



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
Coordenação do Curso de Química Licenciatura
Trabalho de Conclusão de Curso – TCC**

INGRID CAROLINE COSTA DA SILVA

**PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE VINAGRE ARTESANAL DA CASCA DE
ABACAXI "TURIAÇU" PROVENIENTE DO MUNICÍPIO DE TURIAÇU - MA**



SÃO LUÍS- MA
2018

INGRID CAROLINE COSTA DA SILVA

**PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE VINAGRE ARTESANAL DA CASCA DE
ABACAXI "TURIAÇU" PROVENIENTE DO MUNICÍPIO DE TURIAÇU - MA**

Monografia apresentada ao Curso de Química com
Habilitação em Química Licenciatura da
Universidade Federal do Maranhão para obtenção
do grau de Licenciado em Química Licenciatura.

Orientadora: Prof^a Dr^a Djavania Azevêdo da Luz

SÃO LUÍS- MA

2018

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

COSTA DA SILVA, INGRID CAROLINE.
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE VINAGRE ARTESANAL DA CASCA
DE ABACAXI "TURIAÇU" PROVENIENTE DO MUNICÍPIO DE TURIAÇU -
MA / INGRID CAROLINE COSTA DA SILVA. - 2018.
49 p.

Orientador(a): Djavania Azevêdo da Luz.
Monografia (Graduação) - Curso de Química, Universidade
Federal do Maranhão, SÃO LUIS-MA, 2018.

1. Cascas de frutas de abacaxi Turiaçu. 2.
Reaproveitamento. 3. Vinagres. I. Azevêdo da Luz,
Djavaniana. II. Título.

INGRID CAROLINE COSTA DA SILVA

**PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE VINAGRE ARTESANAL DA CASCA DE
ABACAXI "TURIAÇU" PROVENIENTE DO MUNICÍPIO DE TURIAÇU - MA**

Monografia apresentada ao Curso de Química com
Habilitação em Química Licenciatura da Universidade
Federal do Maranhão para obtenção do grau de
Licenciado em Química Licenciatura.

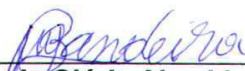
Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Djavania Azevêdo da Luz

Aprovada em: 17 / 12 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Djavania Azevêdo da Luz
Universidade Federal do Maranhão – DETEQUI



Prof.^a Dr.^a Maria da Glória Almeida Bandeira
Universidade Federal do Maranhão – DETEQUI



Prof.^a Dr.^a Janyeid Karla Castro Sousa
Universidade Federal do Maranhão – BICT

À minha família, pais e irmãs, que me apoiaram em todos os momentos, dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus, porque sem ele nada do que foi feito se fez.

À minha família, meu pai Adiel e grande amigo, minha mãe Celina, mulher que amo com todas as minhas forças, minha irmã Indira que mora no meu coração, minha irmãzinha Luiza que amo como se fosse minha filha.

À UFMA por me levar a níveis mais altos no quesito conhecimento, à minha orientadora Profa. Djavania Luz, que aceitou-me como orientanda, mesmo tudo mostrando que não daria certo pelo curto tempo que eu tinha, que Deus lhe abençoe sempre.

As minhas amigas, Jô que sempre me apoiou, Elanira que me ajudou em muitos momentos, às minhas colegas Vivia, Erica, Evllen que me ajudaram demais, serei sempre muito grata.

À minha supervisora Ermiliane Lopes que me ajudou na hora certa, obrigada por contribuir para a realização desse sonho, serei sempre grata.

“Se a educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela, tampouco, a sociedade muda”. (Paulo Freire)

RESUMO

Elaborou-se um vinagre artesanal de cascas de abacaxi “Turiaçu”, proveniente do município de Turiaçu – MA visando dá uma alternativa sustentável e economicamente viável a fim de garantir uma renda econômica extra para os cultivadores desta fruta neste município e cidades ribeirinhas que sobrevivem desta cultura agrícola. Foram elaborados três formulações de vinagres artesanais utilizando somente as cascas do abacaxi “Turiaçu” (duas usando cascas inteiras e uma com cascas trituradas), além de água e adição de açúcar ou não, para cada formulação. Dos vinagres produzidos foram avaliadas as características físico-químicas (acidez % (p/v), teor alcoólico % (v/v), extrato seco (g/L), densidade relativa e pH). Os valores encontrados foram satisfatórios nas 3 amostras distintas preparadas, o diferencial entres as amostras 1, 2 e 3 foi a concentração de ácido acético, pois, somente a amostra 1 apresentou valor que condiz coma legislação aceitável que é de no mínimo 4%, as outras duas amostras (2 e 3) ficaram aquém no quesito ácido acético, provavelmente porque precisariam de mais tempo para o término da etapa de fermentação. Algo que não era o foco do trabalho, pois se buscou elaborar formulações com o mesmo tempo de fermentação e assim fazer o estudo comparativo. Desta maneira, concluiu-se que o vinagre produzido com cascas de abacaxi inteiras, água e adição de açúcar (amostra 1) apresentou valores compatíveis com a legislação vigente, podendo assim ser produzido como alternativa e fonte de renda para a comunidade local, pois, desenvolver um novo produto à partir de uma matéria prima inaproveitável é de grande incentivo para o crescimento econômico e sustentável do Estado do Maranhão. No entanto, se reconhece que alguns ajustes ainda precisarão ser feitos nestas formulações para que se tenha um vinagre com características melhores

Palavras-chave: vinagres, cascas de frutas de abacaxi “Turiaçu”, reaproveitamento.

ABSTRACT

A "Turiáçu" artisanal pineapple vinegar was produced from the municipality of Turiáçu - MA aiming at providing a sustainable and economically viable alternative in order to guarantee an extra economic income for the growers of this fruit in this municipality and riverside towns that survive this agricultural culture. Three formulations of artisanal vinegars were made using only the "Turiáçu" pineapple peels (two using whole peels and one with crushed peels), besides water and sugar addition or not, for each formulation. The percentage of vinegars produced was determined by physical-chemical characteristics (% w / v%), alcohol content (v / v), dry extract (g / L), relative density and pH. The values found were satisfactory in the 3 different samples prepared, the difference between samples 1, 2 and 3 was the acetic acid concentration, since only sample 1 presented a value that complies with acceptable legislation that is at least 4% the other two samples (2 and 3) fell short of acetic acid, probably because they would require more time to complete the fermentation step. Something that was not the focus of the work, because it was tried to elaborate formulations with the same time of fermentation and thus to make the comparative study. In this way, it was concluded that vinegar produced with whole pineapple peels, water and sugar addition (sample 1) presented values compatible with the current legislation, and can thus be produced as an alternative and source of income for the local community, developing a new product from an unusable raw material is a great incentive for the economic and sustainable growth of the State of Maranhão. However, it is recognized that some adjustments still need to be made in these formulations to have a vinegar with better characteristics.

Keywords: vinegars, pineapplefruitpeels "Turiáçu", reuse.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Abacaxizeiro.....	18
FIGURA 2	Mapa com localização do município de Turiaçu-MA.....	20
FIGURA 3	Processo de fermentação alcoólica das cascas de abacaxi.....	31
FIGURA 4	Formação da mãe do vinagre durante processo de fermentação acética.....	36
FIGURA 5	Amostras depois do processo de pasteurização.....	36
FIGURA 6	Análises microbiológicas das amostras.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Parâmetros do fermentado acético de frutas.....	22
TABELA 2	Resultado de concentração de álcool após fermentação acética.....	35
TABELA 3	Concentração de ácido acético dos formulados x legislação.....	39

LISTA DE EQUAÇÕES

Porcentagem de extrato seco (Equação 1)	32
Cálculo da acidez (Equação 2)	32
Determinação da acidez fixa (Equação 3)	33

LISTA DE SIMBOLOS

$C_6H_{12}O_6$ - Glicose

CH_3CH_2OH - Álcool Etílico

CO_2 - Gás Carbônico

C_2H_5OH - Álcool Etílico

O_2 - Gás Oxigênio

CH_3COOH - Ácido Acético

H_2O - Água

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1 O Abacaxi	18
2.2. Vinagre: História e Mercados	20
2.3. Fermentação Alcoólica	23
2.4. Fermentação Acética	23
2.5. Pasteurização	25
2.6. Caracterização Físico-Química Do Vinagre.....	26
2.6.1.Ácido acético.....	26
2.6.2.Álcool etílico	26
2.6.3. Extrato seco	27
3. OBJETIVOS	27
3.1. Objetivo Geral	27
3.2. Objetivos Específicos	27
4. MATERIAIS E MÉTODO	28
4.1. Reagentes, Materiais, Vidrarias e Equipamentos.....	28
4.2. Coleta das Amostras	29
4.3 Preparo de vinagres artesanais de abacaxi "Turiaçu"	29
4.3.1 Pasteurização	31
4.4. Caracterização físico-química do vinagre artesanal de abacaxi "Turiaçu.	31
4.4.1 Determinação do pH.....	31
4.4.2 Densidade relativa a 20°C e grau alcoólico	32
4.4.3 Extrato seco	32
4.4.4 Determinação do teor de ácido acético do vinagre por titulometria	32
4.4.4.1. Determinação de acidez total	32
4.4.4.2 Determinação da acidez fixa	33
4.4.4.3 Determinação da acidez volátil.....	34
4.4.5 Determinação de Coliformes totais e termotolerantes	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1. Fermentação alcóolica	34

