helena *et al.* Efeito dos complexos enzimáticos clarificantes Clarex e CEC1-CTAA sobre a qualidade do suco de banana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s. l.], v. 34, n. 5, p. 849–854, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x1999000500016>. Acesso em: 26 out. 2020.

CARLI, Eliane De; SEIDEL, Laura. Desenvolvimento de uma barra de cereal com alto teor de fibras. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão**, São Miguel do Oeste, 2017. Disponível em: <https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/siepe/article/view/14540>. Acesso em: 13 dez. 2021.

CEASAMINAS et al, Avaliação de perdas na cadeia comercial de banana nanica, banana prata e tomate longa vida. Belo Horizonte - MG, 2008. Coordenação: Almeida, Gustavo Costa de; Silva, Tarcísio. Disponível em: http://www.ceasaminas.com.br/informacoesmercado/artigos/avaliacao_de_perdas.pdf. Acesso em: 28 jan. 2021.

CINELLI, Bernardo Alves. **Produção de etanol a partir da fermentação simultânea à hidrólise do amido granular de resíduo agroindustrial**. 2012. - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_m/BernardoAlvesCinelli.pdf. Acesso em: 28 mar. 2021.

CONSECANA. **Manual CONSECANA-SP**. Piracicaba - SP: [s. n.], 2006. Disponível em: http://www.oricana.com.br/novosite/manual_consecana.pdf. Acesso em: 31 jan. 2022.

CORRADINI, Elisângela *et al*. Estudo comparativo de amidos termoplásticos derivados do milho com diferentes teores de amilose. **Polímeros**, [s. l.], v. 15, n. 4, p. 268–273, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0104-14282005000400011>. Acesso em: 28 mar. 2021.

COSTA, Adriana Nonato Da; REZENDE, Pollyanna Ayub Ferreira de. **A modulação na microbiota intestinal através da alimentação com uso de probióticos e prebióticos-uma revisão da literatura**, 2020. - Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/14763>. Acesso em: 10 jul. 2021.

DAMHUS, Ture; KAASGAARD, Svend; OLSEN, Hans Sejr. **Enzymes at work**. Novozymes A/S, [s. l.], v. 4th, p. 76, 2013. Disponível em: http://www.novozymes.com/en/-/media/Novozymes/en/about-us/brochures/Documents/Enzymes_at_work.pdf?la=en. Acesso em: 1 nov. 2020.

DUTCOSKY, Sílvia Deboni. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4. ed. Curitiba - PR: [s. n.], 2013.

DUTRA, Juliete Martins. **Produção e caracterização físico-química e microbiológica do vinagre de jambolão (*Syzygium cumini*)**. 2021. - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO-campus Rio Verde, Rio Verde - GO, 2021. Disponível em: [https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1883/1/Dissertação_Mestrado%28Juliete Martins Dutra%29.pdf](https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1883/1/Dissertação_Mestrado%28Juliete%20Martins%20Dutra%29.pdf). Acesso em: 13 dez. 2021.

FAO. Probióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación ESTUDIO FAO ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN. **ESTUDIO FAO ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN**, [s. l.], n. 85, 2006. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a0512s/a0512s.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2021.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **What do you want to know?**. [S. l.], 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/fao-stories/article/en/c/1264748/>. Acesso em: 7 mar. 2021.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT**. [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acesso em: 7 fev. 2021.

FARIAS, Thaísa Gabriela Silva de *et al.* ALIMENTOS SIMBIÓTICOS: uso da co-encapsulação como forma de veiculação de probióticos e prebióticos. *In*: VERRUCK, Silvani (org.). **AVANÇOS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. 1. ed. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2021. v. 4, p. 39–58. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/210303529>. Acesso em: 5 jul. 2021.

FILGUEIRAS, Isabel. **Gin vira febre no Brasil. Por quê?**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/mercados/renda-variavel/empresas/noticia/2019/07/27/gin-vira-febre-no-brasil-por-que.ghtml>. Acesso em: 31 dez. 2021.

FROZZA, J. *et al.* Pizza Enriquecida Com Fibras Para Pessoas Com Diverticulose. **Visão Acadêmica**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 1–7, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/acd.v3i2.507>

GASPAROTTO, Luadir *et al.* **Fusarium oxysporum f. sp. cubense raça 4 tropical Perigo para a bananicultura nacional**. Manaus, AM: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1128453/fusarium-oxysporum-f-sp-cubense-raca-4-tropical-perigo-para-a-bananicultura-nacional>. Acesso em: 5 dez. 2021.

GONÇALVES, Mariane Pravato Munhoz. **Avaliação bromatológica, sensorial e aceitabilidade de hambúrgueres de carne bovina e de frango enriquecidos com ingredientes funcionais**. 50 il f. 2018. - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”, Araçatuba - SP, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/153955/goncalves_mpm_me_araca_int.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 13 dez. 2021.

GONDIM, Jussara A. Melo *et al.* Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 25, n. 4, p. 825–827, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612005000400032>. Acesso em: 8 fev. 2021.

