

**PRODUÇÃO DE VINAGRE POR FERMENTAÇÃO ESPONTÂNEA USANDO POLPA
DE MALAMBE (*Adansonia digitata* L)**

**VINEGAR PRODUCTION BY SPONTANEOUS FERMENTATION USING MALAMBE
PULP (*Adansonia digitata* L)**

Jaime Elias Jaime Jemusse

Universidade Federal do Paraná: Curitiba, BR

jaimejemusi210@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7514-5410>

Emanuel Mauro da Silva Lopes Figueiredo

Universidade Federal do Paraná: Curitiba, BR

Moisés Tomas Ngome

Universidade Eduardo Mondlane: Maputo, Maputo/Moçambique, MZ

Assistente Universitário (Produção Agrária)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9874-9797>

RESUMO

A cultura de malambe vem se expandindo e a obtenção de vinagre por fermentação espontânea usando a polpa de malambe (*Adansonia digitata* L) é uma alternativa para o aproveitamento de excedentes e diversificação da produção para agregar valor do produto. Neste estudo, os mostos foram preparados em quatro tratamentos diferentes: (T1) mosto puro; (T2) 80% de polpa e 5% de adição; (T3) 60% de polpa e 10% de adição; e (T4) 40% de polpa e 15% de adição. O experimento seguiu um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com fermentação realizada em frascos Erlenmeyer à temperatura ambiente por 624 horas. O processo incluiu duas etapas principais: a fermentação alcoólica, conduzida pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, e a fermentação acética, realizada de forma espontânea com oxidação aeróbica do etanol para produção de ácido acético. Os parâmetros analisados foram pH, sólidos solúveis totais (SST), cinzas, extrato seco total e teor de ácido acético. Para avaliar a aceitação do produto final, realizou-se uma análise sensorial com escala hedônica. Os resultados indicaram que o pH variou entre 3,3 (T1) e 9,3 (T4), enquanto os SST oscilaram entre 3,3°Brix (T1) e 4,61°Brix (T2). O teor médio de ácido acético nos tratamentos foi de 3,33%, valor adequado para vinagres comerciais. Os tratamentos T1 e T2 apresentaram os melhores resultados, com valores de pH de 3,06 e 3,07, respectivamente, e SST variando entre 3,3°Brix e 4,61°Brix. Na análise sensorial, T1 e T2 obtiveram escores médios de 6, considerados favoráveis para a comercialização, enquanto o tratamento padrão (controle) alcançou um escore de 5, representando o limite de qualidade. Com base nos resultados, conclui-se que os tratamentos T1 e T2 são os mais indicados para a produção de vinagre a partir do malambe (*Adansonia digitata* L), tanto em termos de parâmetros físico-químicos quanto em aceitabilidade sensorial. Esses achados reforçam o potencial do malambe (*Adansonia digitata* L) como matéria-prima para produtos diferenciados e de alta aceitação no mercado.

Palavras-chave: Vinagre. Polpa de malambe (*Adansonia digitata* L); Moçambique

ABSTRACT

Malambe cultivation has been expanding and obtaining vinegar by spontaneous fermentation using malambe pulp (*Adansonia digitata* L) is an alternative for utilizing surpluses and diversifying production to add value to the product. In this study, musts were prepared in four different treatments: (T1) pure must; (T2) 80% pulp and 5% addition; (T3) 60% pulp and 10% addition; and (T4) 40% pulp and 15% addition. The experiment followed a Completely Randomized Design

(CID), with fermentation carried out in Erlenmeyer flasks at room temperature for 624 hours. The process included two main stages: alcoholic fermentation, carried out by the yeast *Saccharomyces cerevisiae*, and acetic fermentation, carried out spontaneously with aerobic oxidation of the ethanol to produce acetic acid. The parameters analyzed were pH, total soluble solids (TSS), ash, total dry extract and acetic acid content. A sensory analysis using a hedonic scale was carried out to assess the acceptability of the final product. The results indicated that the pH ranged from 3.3 (T1) to 9.3 (T4), while the TSS ranged from 3.3°Brix (T1) to 4.61°Brix (T2). The average acetic acid content of the treatments was 3.33%, which is adequate for commercial vinegars. Treatments T1 and T2 showed the best results, with pH values of 3.06 and 3.07, respectively, and TSS ranging from 3.3°Brix to 4.61°Brix. In the sensory analysis, T1 and T2 obtained average scores of 6, considered favorable for marketing, while the standard treatment (control) achieved a score of 5, representing the quality limit. Based on the results, it can be concluded that treatments T1 and T2 are the most suitable for producing vinegar from malambe, both in terms of physicochemical parameters and sensory acceptability. These findings reinforce the potential of malimbe (*Adansonia digitata L*) as a raw material for differentiated products with high market acceptance.