5.2. Fermentação acética	35
5.3 Pasteurização	36
5.4 Análises Físico-Químicas E Microbiológicas	37
5.4.1 pH	37
5.4.2. Densidade relativa a 20°C e grau alcoólico.....	37
5.4.3. Extrato seco total	38
5.4.4. Acidez volátil	39
5.4.5. Coliformes totais e termotolerantes	40
6. CONCLUSÃO.....	41
7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1. INTRODUÇÃO

O vinagre é um alimento milenar, há 5000 anos atrás os egípcios, babilônios, indianos, persas e gregos já conheciam a arte de fabricação e a versatilidade do vinagre. No Brasil é um produto que apresenta um mercado sólido, considerado um produto básico na culinária brasileira, além de ser utilizado como conservante ou como sanitizante, devido a sua ação bactericida (BRASIL, 2012).

O regulamento técnico de padrões de identidade e qualidade, diz que o vinagre é um produto obtido da fermentação acética de vinhos de frutas, de cereais, do mel, da mistura de vegetais, ou ainda da mistura hidro alcoólica adicionada de partes de vegetais, extratos vegetais aromáticos, aromas naturais e condimentos (BRASIL, 2012). Permitindo-se no máximo 1,00 % (v/v) de etanol em uma temperatura de 20°C e no mínimo 4,00 % de acidez volátil (BRASIL, 2010).

Na indústria, a extração do suco das frutas geram quantidades significativas de resíduos popularmente conhecidos como bagaço. Estes resíduos são aproveitados na suplementação da alimentação animal ou despejados em lixões, ocasionando problemas ambientais e de saúde pública, devido a deterioração e mal cheiro, ocorre a proliferação de insetos e roedores. Uma vez que o volume representa inúmeras toneladas, agregar valor a estes subprodutos é de interesse econômico, social, científico e tecnológico (C.E. DE FARIAS SILVA *et al*, 2016).

Vinagres oriundos da fermentação de frutas possuem características oxidantes, que retardam o envelhecimento, são considerados superiores em qualidades sensoriais e nutritivas em comparação aos vinagres de álcool e vinho, além de apresentarem vitaminas, ácidos orgânicos, proteínas e aminoácidos provenientes do fruto e da fermentação alcoólica (AQUARONE, 1990). A casca do abacaxi tem grande potencial de aproveitamento, por sua carga nutricional, como: açúcares, vitaminas, sais minerais e fibras (EMBRAPA, 2018).

O Maranhão ocupa a quinta posição em produção e área de abacaxi no Nordeste, com 1.218 ha, representando 5,4% da área do Nordeste, que por sua vez responde por 37,2% da área cultivada no País. O rendimento médio da cultura no Estado é de 19.445 kg ha⁻¹, contra 27.014 kg ha⁻¹ do Nordeste e de 29.456 kg ha⁻¹ da Paraíba, atualmente o maior produtor nacional. No Maranhão, a Mesorregião Central

é a mais tradicional no cultivo do abacaxi, com destaque para a cultivar 'Pérola', onde os municípios de São Domingos do Maranhão (808 ha), Tuntum (45 ha) e Grajaú (30 ha) respondem, juntos, por 70,2% da área cultivada no Estado (IBGE, 2010).

Porém, tem crescido a exploração da cultivar 'Turiaçu', concentrada no município de Turiaçu, com área atual de 149 ha (12,0% do total), sendo este o segundo maior produtor estadual. Os frutos da referida cultivar são muito apreciados, devido ao elevado teor de açúcares, peso médio e polpa amarela, cultivada com técnicas rústicas e tradicionais, em que predomina o plantio sem espaçamento definido, normalmente com frutos em elevado estágio de maturação (ARAÚJO, 2012).

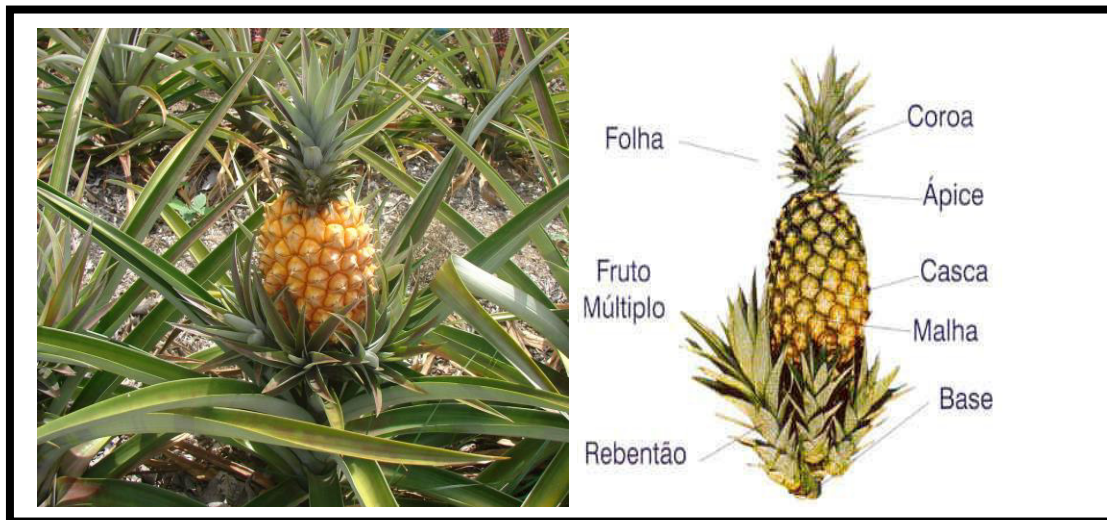
A polpa do abacaxi é muito apreciada, porém a casca normalmente é descartada nos lixos, pensando em uma alternativa sustentável para não haver desperdícios, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de um vinagre artesanal de cascas de abacaxi "Turiaçu" agregando, assim valor econômico a um insumo que seria rejeitado, sendo um produto com características organolépticas exóticas, com bom valor nutricional e matéria prima extraída do próprio Estado do Maranhão.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O Abacaxi

O abacaxizeiro, figura 1 é uma planta semi perene, podendo alcançar um metro de altura na fase adulta, é constituído de raízes, talo, folhas, frutos e mudas. Constituído com sistema radicular fibroso, do tipo fasciculado, é superficial, com a maior parte das raízes nos primeiros 15 cm a 30 cm de solo, dificilmente alcançando profundidade maior que 60 cm de profundidade. O talo apresenta o formato de uma clava, relativamente curta e grossa. A planta é composta por uma haste central curta e espessa, na qual crescem em torno folhas em forma de calha (LIMA, 2011), estreitas e rígidas, e na qual também se inserem raízes axilares (A.P.A. PEREIRA, 2013).

FIGURA 1 Abacaxizeiro



Fonte: Google imagens, 2018

O abacaxizeiro é uma planta oriunda do continente americano, podendo ser encontrada desde a América Central até o norte da Argentina. Segundo Simão (1998), originou-se no Brasil, de onde se disseminou para as demais regiões. As principais cultivares de abacaxi exploradas em todo o mundo são: “Smooth Cayenne”, “Singapore Spanish”, “Queen”, “Red Spanish”, “Pérola” e “Perolera”, Primavera, Quinari (SNG-2), cabeça de onça (RBR-2), Branco (RBR-1), sendo que as cultivares “Smooth Cayenne” e “Pérola” lideram o mercado brasileiro. A primeira é bastante explorada no Triângulo Mineiro, enquanto que a cultivar “Pérola” é cultivada

nas regiões Norte e Nordeste, principalmente na Paraíba e no Estado do Pará (A.P.A. PEREIRA, 2013 e GONÇALVES, 2000).

Os frutos “Pérola” possuem polpa suculenta e saborosa colocando-a em vantagem em relação ao consumo *in natura* no mercado interno. Características que lhes conferem lugar privilegiado no mercado internacional, devido sua grande apreciação em países da sul-americanos e europeus. Em relação às características químicas do abacaxi, tem-se dentre os componentes químicos do fruto, a presença de açúcares e ácidos. Dos açúcares, destaca-se a sacarose, com teores variando de 5,9% a 12%, o que representa, nos frutos maduros, 66% dos açúcares solúveis totais, em média. Também estão presentes glicose e a frutose, com conteúdo nas faixas de 1,0 % a 3,2% e 0,6% a 2,3% (GONÇALVES, 2000).