GUTKOSKI, Luiz Carlos *et al.* Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 27, n. 2, p. 355–363, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000200025>. Acesso em: 13 dez. 2021.

HURTADO, Daiane Cristina; CALLIARI, Caroline Maria. Fibras alimentares no controle da obesidade. **Instituto de Ensino Superior de Londrina – INESUL**, Londrina, v. 14, 2010. Disponível em: https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-idvol_14_1310672074.pdf. Acesso em: 27 out. 2021.

I-CEE BANANA - gold quality award 2019 from monde selection. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.monde-selection.com/pt/product/i-cee-banana/>. Acesso em: 12 dez. 2021.

LARA, Carla Alves. **Produção Da Aguardente De Banana: Emprego De Enzimas Pectinolíticas E Efeito De Fontes De Nitrogênio E Quantidade De Inóculo Na Formação De Álcoois Superiores**. 77 f. 2007. [s. l.], 2007.

LOPES, Auxiliadora Cristina Correa Barata *et al.* Caracterização química e comparação entre hambúrguer artesanal e o industrializado. *In: ACTA TECNOLÓGICA*. [S. l.: s. n.], 2021. v. 16, p. 73–86. Disponível em: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.35818/acta.v16i1.952>. Acesso em: 13 dez. 2021.

MADEIRA, Ana Carolina dos Santos. **Valor percebido pelos consumidores nos atributos de bebidas não alcoólicas**. 2019. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/215123/001119033.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 12 dez. 2021.

MARÍN-VELÁZQUEZ, María. Polifenoles y actividad antioxidante de extracto acuoso de *Musa acuminata Cavendish Subgroup (BANANA)*. **Ciencia e Investigación**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 9–14, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15381/ci.v23i1.18717>

MATOS, Mara Eli de. **Produção de aguardente de banana por leveduras isoladas e selecionadas para síntese de compostos voláteis característicos do aroma natural de banana**. 176 f. 2015. - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba - PR, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/42360>. Acesso em: 14 dez. 2021.

MATTOS, Lúcia Leal De; MARTINS, Ignez Salas. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, SP, v. 34, n. 1, p. 50–55, 2000. Disponível em: www.fsp.usp.br/rsp. Acesso em: 27 out. 2021.

MELO, CELMA DE CÁSSIA ROCHA. **Perdas pós-colheita de bananas ‘prata-anã’ na propriedade rural e no mercado varejista: um estudo de caso**. 2013. - Universidade Federal de Viçosa, [s. l.], 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/1224>. Acesso em: 26 out. 2020.

MITTO BRASIL - desfrute do melhor. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.mittobrasil.com.br/>. Acesso em: 8 dez. 2021.

MOSCATTO, Janaína Andréa; PRUDÊNCIO-FERREIRA, Sandra H.; HAULY, Maria Célia Oliveira. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 634–640, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612004000400026>. Acesso em: 31 dez. 2021.

MOURÃO, Luísa Helena Ellery *et al.* Obtenção de barras de cereais de caju ameixa com alto teor de fibras. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 427–433, 2009. Disponível em: <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/view/1144/839>. Acesso em: 13 dez. 2021.

NASCIMENTO FILHO, Wilson B. do; FRANCO, Carlos Ramon. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil.

Revista Virtual de Química, [s. l.], v. 7, n. 6, p. 1968–1987, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150116>. Acesso em: 8 fev. 2021.

NEPA – UNICAMP. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO**. Campinas – SP: [s. n.], 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10298-005-0086-x>. Acesso em: 2 fev. 2021.

NEVES, GLENDA ANTONIA DA ROCHA. **Desenvolvimento de vinagre a partir de frutos de caju-árvore-do-cerrado e sua aplicação em bebidas mistas**. 2020. - UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, Goiânia, 2020. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/71/o/TESE_Glenda.pdf. Acesso em: 13 dez. 2021.

NOVOZYMES. **Novozymes**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://biosolutions.novozymes.com/>. Acesso em: 14 mar. 2021.

NUNES, T S; FINZER, J R D. Estudos da produção de etanol anidro por destilação azeotrópica, extrativa e adsorção. *In:* , 2019, Uberlândia - MG. **Congresso Brasileiro de Engenharia química em iniciação científica**. Uberlândia - MG: [s. n.], 2019. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobecic2019/SOCP5.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2021.

OLIVEIRA, Maria Carolina Françolin; PANDOLFI, Marcos Alberto Claudio. Estudo Bibliográfico. **Revista Interface Tecnológica**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 797–806, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.31510/infa.v17i1.841>. Acesso em: 26 out. 2020.

PIRACICABA ENGENHARIA. **Resumo das fórmulas de rendimentos e eficiência utilizadas na indústria açucareira do brasil**. [S. l.], 2014. Disponível em: <https://www.piracicabaengenharia.com.br/resumo-das-formulas-de-rendimentos-e-eficiencia-utilizadas-na-industria-acucareira/>. Acesso em: 17 out. 2021.