Key words: Vinegar; Malambe (*Adansonia digitata L*) pulp; Mozambique

INTRODUÇÃO

O vinagre, um produto derivado da fermentação, tem sido usado pelo homem há milênios como tempero, com o principal propósito de conferir sabor e aroma aos alimentos, como saladas e outros alimentos. Também é usado como conservante em pães e bolos, evitando a barreira de fungos, e também como agente de limpeza (Aquarone; Zancanaro Júnior, 2005). Devido a sua acidez, é também utilizado para a preservação de carnes e vegetais em conserva com vinagre é um método tradicional de conservação (Picles), sem a necessidade de refrigeração desses produtos (Madigan, 2010).

A palavra vinagre significa "vinho azedo" e um produto da transformação do álcool em ácido acético por bactérias causador da fermentação acética. Neste processo compreende-se as seguintes etapas: conversão anaeróbica de açúcares a etanol pelas leveduras (principalmente a *Saccharomyces*) e oxidação aeróbica do etanol a ácido acético pelas bactérias (principalmente a *Acetobacter*) (Ho *et al.*, 2017).

O vinagre auxilia na digestão, especialmente em alimentos com alto teor de fibras, suavizando-os e preparando-os para a ação dos sucos digestivos. Isso acontece devido à estrutura simples do ácido acético, que facilita sua dissolução e absorção pelo corpo, tornando-o mais eficaz em comparação com outros alimentos ácidos de moléculas mais complexas. Além disso, a fabricação do vinagre é economicamente viável, uma vez que emprega subprodutos, sobras agrícolas e frutas de qualidade inferior, acrescentando valor a esses recursos (Roda *et al.*, 2017).

O vinagre aumenta a produção de suco gástrico, auxiliando na digestão ao potencializar a habilidade de dissolver os alimentos. Ele atua apenas localmente, estimulando as glândulas secretoras e, graças à sua leve adstringência, contribui para a redução da sede. Contudo, quando consumido em excesso, o vinagre pode comprometer a digestão e até provocar lesões na mucosa do sistema digestivo, tornando-se corrosivo. Portanto, não é aconselhável para indivíduos nervosos ou que apresentem orientações nos órgãos respiratórios (Melo, 2013).

Vários ingredientes podem ser usados na fabricação de vinagre, incluindo frutas, tubérculos amiláceos, cereais e álcool. A produção de vinagre possibilita o uso de matéria-prima desperdiçada em indústrias de frutas e, particularmente, em propriedades rurais, que de outra maneira não prejudicam condições de concorrência no mercado (Evangelista, 1989).

O malambe, fruto da *Adansonia digitata L.*, é uma importante matéria-prima para a produção de vinagres. Essa árvore, típica de regiões africanas, é adaptada a climas áridos e semiáridos, com temperaturas quentes e secas. Em Moçambique, o malambe é encontrado principalmente nas províncias de Tete, Manica e Cabo Delgado, com menor ocorrência em Nampula, Inhambane e Niassa. O fruto é conhecido por diferentes nomes locais, como Ulamba (em Kimwani), Ulapha (em Emakhuwa) e Malambe (em Chisena e Nhungwe). Sua polpa é vista como uma excelente fonte de vitamina C (aproximadamente seis vezes mais do que o conteúdo de uma laranja, considerando o peso úmido), possui uma alta concentração de pectina, o que torna um atrativo "novo alimento" e agente de espessamento de bebidas, além de minerais (Ca, Mg, P), antioxidantes (Kabore *et al.*, 2011).

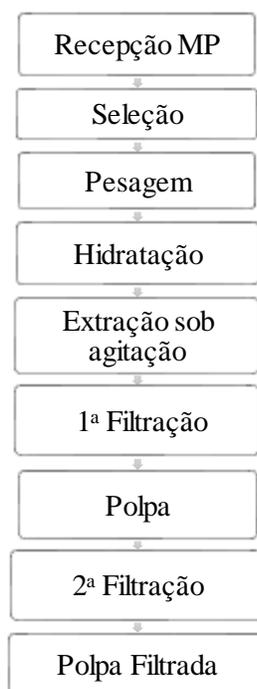
Nota-se que a Malambe é uma das frutas silvestres mais abundantes em Moçambique, frequentemente encontrada nos mercados locais, o que demonstra a vasta oferta desse produto. Esta pesquisa visa agregar valor ao Malambe disponível nas comunidades locais, transformando-o em vinagre. O vinagre é amplamente utilizado como condimento culinário, o que potencializa a utilidade e a comercialização da fruta.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de alimentos da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) na Escola Superior de Desenvolvimento Rural (ESUDER). A Matéria-Prima (MP) foi adquirida no mercado municipal de Vilanculos, a extração da polpa, o processamento do Vinagre, análise físico-químico relativo à pH, acidez titulável, Humidade, cinzas e extrato seco total, foram feitas no (Lab. 3 na ESUDER). A análise de sólidos solúveis totais foi feita na Faculdade de Engenharia (UEM-Maputo), no laboratório de alimentos e a determinação do teor de ácido acético foi feito na Faculdade de Ciências (Departamento de Química).