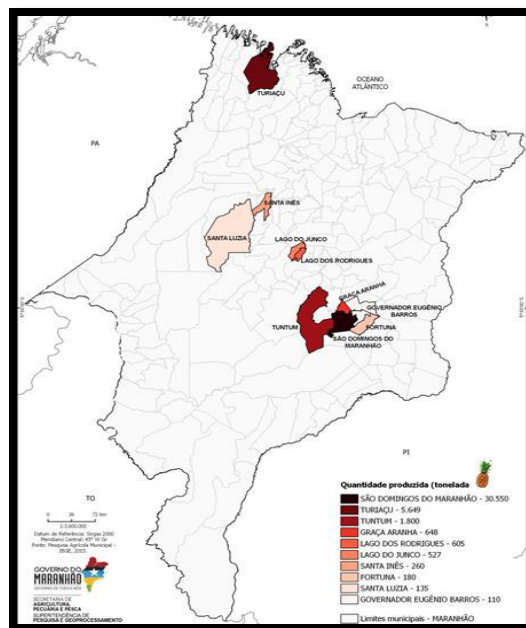
A acidez do abacaxi provem dos ácidos cítrico e málico, que contribuem, respectivamente, com 80 e 20% da acidez total. No interior do fruto, a acidez aumenta da região basal para a apical, acompanhando o gradiente de maturação. Observa-se que a acidez é muito mais acentuada na região próxima à casca quando comparada à do cilindro central (BROTEL, 1994). A composição química do abacaxi pode apresentar variações também entre cultivares, diferindo ainda entre secções de um mesmo fruto, devido a diversos fatores, dentre eles, o grau de maturação, os fatores climáticos locais e nutrição mineral aplicada em campo durante o cultivo.

Os teores de minerais dos frutos são muito dependentes de condições de solo e adubações. Entre os minerais sobressai o potássio, com valores médios de 141 mg/ 100 ml e 142 mg/100 ml. Os teores desse mineral são muito variáveis e estão na faixa de 11 mg/ 100ml a 330 mg/100 ml de polpa (GONÇALVES, 2000).

No Estado do Maranhão, visando expandir a produção de frutos de alta qualidade para o mercado consumidor, foi desenvolvido o abacaxi da cultivar Turiaçu [*Ananas comosus* var. *comosus* (L.) Merrill]. O fruto desse cultivar é um dos mais apreciados e vendidos no Maranhão, devido a sua agradável palatabilidade e rapidez no cultivo. Esta cultivar, que recebeu o nome de Turiaçu, em homenagem ao local onde é cultivado, é originário da região do Estado do Maranhão denominada Alto Turi, na Microrregião do Gurupi, onde se situa o município de Turiaçu com coordenadas geográficas de latitude 01°39'48"S e longitude 45°22'18"W segundo mostra a figura 2, caracterizado por apresentar clima tropical semi-úmido, o

município possui uma faixa de temperatura anual entre 26° e 27°C. Foi domesticada por indígenas e posteriormente propagada por pequenos agricultores locais. Caracteriza-se por apresentar folhas espinhosas e de coloração verde, além de conter baixo teor de acidez, elevado teor de açúcares e polpa amarela que atendem às exigências comerciais (ARAÚJO, 2012).

FIGURA 2. Mapa com localização do município de Turiaçu - MA



Fonte: IBGE/2015

2.2. Vinagre: História e Mercados

O vinagre, assim como o vinho, é reputado desde os tempos antigos. O seu nome provém do francês *“vinaigre”*, que significa “vinho azedo”, intitulado assim no século XIX, devido o vinagre ser derivado da acetificação espontânea do vinho (TESFAYE, 2002). Vale lembrar que o vinagre não era obtido somente de vinho, mas de cervejas deixadas ao ar, formando-se um produto por fermentação espontânea (AQUARONE, 2001).

Atualmente denomina-se “vinagre” todos os produtos oriundos da fermentação acética de diversos substratos alcoólicos, adicionado ao nome do vinagre o nome do substrato correspondente. É imprescindível que os vinagres contenham frações determinadas de ácido acético, podem apresentar ingredientes

opcionais como: ervas, especiarias, sal dentre outros ingredientes, em quantidades suficientes para conferir um aroma e sabor peculiares (BRASIL, 2012 e BRASIL, 2014).

De acordo com o Decreto n.º 6.871 (BRASIL, 2009) que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, o fermentado acético, também denominado vinagre, pode ser estipulado como produto com acidez volátil mínima de 4 g.mL⁻¹, expressa em ácido acético, obtido da fermentação acética do fermentado alcoólico de mosto oriundo de frutas, cereais, outros vegetais, mel, mistura de vegetais, mistura hidro alcoólica, podendo ser adicionado opcionalmente de vegetal, partes de vegetal, de extrato vegetal aromático, de suco, de aroma natural, de condimento ou da mistura de um ou mais destes produtos já definidos como opcionais (FIGUEREDO, 2014).

O homem utiliza o vinagre desde a antiguidade (EMBRAPA, 2008). Como condimento, atribui gosto e aroma a certos alimentos, tornando-os mais saborosos e menos fibrosos, a exemplo de saladas e maioneses. Em outros alimentos, também age como conservante, contra fungos (bolor) em pães, panetões e biscoitos, e agente de amaciamento, como acontece nas carnes temperadas e legumes em conserva. Além de desempenhar função como agente de limpeza, em materiais metálicos (prata, alumínio, latão) com a finalidade de clareá-los (JOHNSTON, 2005). Devido ser uma solução econômica e de fácil acesso, é utilizado também como antisséptico, na cura de feridas e úlceras, devido a sua propriedade desinfetante e anti-inflamatória, na preparação de soluções medicamentosas (vinagre canforado para dores musculares, contusões e distensões, solução para gargarejos em casos de infecções da boca e garganta) e, ainda, como solução espermicida, germicida, inseticida e solvente, além de neutralizador de odores (AQUARONE, 2001) apresenta efeitos fisiológicos, regulando a glicose sanguínea (JOHNSTON, 2005), controlando a pressão arterial, auxiliando a digestão, estimulando o apetite e promoção da absorção de cálcio (XU, 2007).

O vinagre atuou pela primeira vez como desinfetante na Europa, durante as epidemias de cólera, onde o ministério da saúde aconselhou as pessoas a lavarem todas as frutas e hortaliças que fossem consumir com vinagre. Além de apresentar ação antisséptica contra a cólera, o vinagre também tem ação à *Salmonella* spp. e

outros patógenos do intestino, que causam infecções e epidemias (EMBRAPA, 2008).

Por conservarem o sabor e aroma da matéria-prima que lhes deram origem, os vinagres de frutas apresentam resultados bem mais satisfatórios com relação a qualidade sensorial e nutritiva pois são ricos em vitaminas, ácidos orgânicos, proteínas e aminoácidos (ARAUJO, 2012). Além do gosto picante dado pelo ácido acético que, juntamente com os ésteres formados durante o envelhecimento, serão responsáveis pelo seu buquê (JOHNSTON, 2005 e SACHS, 2001). O vinagre produzido através de fermentados de frutas é um produto que atinge, dependendo da produção e matéria prima que lhe deu origem, alto grau de apreciação entre os consumidores (JOHNSTON, 2005 e ZILIOLI, 2011).