PITARELO, Ana Paula *et al.* Efeito do teor de umidade sobre o pré-tratamento a vapor e a hidrólise enzimática do bagaço de cana-de-açúcar. **Química Nova**, Curitiba, PR, v. 35, n. 8, p. 1502–1509, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-40422012000800003>. Acesso em: 24 jan. 2021.

RAMOS, Luiz Pereira. The chemistry involved in the steam treatment of lignocellulosic materials. **Quim. Nova**, Curitiba - PR, v. 26, n. 6, p. 863–871, 2003. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol26No6_863_14-RV02170.pdf. Acesso em: 23 jan. 2021.

REFOSCO, Eduarda Kaczuk *et al.* Compostos fenólicos na alimentação e seus benefícios para a saúde: uma revisão de literatura. **Ciência Atual – Revista Científica Multidisciplinar da Faculdade São José**, Rio de Janeiro, RJ, v. 13, n. 2317–1499, 2019. Disponível em: <https://revista.saojose.br/index.php/cafsj/article/view/330>. Acesso em: 31 jan. 2022.

ROCHA, A. L. B. *et al.* Fatores Que Afetam a Formação De Cor Durante Armazenamento De Açúcar Cristal Branco. **Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química 2014**, Campinas, Galoá, p. 4818–4825, 2014. Disponível em:

<https://doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-1643-18254-148334>. Acesso em: 8 dez. 2021.

SAAD, Susana Marta Isay. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [s. l.], v. 42, n. 1, p. 1–16, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1516-93322006000100002>. Acesso em: 5 jul. 2021.

SALES, Sofia. **Surgimento do pão**. 2010. - Escola Superior de Educação de Bragança, Bragança, 2010. Disponível em: [https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4297/1/O culto d...pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/4297/1/O%20culto%20d...pdf). Acesso em: 13 dez. 2021.

SANDERS, Mary Ellen. Probiotics: Considerations for Human Health. **Nutrition Reviews**, [s. l.], v. 61, n. 3, p. 91–99, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1301/NR.2003.MARR.91-99>. Acesso em: 31 out. 2021.

SANTOS, Aline Bravim *et al.* Study of the consumers of ready-to-drink juices and fruit nectars. **Food Science and Technology**, Campinas – SP, v. 38, n. 3, p. 504–512, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-457x.09417>. Acesso em: 9 dez. 2021.

SCHÄFER, Thomas *et al.* Enzymes for Technical Applications. **Biopolymers**, [s. l.], v. 07, p. 377–387, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/3527600035.bpol7013>. Acesso em: 1 nov. 2020.

SEABRA, Larissa Mont’Alverne Jucá *et al.* Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 245–248, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612002000300008>. Acesso em: 31 dez. 2021.

SILVA, Roberto Da; FRANCO, Célia M.L.; GOMES, Eleni. Pectinases, hemicelulases e celulases, ação, produção e aplicação no processamento de alimentos: revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos**, [s. l.], v. 31, p. 249–260, 1997.

SILVA, Arthur Paron de *et al.* Composição química de aguardente de cana obtida por diferentes métodos de destilação. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s. l.], v. 23, p. 1–11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.30818>. Acesso em: 16 out. 2020.

SILVA, Adriana Rayana da; DINIZ, Kristiany Moreira. **Biomassa da banana verde como ingrediente na elaboração de empanado de frango**. 43 f. 2016. - UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Londrina, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/9788580392722-13>. Acesso em: 31 dez. 2021.

SZABATURA, Taísa. O triunfo do gim. **ISTOÉ Independente**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://istoe.com.br/o-triunfo-do-gim/>. Acesso em: 31 dez. 2021.

TEIXEIRA, AMITO JOSÉ. **Aplicação de celulases e pectinases na hidrólise de resíduos lignocelulósicos**. 136 f. 2016. - UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES URI - campus Erechim, Erechim, RS - BRASIL, 2016. Disponível em:

https://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/3103.pdf. Acesso em: 29 mar. 2021.

TEIXEIRA, LUCIANO JOSÉ QUINTÃO *et al.* Avaliação Tecnológica Da Extração Alcoólica No Processamento De Licor De Banana. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [s. l.], v. 23, n. 2, p. 329–346, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/cep.v23i2.4482>. Acesso em: 26 out. 2020.

TEODORO, Nelcirene Ximenes *et al.* Aplicação da biotecnologia na produção e desenvolvimento de alimentos funcionais: uma revisão. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 37, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/bceppa.v1i1.53060>. Acesso em: 10 jul. 2021.

TETRA PAK. Insights and opportunities in 100% juice. A global view. **THE TETRA PAK INDEX**, [s. l.], n. 9, 2016. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/content/dam/tetrapak/publicweb/gb/en/about/documents/juice-index-2016.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021.

VALLE, Heloisa de freitas; CAMARGOS, Marcia. **Yes, nós temos BANANAS**. 3. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019.

VIANA, Fernando Luiz E. Indústria de bebidas não alcoólicas. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, v. 86, 2019. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/362/3/2019_CDS_86.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021.