EXTRAÇÃO DA POLPA DO MALAMBE

A extração da polpa dá-se no fluxograma a seguir:



Fonte: Autores.

Rendimento da polpa

O rendimento da polpa (RP) foi calculado tendo em base da diferença da massa da polpa com semente (Mps) e massa da semente (Ms) pela razão da massa da polpa com semente. O rendimento da polpa é dado em percentagem e foi calculado pela (Equação 1):

$$RP(\%) = \frac{MPs - Ms}{MPs} \times 100$$

OBTENÇÃO DO VINAGRE DE MALAMBE POR FERMENTAÇÃO ESPONTÂNEA.

Delineamento experimental

Após a extração da polpa, a fermentação alcoólica e acética foi conduzida em frascos de Erlenmeyer de 250 ml, autoclavados, por 15 min, à temperatura de 121°C e pressão de 1 atm. Tendo um total de cinco Tratamentos e três repetições, com a finalidade de garantir maior confiabilidade dos resultados, em um delineamento inteiramente casualizado. Em cada repetição foram utilizados 200 mL de mosto, perfazendo um total de 3000 ml.

O malambe é conhecido como fruto com baixo teor de humidade, após extração da polpa por agitação considerou-se 100% da sua concentração.

Tabela 1. Delineamento experimental.

Variáveis	T1	T2	T3	T4
Açúcar	0%	5%	10%	15%
Mosto	100%	80%	60%	40%

Fonte: Autores.

A concentração de açúcar do mosto e a proporção de água/malambe foram variadas com o intuito de avaliar a melhor condição experimental.

Fermentação alcoólica

O Malambe utilizado para a produção de vinagre não é de nenhuma variedade específica. Na verdade, o que determina se o malambe será processado são suas características físicas, sendo que as frutas com algum dano de qualidade ou fora das especificações são destinadas à fabricação de subprodutos, tais como o sumo, a sidra e o vinagre.

A fermentação alcoólica (FAL) de todos os ensaios foram conduzidas em condições ambientais similares. Após a preparação do mosto foi inoculada cultura de levedura do gênero *Sacharomyces cerevisiae*, fermento de panificação da marca Fleischmann, este foi utilizado por ser mais acessível e de fácil manipulação, uma vez que tentamos simplificar o máximo o processo e de forma controlada.

Os frascos foram tapados com um pano para facilitar o desprendimento do gás carbônico e evitar a circulação de ar, uma vez que a FAL ocorre em condições anaeróbicas. A FAL decorreu em 3 dias, mas, mediante observação das condições físicas foi possível verificar o término da FAL, percebido inicialmente pela ausência de desprendimento de gás nos frascos. A partir do primeiro ao terceiro dia dos experimentos foi possível determinação de pH e acidez titulável.

Fermentação acética

A fermentação acética (FAC) foi conduzida de forma espontânea, ou seja, sem a adição de leveduras, avaliando a acetificação realizada por bactérias presentes naturalmente da fruta. Para tanto, os frascos contendo o fermentado alcoólico foram tirados os panos duplicados e cobertos por uma flanela, previamente higienizada e presa ao frasco com elástico para permitir a entrada de ar para acetificação e, ao mesmo tempo, evitar contaminação por meio ambiente. As amostras permaneceram sob fermentação até completar 26 dias, contados desde o início dos experimentos. Os frascos foram mantidos no mesmo local, a temperatura ambiente, e a fermentação foi controlada pela determinação de pH e acidez total tal como na FAL.

Determinação dos parâmetros físico-químicos do vinagre

Para determinar os parâmetros físico-químicos da polpa de malambe foram avaliados humidade, sólidos solúveis totais, cinza, acidez titulável e pH. Para o vinagre de malambe, foram avaliados sólidos solúveis totais (°Brix), pH, acidez titulável, acidez em ácido acético, extrato seco total e cinzas.