Segundo Pedroso (2003) a fermentação alcoólica seguida da acética ocorre espontaneamente sobre qualquer substrato açucarado exposto ao pó e aos insetos que transportam leveduras e bactérias. A obtenção de um vinagre de qualidade depende de alguns fatores, dentre eles, a linhagem e a seleção do micro-organismo; a matéria-prima utilizada; a concentração do álcool; a temperatura de fermentação; a quantidade de oxigênio; o pH ótimo entre 5 e 6; a maturação e a conservação; além da clarificação, envase e pasteurização (AQUARONE, 2001). A Tabela 1 apresenta os parâmetros que os fermentados acéticos obtidos a partir de frutas devem apresentar

TABELA 1 Parâmetros do fermentado acético de frutas

PARÂMETROS	VALOR	
	MÍNIMO	MAXIMO
Acidez volátil em ácido acético (g/100ml)	4	-
Alcool (% v/v) a 20°C	-	1,00
Cinzas (g/l)	1,00	5,00
Extrato seco reduzido (g/l)	6,00	-
Sulfatos, expressos em g/l de sulfato de potássio	-	1,00
Aspecto	Ausência de elementos estranhos à sua natureza e composição	
Cheiro	Característico	
Sabor	Ácido	-
Cor	De acordo com a matéria-prima de origem e composição	

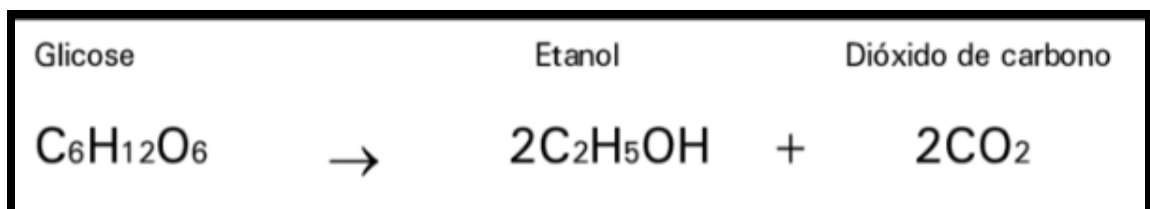
Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2012)

2.3. Fermentação Alcoólica

Segundo Siepmann (2015), a fermentação alcoólica é a transformação anaeróbia de açúcares, principalmente da glicose e da frutose em etanol e dióxido de carbono, produzindo líquidos ligeiramente alcoólicos denominados de “vinho”. Segundo Aquarone (2001) neste tipo de fermentação ocorre uma reação exotérmica onde, temperaturas em torno de 25 a 30°C contribuem para que ocorra menor perda de álcool e também um maior rendimento de álcool, devido à fermentação ocorrer de forma mais completa. Este processo é realizado por leveduras e também por algumas bactérias. Trata-se de um processo muito complexo ao mesmo tempo em que esta reação prossegue outros processos bioquímicos e físico-químicos ocorrem, resultando na produção de etanol e outros compostos tais como, alcoóis superiores, ésteres, glicerol, ácido succínico, diacetil, acetoína e 2,3-butanodiol (SIEPMANN, 2015 e ZAMOR, 2009).

No processo produtivo do vinagre a fermentação alcoólica pode ocorrer de duas formas distintas; a espontânea, que ocorre pela ação das bactérias e/ou leveduras presentes no substrato e no meio; ou por meio da adição controlada das mesmas (SIEPMANN, 2015 e PRETORIUS, 2000). No processo de fermentação etanólica, os açúcares são transformados em etanol e gás carbônico em proporções equimolares, conforme a equação de Gay-Lussac.

REAÇÃO 1: Formação de álcool etílico



Fonte: Google imagens

2.4. Fermentação Acética

O primeiro processo de acetificação surgiu no Egito (8000 A.C.) caracterizado pelo abandono do vinho em contato com oxigênio. Depois de no século XIV ter

surgido em Orleães (França) um processo tradicional bastante mais sofisticado (Método *Orleans*, Lento ou Francês), foi no século XVIII, na Holanda, que melhorou a produção vinagreira. No século XIX, Scutzenbach adaptou o método holandês industrializando a produção de vinagre, surgindo assim o Método Rápido ou Alemão (LARANJEIRA, 2014 e COSTA, 2014). O método mais recente é o método formulado pela empresa alemã Heinrich Frings já no século XXI, método sofisticado se comparado aos anteriores (LARANJEIRA, 2014; MAS, 2014 e COSTA, 2014).

REAÇÃO 2: Reação de acetificação



Fonte: Google imagens

A fermentação acética consiste, na transformação do etanol (álcool etílico) em ácido acético por meio de bactérias acéticas conforme reação 2. Segundo Hoffmann (2006) as bactérias acéticas fazem parte de um grupo de micro-organismos de amplo interesse econômico, tanto em função da produção do ácido acético, quanto pelas alterações provocadas em alimentos e bebidas. Dentre as espécies de bactérias acetificadoras destacam-se as espécies do gênero *Acetobacter*, apresentando-se na forma de cocos e bastonetes, formando correntes e filamentos, tolerantes a até 11 % v/v de álcool a até 10 % v/v de ácido acético. Por se tratar de micro-organismos aeróbicos, a presença de oxigênio é indispensável para sua multiplicação, multiplicação que pode ser observada na superfície do líquido (FIGUEREDO, 2014). Quanto à temperatura, o melhor rendimento pode ser obtido entre 25 e 30 °C, podendo suportar temperaturas mínimas de 4 a 5 °C e máxima de 43 °C. Entretanto, temperaturas de 15 °C e superiores a 35 °C reduzem a atividade bacteriana ocasionando uma fermentação muito lenta, não sendo interessante do ponto de vista produtivo (FIGUEREDO, 2014 e GULLO, 2008).

Segundo Bartowysky e Henschke as bactérias acéticas são organismos presentes em ampla variedade de ambientes e que se adaptam bem em ambientes

ricos em açúcar e etanol. Sua capacidade de converter etanol em ácido acético é uma das características que tornaram seu uso popular na fabricação de vinagres e, ao mesmo, serem considerados micro-organismos de deterioração em vinhos. Algumas espécies do gênero *Gluconobacter*, semelhantes em muitos aspectos às bactérias acéticas, também são destacadas na fermentação acética, contudo, são consideradas contaminantes nocivas por serem menos produtivas e acumularem subprodutos inadequados e pelo fato de provocarem a oxidação do ácido acético formado (AQUARONE, 2001).

Para a quantificação de bactérias acéticas (AQUARONE, 2001) apresenta dois meios sólidos típicos, sendo eles, o G.Y.C (g/L de água destilada): extrato de levedura (10,0), glicose (50,0), carbonato de cálcio (30,0) e ágar (25,0); e, o meio etanólico (g/L de água destilada): extrato de leveduras (10,0), carbonato de cálcio (20,0), etanol (20,0), ágar (20,0), pH 6,0. Além disso, caldas industriais obtidas a partir de frutos, cereais, mel, dentre outros, normalmente apresentam a maioria dos nutrientes necessários para o desenvolvimento de bactérias acéticas, diferente do mosto obtido por diluição de açúcar ou de etanol, que necessitaria de uma complementação nutritiva.

2.5. Pasteurização

A pasteurização do vinagre consiste em submeter o vinagre a um tratamento a temperaturas variáveis de 50 a 80 °C de modo a destruir os micro-organismos e desativar as enzimas que provocariam a oxidação do ácido acético e, conseqüentemente, comprometer a qualidade do vinagre (AQUARONE, 2001). Conforme Pedroso (2003) a pasteurização do vinagre pode ser rápida (ou alta), na qual o produto é submetido ao tratamento térmico à temperaturas de 75 a 80° C por 30 a 40 segundos, ou baixa (ou lenta), sob temperatura de 50 a 65°C por 20 a 30 minutos.

2.6. Caracterização Físico-Química do Vinagre

O vinagre de frutas, ao ser utilizado como alimento, é extremamente nutritivo, devido conter os nutrientes dos frutos que lhe deu origem e da fermentação alcoólica, substâncias assimiláveis pelo organismo, como vitaminas, ácidos orgânicos, proteínas e aminoácidos. Com isso para que haja um controle da qualidade desse vinagre, devem ser observados: os teores de ácido acético, etanol residual, extrato seco e cinzas, através de análises físico-químicas.

2.6.1. Ácido acético

O ácido acético (CH_3COOH), substância com densidade de 1,049g/mL, proveniente do processo oxidativo do etanol contido no fermentado etanoico durante processo de acetificação, componente principal dos vinagres, independente dos substratos etanoicos utilizado. Sua concentração é dada em graus acéticos (gramas de ácido acético por 100mL de vinagre). Segundo a legislação brasileira o produto para consumo humano, deve conter entre 4 e 6% de ácido acético. A transformação do etanol em ácido acético, por meio das bactérias acéticas, não é capaz de produzir altas concentrações deste ácido, visto que o mesmo inibe o desenvolvimento das bactérias. Por isso, durante a acetificação, não se consegue altas concentrações do mesmo. Em alguns casos, utilizam-se bactérias selecionadas para obter concentrações de até 12% (JOHNSTON, 2005 e LLAGUNO, 2008).

2.6.2. Álcool etílico

O vinagre deve apresentar grau etanoico residual proveniente do processo de acetificação, caso contrário, as bactérias acéticas, na ausência do substrato etanoico, podem degradar o ácido acético produzido, o que torna o processo antieconômico (JOHNSTON, 2005 e LLAGUNO, 1991).

Nos processos industriais mais modernos, consegue-se a produção de vinagres com pequenas concentrações de etanol, sendo bastante eficientes. Nos

processos artesanais, ao contrário, não é possível e nem recomendado toda a utilização do etanol do vinho, pois o teor residual de etanol (2 a 3^oGL) irá produzir ésteres durante o envelhecimento do vinagre (LLAGUNO, 1991). A legislação brasileira estabelece 1^oGL de etanol residual máximo para o vinagre (JOHNSTON, 2005 e BRASIL, 1990).

2.6.3. Extrato seco

O extrato seco do vinagre de vinho é formado por substâncias não voláteis, como glicerina, substâncias pécticas, substâncias nitrogenadas, entre outras. Antigamente para evitar-se fraudes, determinava-se o extrato seco, monitorando as concentrações elevadas ou baixas indicativo de adulterações. Quando o produto apresentava concentração baixa significava que foi diluído com água ou com soluções de ácido acético, enquanto alta concentração indicava acréscimo de substâncias não voláteis, as quais aumentam o resíduo seco (VELOSO, 2013 e XAVIER, 2009). Segundo a legislação brasileira, o valor mínimo é de 7g/L para vinagres de vinho tinto e 6g/L para vinagres de vinho branco para resíduos secos (JOHNSTON, 2005 e BRASIL, 1990)

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

- ✓ Elaborar e caracterizar vinagres artesanais aproveitando as cascas de abacaxi “Turiacu” proveniente do município de Turiacu–MA, a fim de agregar valor a um resíduo bastante desperdiçado em lixões.

3.2. Objetivos Específicos

- ✓ Analisar algumas características físico-químicas dos vinagres elaborados como: pH; extrato seco; acidez total; acidez fixa; acidez volátil, a fim de identificar se houve a formação do vinagre;

- ✓ Determinar coliformes total e termotolerantes nas amostras de vinagres obtidas;
- ✓ Determinar o teor de ácido acético destes, por titulação ácido/base e comparar com dados da legislação vigente para vinagres.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. Reagentes, Materiais, Vidrarias e Equipamentos

Reagentes e Materiais utilizados:

- ✓ Cascas de abacaxi “Turiçu” (inteiras e/ ou trituradas)
- ✓ Água potável
- ✓ Colher de plástico cabo longo
- ✓ Papel filtro
- ✓ Gazes
- ✓ Pano branco limpo
- ✓ Faca de cozinha
- ✓ Potes grandes de plástico (Capacidade 3L)
- ✓ Tábua plástica
- ✓ Açúcar comercial
- ✓ Solução de Hidróxido de Sódio (0,1 mol/L)
- ✓ Solução indicadora de Fenolftaleína
- ✓ Filtro (membrana 0,45 μ m)

Vidrarias:

- ✓ Garrafas microbiológicas
- ✓ Béquer
- ✓ Funil
- ✓ Capsula de porcelana
- ✓ Erlenmeyer de 250mL
- ✓ Proveta de 100mL
- ✓ Pipetas de 10mL
- ✓ Bureta

- ✓ Equipamentos:
- ✓ Liquidificador doméstico (ARCO)
- ✓ Banho 60°C (LACTEA)
- ✓ Banho 0°C (LACTEA)
- ✓ Alcolyser/ Density (Meter DMA4500M)
- ✓ Indicador de pH (Metrohm)
- ✓ Banho (Maria-Prolab)
- ✓ Termômetro (ZLinkJ)
- ✓ Balança Analítica-BEL – (Engineering, modelo YL 48-1 AC ADPTER)

4.2. Coleta das Amostras

As amostras dos abacaxis "Turiapu" provenientes do município de Turiapu-MA, foram adquiridos por produtores do próprio município. Os mesmos foram acondicionados em caixas térmicas, transportados para um dos Laboratórios do Programa de Controle e Qualidade de Alimentos e Água (PCQA), onde os mesmos foram preparados para dar início a produção dos vinagres artesanais.

Os frutos ao chegarem ao laboratório foram devidamente lavados com bastante água corrente a fim de eliminar as sujidades aparentes e depois com auxílio de uma faca de cozinha limpa e higienizada foram descascados, e as cascas foram colocadas dentro de um recipiente plástico com hipoclorito 100ppb durante 15 minutos, após esse tempo, as cascas foram lavadas com água destilada e colocadas em recipientes higienizados com detergente comercial e água, para iniciar-se o processo de fermentação.

Antes de iniciar o processo fermentativo (natural) as cascas foram pesadas, o peso total foi de 3Kg, onde as mesmas foram divididas em partes iguais para serem colocadas nos três recipientes.

4.3. Preparo de vinagres artesanais de abacaxi "Turiapu"

Foram preparadas três formulações diferentes do vinagre artesanal, descritos a seguir:

Vinagre 1: Foram usadas cascas inteiras de abacaxi, colocadas em um recipiente plástico com capacidade para 3L, onde as mesmas foram submersas com 2L de água mineral, e adicionado 50g de açúcar refinado comercial. A solução foi agitada com auxílio de uma colher plástica de cabo longo para uma melhor homogeneização. Depois, o frasco foi vedado com pedaço de tecido de algodão, preso com gases e semifechado com uma tampa plástica para que ocorresse o processo de fermentação alcoólica.

Vinagre 2: Nesta formulação foram colocadas as cascas do abacaxi inteiras em um recipiente plástico e adicionado 2 litros e água mineral, o recipiente foi fechado com tecido de algodão e gases, depois semifechado com tampa plástica para iniciar o processo de fermentação.

Vinagre 3: Na elaboração desta formulação, com auxílio de um liquidificador as cascas do abacaxi foram trituradas e peneiradas para retirada do suco da casca, depois adicionou-se dois litros de água, e procedeu-se igual já descrito na formulação 2.

O processo de fermentação alcoólica ocorreu durante quinze dias, tempo esse onde ocorreu o desprendimento de gás. Passado esse intervalo de tempo as amostras 1, 2 e 3 foram filtradas com papel filtro e colocadas novamente em recipientes cobertos com tecido e preso por gases conforme mostrado na figura 3, para que se iniciasse o processo de fermentação acética, o processo de fermentação acética foi de vinte dias. Após esse tempo as amostras 1,2, e 3 foram novamente filtrada com papel filtro e colocadas em garrafas de vidro para que as mesmas fossem pasteurizadas.

FIGURA 3: Processo de fermentação alcoólica das cascas de abacaxi



Fonte: próprio da autora, 2018

4.3.1. Pasteurização

A pasteurização deu-se com a imersão das amostras que estavam nas garrafas de vidro devidamente fechadas e identificadas, em um banho a temperatura de 60°C por 30 minutos, em seguida as amostras foram retiradas e colocadas em um banho à 0°C por 15 minutos (choque térmico). Após a pasteurização, as amostras foram transferidas para garrafas pets esterilizadas e partiu-se para as análises físico-químicas.

4.4. Caracterização físico-química do vinagre artesanal de abacaxi “Turiaçu”

A metodologia seguida foi a do Instituto Adolfo Lutz (2008) para as análises físico-químicas

4.4.1 Determinação do pH

Colocou-se as amostras 1,2 e 3 em béqueres de 100mL separadamente, aproximadamente 20ml das amostras. O pH das amostras foi determinado a partir do método potencio métrico a 20 °C, utilizando-se soluções tampão comerciais de pH 4,0 e 7,0. Calibrou-se o potenciômetro usando as duas soluções tampão e

imersiu-se o eletrodo no béquer contendo a amostra homogeneizada a 20 °C (± 2 °C). Os resultados foram expressos com duas casas decimais.

4.4.2 Densidade relativa a 20°C e grau alcoólico

Fazendo uso de um Alcolyser (equipamento cedido por um laboratório em parceria, usado especificamente para medições de densidade e teor alcoólico), colocaram-se as amostras em cubetas próprias do aparelho, rinsou-se as cubetas e colocou-as no “castelo” do equipamento para leitura das amostras, com tempo de leitura aproximadamente de 5 minutos.

4.4.3. Extrato seco

Para a determinação do extrato seco foram transferidos para cápsulas individuais previamente secas e taradas, 25mL de cada amostra, evaporando a mesma, lentamente, em banho-maria a 100°C durante 3 horas consecutivas. Em seguida, as cápsulas com as amostras foram levadas à estufa a 100°C por 30 minutos. Os pesos foram determinados após as transferências das cápsulas da estufa para o dessecador, por no mínimo 15 min. As porcentagens de extrato seco foram definidas pela Equação 1.

$$\% \text{Extrato seco} \left(\frac{g}{l} \right) = (1000 \times N) / P \text{(Equação 1)}$$

Onde:

N = massa seca (massa final da amostra menos a tara da cápsula) (g)

P = volume tomado de amostra (mL)

4.4.4. Determinação do teor de ácido acético do vinagre por titulometria

4.4.4.1. Determinação de acidez total

O método é baseado na titulação de neutralização de ácidos com solução básica (solução de NaOH 0,1N devidamente padronizada) e fenolftaleína como indicador. A acidez total é expressa em meq/L para atender a legislação brasileira. A

determinação foi feita transferindo-se 3mL de cada amostra para Erlenmeyer's individuais de 250mL, adicionando 50mL de água destilada juntamente com 2 a 3 gotas de fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução de hidróxido de sódio até coloração rósea persistente ou até o ponto de viragem (pH 8,2-8,4). O cálculo da acidez foi obtido a partir da Equação 2.

$$\text{ácidos totais} \left(\frac{\text{meq}}{\text{L}} \right) = (n \times N \times f \times 1000) / V \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

n = volume gasto na titulação da solução de NaOH (mL)

N = normalidade da solução de NaOH

f = fator de correção da solução de NaOH

V = volume total da amostra (mL)

4.4.4.2. Determinação da acidez fixa

É obtida por evaporação da amostra, seguida de uma titulação dos ácidos residuais com álcali. Foram transferidos para um Erlenmeyer de 250mL um volume de 10mL de cada amostra juntamente com 100mL de água destilada. O frasco foi levado para evaporar em banho-maria até a metade do volume, sendo resfriado em sequência, adicionado de 2 a 3 gotas de fenolftaleína e titulado com solução de hidróxido de sódio até coloração rósea. A determinação da acidez fixa foi conseguida pela Equação 3.

$$\text{ácidos volateis} \left(\frac{\text{meq}}{\text{L}} \right) = (n \times N \times f \times 1000) / V \text{ (Equação 3)}$$

Onde:

n = volume gasto na titulação da solução de NaOH (mL)

N = normalidade da solução de NaOH

f = fator de correção da solução de NaOH

V = volume total da amostra (mL)

4.4.4.3. Determinação da acidez volátil

O cálculo da acidez volátil foi feito por diferença entre a acidez total e a acidez fixa.

4.4.5. Determinação de Coliformes totais e termotolerantes

O método utilizado foi o da Membrana Filtrante (BRASIL, 1999). Os foram coletadas 100mL das amostras 1, 2 e 3 e filtradas duas vezes simultaneamente usando filtros de membrana de Ø 47 mm e porosidade de 0,45µm, meio de cultura desidratado (m FC Broth Base) para termotolerantes e meio de cultura (m Endo Broth MF) para coliformes totais.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Fermentação alcoólica

A fermentação espontânea para produção de álcool em todos os ensaios foi realizada em condições ambientais similares. A determinação do término aproximado da fermentação alcoólica após 15 dias de fermentação deu-se pela ausência de desprendimento de gás visto através da ausência de bolhas de ar na camada superior das amostras, no presente trabalho só a análise visual foi aplicada, porém, a literatura mostra métodos que podem confirmar o termino da fermentação alcóolica a partir das determinações de açúcares redutores e sólidos solúveis totais (FIGUEREDO, 2014). Após abertura dos frascos a etapa de fermentação acética foi iniciada. As amostras permaneceram sob fermentação até completar 20 dias de fermentação, o tempo total de todo o processo foram de 35 dias contados desde o início dos experimentos.

O presente trabalho tem como diferencial a não adição de leveduras, amplamente utilizadas para acelerar o processo de fermentação as *Sacharomyces cerevisiae*, uma das espécies fermentativas muito utilizadas por sua atuação efetiva, onde pode ocasionar altos níveis de bactérias acéticas (FIGUEREDO, 2014), com o intuito de avaliar a fermentação mediante crescimento das leveduras presentes na

fruta, foi utilizado o método espontâneo de fermentação alcoólica. No entanto, como foram preparadas três amostras diferentes, durante o processo de fermentação alcoólica a amostra 1 que foi adicionada açúcar no preparo do vinagre apresentou uma velocidade maior que as amostras 2 e 3 no que diz respeito a formação de álcool e liberação de dióxido de carbono, isso foi percebido pelo odor característico de fermentação e presença de bolhas de ar na parte superior da camada da mistura e conseqüentemente maior concentração de álcool isso porque maiores concentrações de açúcar possibilitaram obter maiores teores de etanol.

Segundo os resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que o residual de álcool mesmo depois da fermentação acética é maior na amostra 1 comparado às outras amostras. Contudo, há residual também nas amostras 2 e 3, esses resultados comprovaram que, mesmo em condições em que não houve adição de açúcar ocorreu produção de etanol, indicando a riqueza de compostos fermentáveis presentes na casca de abacaxi.

TABELA 2: Resultado de concentração de álcool após fermentação acética.

Vinagres	Teor Alcoólico (% v/v)
Amostra 1	0,15±0,01
Amostra 2	0,05±0,01
Amostra 3	0,03±0,01

Fonte: próprio da autora, 2018

5.2. Fermentação acética

As amostras foram filtradas para retirada das cascas e resíduos sólidos formados durante a fermentação alcoólica, os fermentados alcoólicos obtidos foram submetidos à fermentação acética, processo envolvendo a oxidação do etanol e formação de ácido acético, com consumo de oxigênio e liberação de energia (ZILIOLI, 2011). Produzidas pelas bactérias ácido-acéticas, principalmente dos gêneros *Acetobacter* *Gluconobacter*, sendo de interesse industrial: *Acetobacteracetii*, *A. xylinoides*, *A. curvum*, *A. acetigenum*, *A. orleanense*, *A. schuetzenbachii*, e *A. rances* (YAMADA, 2008). O pH ótimo para crescimento estar

na faixa de 5 a 6,5, no entanto, podem crescer em ambientes mais ácidos com pH entre 3 e 4 (YAMADA, 2008). Essas bactérias são de grande interesse econômico pela capacidade de produzir ácido acético e pelas alterações que provocam nos alimentos (HOFFMANN, 2006 e IVANOVI, 2011). Durante o processo de fermentação acética houve a formação de uma camada gelatinosa nos fermentados como mostra a figura 4. Essa camada gelatinosa segundo a literatura nada mais é de que a mãe do vinagre, substância polímera- gelatinosa produzida pelos próprios microrganismos de onde é proveniente as bactérias acéticas.

FIGURA 4 Formação da mãe do vinagre durante processo de fermentação acética



Fonte: próprio da autora, 2018

5.3 Pasteurização

As amostras depois do término da fermentação acética, foram filtradas e submetidas a pasteurização, com o intuito de eliminar microrganismos que possam causar danos à saúde das pessoas, A legislação brasileira determina que os vinagres devem ser obrigatoriamente pasteurizado (SPINOSA, 2002). A figura 5 apresenta as amostras 1, 2 e 3 depois do processo de pasteurização.

FIGURA 5 Amostras depois do processo de pasteurização



Fonte: próprio da autora, 2018

5.4. Análises Físico-Químicas e Microbiológicas

5.4.1. pH

O pH encontrado nas amostras 1, 2 e 3 foram respectivamente 3,25; 3,84 e 3,74. São valores muito próximos, entretanto, a amostra 1 apresentou uma diferença um pouco maior se comparado as amostras 2 e 3, comparando os valores apresentados com outros trabalhos da literatura, são inferiores ao relatado por (ASQUIERI, 2008) para fermentado de jaca (3,9) e superior quando comparado aos resultados de (DE PAULA, 2012) para fermentado de umbu (2,4), valores relatados por (ARAUJO, 2009) para fermentado de abacaxi variedade Pérola pH igual a 3,68, para fermentado de manga variedade Rosa ($3,4 \pm 0,56$), os dois últimos fermentados apresentados estão mais parecidos com os valores encontrados nos fermentados deste trabalho. Asquieri (2004) afirma que baixos valores de pH conferem características de frescor nas bebidas, além de impedir a deterioração por micro-organismos contaminantes e manter a estabilidade do produto.

5.4.2. Densidade relativa a 20°C e grau alcoólico

A densidade relativa a 20 °C baseia-se na relação existente entre o peso específico da amostra a 20 °C em relação ao peso específico da água a 20 °C que nas mesmas condições é igual a 1,0 (um). Todavia com o uso do Alcolyser que é um

equipamento que mede a densidade, teor alcóolico dentre outras coisas, através da relação entre densidade e álcool, os valores mostram que as amostras não apresentaram diferença significativa com relação a densidade e a concentração alcoólica, estando assim os valores dentro da especificação da legislação.

Comparando com a literatura, os valores encontrados no presente trabalho que foram: amostra 1 ($1,0034 \text{ g/cm}^3$); amostra 2 ($1,0022 \text{ g/cm}^3$) e amostra 3 ($1,0016 \text{ g/cm}^3$) são menores porém com diferença irrelevante comparando com os relatados por (BARBOSA, 2014 e MARQUES, 2010) para vinagre de manga ($1,0123 \pm 0,000 \text{ g.mL}^{-1}$), vinagre de laranja ($1,0198 \pm 0,000 \text{ g. mL}^{-1}$), vinagre de arroz ($1,0124 \pm 0,00 \text{ g. mL}^{-1}$), vinagre de kiwi ($1,0113 \pm 0,001 \text{ g. mL}^{-1}$), vinagre de maracujá ($1,0089 \pm 0,000$), vinagre de maçã ($1,0109 \pm 0,000$) e vinagre de tangerina ($1,0104 \pm 0,000$) em seu estudo sobre os padrões de identidade e qualidade de vinagres oriundo de frutas e vegetais.

Logo, pode-se afirmar que os vinagres elaborados das cascas do abacaxi “Turiaçu” não deixam a desejar em comparação aos demais estudos vistos na literatura, já que apresentaram valores similares de densidade relativa a 20°C e grau alcóolico.

5.4.3. Extrato seco total

Foram realizadas análises em triplicatas, e os resultados obtidos foram as médias encontradas das amostras 1,2 e 3. O conteúdo de extrato seco total representa o material mineral e orgânico resultante da evaporação da água e substâncias voláteis da amostra. A legislação não estabelece um valor máximo para concentração de extrato seco, entretanto diz que deve ter no mínimo 6g/l . Os valores das amostras 1,2 e 3 foram $7,4 \pm 0,02\text{g/L}$; $6,9 \pm 0,02\text{g/L}$ e $6,0 \pm 0,02\text{g/L}$, mostram que não ocorreram diferenças significativas nos extratos das amostras, comprovando assim, que a forma de preparo mesmo com algumas diferenças, leva a resultados semelhantes. Somente a amostra 1 que foi adicionado açúcar, que apresentou um valor mais elevado ($7,4\text{g/l}$), mas valor não muito diferente das demais. Comparando com a literatura, o trabalho de (MARQUES, 2008) que determinou o extrato seco dos fermentados de algumas frutas, observou que não houve diferença significativa ($P >$

0,05) entre os vinagres de laranja com mel, kiwi, vinagre de laranja e vinagre de maçã, formando desta forma um grupo com teores de extrato seco variando entre 37,7 g L⁻¹ a 48,8 g L⁻¹.

5.4.4. Acidez volátil

A acidez do vinagre tem grande influência na aceitação sensorial do produto, a legislação brasileira exige um mínimo de 4,00% de ácido acético em vinagres, de forma que a difusão comercial e a aceitação dos produtos devem embasar-se no conhecimento de suas propriedades sensoriais, as quais contribuem para valorizar e proteger a genuinidade destes produtos (GRANANDA, 2000). Como representado na Tabela 3, das amostras preparadas, apenas a amostra 1 está de acordo com a legislação, onde apresentou percentual de 4,56% de ácido acético, na literatura encontrou-se resultados semelhantes para fermentados de cascas de abacaxi 4,55% (G.C. SANTOS, 2008), comprovando assim que a forma de preparo é eficiente para resultados aceitáveis à legislação vigente (BRASIL, 2012).

TABELA 3: Concentração de ácido acético dos formulados x legislação

Vinagres	Conc. Ácido acético %
Amostra 1	4,56±0,02
Amostra 2	3,45±0,03
Amostra 3	3,37±0,02
MAPA*	Mínimo 4 (g/100mL)

Legislação: MAPA* (ministério da agricultura, pecuária e abastecimento)

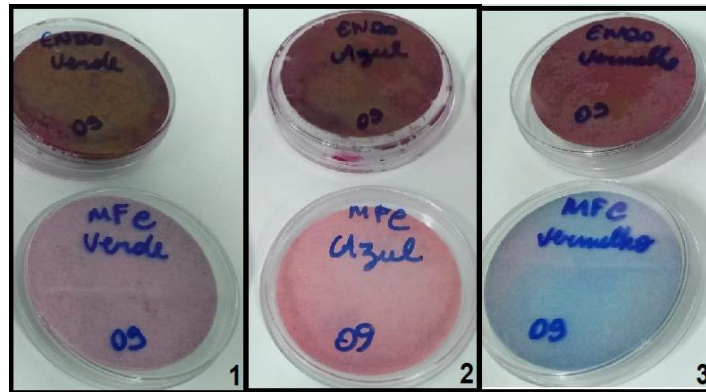
Fonte: próprio da autora, 2018

As demais amostras 2 e 3 analisadas apresentaram valores, para esta determinação, aquém do permitido para classificá-los como fermentados acéticos ou vinagres. É necessário, portanto considerar o método de produção destes vinagres, uma vez que a composição química do vinagre está relacionada com a qualidade, a tecnologia e a matéria-prima utilizada na sua elaboração (RIZZON, 1998).

5.4.5. Coliformes totais e termotolerantes

A figura 6 apresenta os resultados obtidos nas análises microbiológicas.

FIGURA 6 Análises microbiológicas das amostras



Fonte: próprio da autora, 2018

Os resultados apresentaram-se de acordo com RDC nº 12 (BRASIL, 2001), observando a ausência de *coliformes totais* e de coliformes termotolerantes, não houve crescimento desses microrganismos, mostrando assim que a pasteurização foi eficiente.

6. CONCLUSÃO

Os vinagres obtidos por fermentação espontânea como foram apresentados neste trabalho, mostrou que as leveduras naturalmente presentes no fruto foram eficientes na fermentação alcoólica obtendo-se fermentados que mesmo depois de passarem pelo processo de fermentação acética ainda apresentaram residual de álcool dentro da especificação da legislação.

As análises físico-químicas mostraram que os fermentados 1, 2 e 3 com relação ao pH, densidade relativa, grau alcoólico, estão de acordo com a legislação vigente, entretanto o que diferiu entre as amostras foi o percentual de ácido acético, onde a única amostra que apresentou resultado aceitável pela legislação foi a amostra 1, a mesma se diferencia das outras duas no preparo do fermentado, onde houve adição de açúcar comercial, dando assim melhores resultados, pois a velocidade na formação do álcool geralmente é maior. Já as amostras 2 e 3 as bactérias acéticas presentes naturalmente no fruto não se mostraram eficientes para produção de elevados teores de acidez no fermentado espontâneo, obtendo-se fermentados com 3% de acidez em ácido acético, estando abaixo do que preconiza a legislação brasileira, sugerindo a presença predominante de espécies do gênero *Acetobacter*.

O objetivo principal deste trabalho foi alcançado, uma vez que se conseguiu produzir e caracterizar vinagres artesanais com residual de cascas de abacaxi “Turiaçu”, insumo que normalmente é jogado em lixões e que foi apresentado como alternativa sustentável, agregando valor a esse resíduo e gerando com isso, uma oportunidade renda extra, aos pequenos e médios produtores desta iguaria agrícola que por ser uma fruta perecível, pode ser apreciada de outras maneiras.

7. SUGESTOES PARA TRABALHOS FUTUROS

- ❖ Melhorar as formulações dos fermentados (vinagres artesanais) já pré-estabelecidas por este trabalho;
- ❖ Analisar alguns parâmetros físico-químicos que ficaram pendentes, tais como, cinzas e açúcares redutores;
- ❖ Realizar análise sensorial das formulações, após etapa de conclusão da elaboração dos fermentados (vinagres artesanais);

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.P.A. Pereira, **Qualidade Pós-Colheita De Frutos De Abacaxi “Pérola” E “Turiçu”: Influências Das Condições De Armazenamento E Avaliação Sensorial**, 2013.

AQUARONE E., BORZANI, W., SCHMIDELL, W., LIMA, U. A. **Biotechnologia Industrial: Biotechnologia na Produção de Alimento**. São Paulo: Edgard Blucher, v. 4.p.22. 2001.

AQUARONE, E.; ZANCANARO Jr., O. Vinagres. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, W. (Eds). **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher, 1990. p. 104-122.

ARAÚJO, J. R. G.; AGUIAR, R. A. J.; CHAVES, A. M. F.; REIS, F. O.; MARTINS, M. R. Abacaxi “Turiçu”: cultivar tradicional nativa do Maranhão. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 3, p. 000-000, Setembro 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria n. 259**. Aprova as normas referentes à complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da e uva e do vinho. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 2010.

C. E. de Farias Silva, B. M. V. da Gama, L. M. T. de M. Oliveira, L. T. de Araujo, M. L. de Araujo, A. M. de Oliveira Junior, A. K. de S. Abud; **Uso da laranja lima e seus resíduos no desenvolvimento de novos produtos**, *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* v. 10(1): 69-96, 2016.

LIMA, A. B. **Qualidade e conservação pós-colheita de abacaxis “Pérola” e “MD2” sob manejo orgânico e convencional na agricultura familiar**. 2011. 211f. Tese (Doutorado). Universidade Federal da Paraíba, 2011.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotechnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Ed. Blucher, v. 4, 1. ed., 2001, 523 p.

ARAUJO, K. G. L et al. **Utilização de abacaxi (*Ananascomosus L.*) cv. Pérola e Smoothcayenne para a produção de vinhos - estudo da composição química e**

aceitabilidade. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 29(1): 56-61, jan.-mar. 2009.

ARAÚJO, Lucynei Tenório de. **Estudo da produção e do envelhecimento do vinagre de laranja lima** / Lucynei Tenório de Araújo. 2012

ASQUIERI, E. R. *et al.* **Fabricación de vinoblanco y tinto de jabuticaba (*Myrciariajaboticaba*Berg) utilizando lapulpa y lacáscara respectivamente.** Alimentaria(Madrid), Espanha, v. 355, n. 355, p. 97-109, 2004.

ASQUIERI, E. R. *et al.* **Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n. 4, p.881-887, 8 out. 2008.

BARBOSA, Cosme Damião. **Obtenção e caracterização de vinho e vinagre de manga (*Mangífera indica* L.): parâmetros cinéticos das fermentações alcoólica e acética** / Cosme Damião Barbosa. – 2014

BOTREL, N.; PATTO DE ABREU, C. M. Colheita, cuidados e fisiologia pós-colheita do abacaxi. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.33-40, 1994.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF. Disponível em:<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/a47bab8047458b909541d53fbc4c6735/RDC_12_2001.pdf?MOD=AJPERES> Acesso em 20 out. 2018.

BRASIL. **Decreto n.º 8.198, de 20 de fevereiro de 2014.** Regulamenta a Lei no 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 de fevereiro de 2014. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato20112014/2014/Decreto/D8198.htm#art5> Acesso em: 25 out. 2018.

BRASIL. Decreto n.º 99.066 de 08 de março de 1990: Regulamenta a Lei 7.678, de 8 de Novembro de 1988, que Dispõe Sobre a Produção, Circulação e Comercialização do Vinho e Derivados do Vinho e da Uva. **Diário Oficial da União**, Brasília, 09 de março 1990.

BRASIL. **Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 4 de junho de 2009. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6871.htm> Acesso em: 24 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa n.º 6 de abril de 2012**. Estabelece os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 4 de abril de 2012. Disponível em: <<http://anav.com.br/legislacao.php?id=29>> Acesso em: 24 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa n. 6**. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual técnico de análise de água para consumo humano**. Brasília: Funasa, 1999.

DE PAULA, B. *et al.* **Produção e caracterização físico-química de fermentado de umbu**. Ciência Rural, Santa Maria, v.42, n.9, p.1688-1693, set. 2012.

E. P. Z. O. DE, FIGUEREDO. **Produção de vinagre de jaboticaba**. -2014 EMBRAPA, **Sistema de Produção de Vinagres**, 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Vinagre/SistemaProducaoVinagre> Acesso em: 18/07/2018.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Vinagre** – Dez.2008. Disponível na Internet: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 07 de out 2018, 15:05:45.

F. P. PEIXOTO MARQUES, **Características físico-químicas, nutricionais e Sensoriais de vinagres de diferentes matérias-primas**. Dissertação apresentada à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2008.

G. C Santos, **Método alternativo de produção de vinagre com reaproveitamento de cascas de frutas**, PRINCÍPIA nº 16, João Pessoa Setembro de 2008.

GONÇALVES, N. B. (Org.). **Abacaxi pós-colheita**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento; EMBRAPA. Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. Cap. 2, p.13-27. (Frutas do Brasil, 5).

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de. Características da fruta. In: GONÇALVES, N. B. (Org.). **Abacaxi pós-colheita**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento; EMBRAPA. Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. Cap. 2, p.13-27. (Frutas do Brasil, 5).

GRANANDA, G. G. et al. **Vinagres de folhas de videira: aspectos sensoriais**. Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 18, n. 1, p. 51-56, 2000.

GULLO, M.; GIUDUCI, P. **Acetic acid bacteria in traditional balsamic vinegar: Phenotypic traits relevant for starter cultures selection**. International Journal of Food Microbiology, v. 125, p. 46-53, 2008.

HOFFMANN, A. Embrapa Uva e vinho. **Sistema de produção de Vinagre**. Bento Gonçalves, Ago.2006. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/Vinagre/legislacao.htm>> Acesso em: 25 nov. 2018. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Culturas temporárias e permanentes. **Produção Agrícola Municipal**, Rio de Janeiro, v. 37, p.1-91, 2010.

IBGE, **Produção Agrícola Municipal 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. INSTITUTO ADOLFO LUTZ - **Normas Analíticas; métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008

IVANOVI, R. C. **Fermentação acética: abordando transformações químicas e bioquímicas**. 2011. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/343/1/PB_COQUI_2011_1_06.pdf>. Acesso em: 07 out. 2018

J. R. G. ARAUJO et al. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal** - SP, v. 34, n. 4, p. 1270-1276, Dezembro 2012.

JOHNSTON, C. S.; BULLER, A. J. Vinegar and peanut products as complementary foods to reduce postprandial glycemia. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 105, n. 12, p. 1939-1942, 2005.

JOHNSTON, C. S.; BULLER, A. J. Vinegar and peanut products as complementary food to reduce postprandial glycemia. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 105, n. 12, p. 1939-1942, 2005.

LARANJEIRA, C.M.C. **Introdução à Tecnologia Vinagreira: Tipicidade e Combate à Fraude**. Santarém, 2014, 25 p.

LLAGUNO, C., POLO, M.C. El Vinagre de Vino. **Consejo Superior de Investigaciones Científicas**, Madrid, 238 p.66, 1991.

MARQUES, A *et al.* **Composição centesimal e de minerais de casca e polpa de manga (*Mangifera indica* L.)** cv. Tommy Atkins. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 32, n. 4, p. 1206-1210, Dez. 2010.

MAS, A., TORIJA, M., GARCÍA-PARRILLA, M., TRONCOSO, A. **Acetic Acid Bacteria and the Production and Quality of Wine Vinegar**. *The Scientific World Journal*, 2014, vol. 16, 1–6 p.

Ministério da Agricultura - **Portaria nº 745**, de 24 de outubro de 1977.

PALMA, M. S. A.; CARVALHO, L. F. C. P; GAVÓGLIO, L. C.. Vinagres. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia Industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, p. 183-208, 2001.

PEDROSO, P. R. F. **Produção de vinagre de maçã em biorreator airlift**. 2003. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Bioquímica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PRETORIUS, I. **Tailoring Wine Yeast For The New Millennium: Novel Approaches To The Ancient Art Of Winemaking**. *Yeast*, v. 16, n. 8, p. 675-729, 2000.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. **Características analíticas de vinagres comerciais de vinhos brasileiros**. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 1, n. 1.2, p. 25-31, 1998.

SACHS, L. G. **Vinagre Bandeirantes**: Departamento de Ciências Biológicas e Tecnologia da Fundação Faculdades de Agronomia Luiz Meneghel, 2001. Disponível em: <<http://200.203.137.2/Guilherme/VINAGRE.pdf>>. Acesso em: 11 de março. 2011, 08:45:21.

SIEPMANN, Francieli Begnini. Processos e substratos para produção de vinagres: uma revisão - **Revista Eletrônica Científica "Inovação e Tecnologia" v. 6, n. 12, 2015**

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.

SPINOSA, W. A. **Isolamento, seleção, identificação e parâmetros cinéticos de bactérias acéticas provenientes de indústrias de vinagre**. 2002. 244 f. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. Disponível em: <http://www.fea.unicamp.br/alimentarium/ver_documento.php?did=1106>. Acesso em: 07 out. 2018.

TESFAYE, W.; MORALES, M. L.; GARCÍA - PARRILHA, M. C.; TRONCOSO, A. M. **Wine vinegar: Technology, authenticity and quality evaluation**. Trends in Food Science and Technology, Cambridge, v. 13, p. 12-21, 2002.

V.S.C., COSTA. **Análise do processo de fabrico de vinagres**- Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos, 2014

VELOSO, Camila Leão **Sistema de produção de vinagre** Instituto Euvaldo Lodi – IEL/BA 22/5/2013.

XAVIER, L. et al. **Produção do vinagre de maçã**. 2009. 11 f. Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2009 Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAT1AAA/producao-vinagre-maca>>. Acesso em: 09 out. 2018.

XU, Q.; TAO, W.; AO, Z. Antioxidant activity of vinegarmelanoidins. **Food Chemistry**, London, v.102, n. 3, p. 841-849, 2007.

YAMADA, J. I; YUKPHAN, P. **Genera and species in acetic acid bacteria**. International Journal of Food Microbiology, vol. 125, p. 15-24, 2008.

ZAMOR, F. **Biochemistry of Alcoholic Fermentation in Wine Chemistry and Biochemistry**. Moreno-Arribas, Spain: M.C.Polo, 2009.

ZILIOI, E. **Composição química e propriedades funcionais no processamento de vinagres.** São Paulo, 2011. 98p Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).