Humidade

O teor de humidade foi determinado através do método gravimétrico, usando a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se numa balança de precisão, 2g de amostra para uma cápsula de porcelana, secando-as em estufa a 105 ° C até completar 3h de tempo. A humidade somente foi feita para polpa de malambe. O cálculo do teor de humidade foi efectuado através da equação 2.

$$\% \text{Humidade} = \frac{\text{massa inicial(g)} - \text{massa final(g)}}{\text{massa inicial(g)}} \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

O °Brix foi determinado por refractômetro digital de bancada, marca Nymen, modelo WYS-3R com faixa de medição 0-95 °Brix (Apêndice III, imagem 5). Este foi possível determinar nos primeiros e últimos dias do experimento.

pH

Pipetou-se 5 a 7 ml da amostra num tubo de ensaio, quantidade suficiente para cobrir o eletrodo e realizou-se a leitura direta no equipamento utilizando um medidor de pH de marca EUTECH (PCD650). Antes de se efetuar a leitura do pH calibrou-se o aparelho numa solução tampão com pH 4 e 7. O valor do pH foi calculado a partir da média aritmética de três medições consecutivas.

Acidez Titulavel

Foram pipetadas 2 mL de amostra num Erlenmeyer de 100 mL contendo 20 mL de água destilada e adicionou-se 2 a 3 gotas de solução de fenolftaleína. Titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 N até a coloração rosa do indicador fenolftaleína.

$$\text{AT(g/100ml)} = \frac{\text{Nb} \times \text{Vb} \times \text{Meq}}{\text{VA}} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

Nb = normalidade da base (NaOH, 0.1N)

Vb = volume da base gasto na titulação (mL)

Meq = miliequivalente do ácido acético (0,06)

Va = volume da amostra (mL)

AT= Concentração de ácidos totais expresso em porcentagem do ácido (g/100 mL)

A análise de acidez total foi realizada durante o processo das fermentações nos cinco tratamentos utilizando a mesma metodologia aplicada por algumas indústrias de vinagre.

Teor de ácido acético

O ácido acético foi determinado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) em cromatógrafo VARIAN 920 LC, pela metodologia do manual e métodos de análise de alimentos (Cecchi, 2007).

Extrato seco

O extrato seco total foi determinado pelo método gravimétrico, conforme descrito pelo método 508/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

Pipetou-se, 25 ml da amostra para uma capsula metálica, previamente aquecida em estufa a 105°C (Apêndice III, Imagem 4), por uma hora, resfriada em dessecador e pesada. Evaporou-se em placa de aquecimento até que o resíduo esteja aparentemente seco. Aqueceu-se o resíduo em estufa a 105° C, por 1 hora. Resfriou-se em dessecador e pesou-se, a (equação 4) mostra como foi obtido os resultados do extrato seco.

$$Es = 40 \times (a - b) \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

Es - Extrato seco total (g/L).

a - Massa da cápsula com extrato(g).

b – massa da cápsula (g).

Cinzas

Pesaram-se 5 g de polpa de malambe para uma cápsula de porcelana, secando-as na estufa (Apêndice III, imagem 4) até massa constante, sendo depois colocadas na mufla (apêndice III, Imagem 3) a 550°C por 4h para a remoção da fase orgânica, ficando completamente incinerada (cinza branca), sendo de seguida arrefecida num dessecador por 1h e posteriormente pesada numa balança de precisão. Para vinagre pesou-se o cadinho e foram pipetados 25 ml da amostra, levou-se a estufa por 4h para eliminar a parte líquida por evaporação, de seguida pesou-se novamente o cadinho pra registar o peso do sólido após a evaporação e de seguida foi concluído com a mesma metodologia descrita acima. A cinza da polpa foi dada em percentagem (equação 6) e a cinza do vinagre obtido em g.L⁻¹ (equação 5).

$$\text{cinza(g/L)} = 40 \times (a - b) \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

a – massa do cadinho com cinzas

b – massa do adinho

$$\% \text{cinza} = \frac{\text{massa cinza(g)}}{\text{massa inicial da amostra}} \times 100 \quad (\text{Equação 6})$$

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no laboratório III, na ESUDER no dia 6 de julho de 2021, onde foram convidados de forma aleatória 50 provadores não treinados conduzidos em grupos ao laboratório, dentre eles faziam parte os estudantes, seguranças e agentes de limpeza.

Antes da avaliação sensorial os vinagres foram pasteurizados, de seguida usados para temperar alface, cada tratamento no seu próprio recipiente, como ingredientes para preparação da alface usou-se o próprio vinagre, sal e óleo (apêndice IV, imagem 1). Para realização do teste de aceitabilidade por escala hedônica, para atributo como o sabor, as saladas foram servidas nas placas de petri, para o odor e a cor foram servidos em um copo plástico (Apêndice IV, imagem 2). Com

o teste da escala hedônica, o indivíduo expressa o grau de gostar ou de desgostar e para realização do teste de intensão de compra o indivíduo expressa o grau de compraria sempre ou nunca compraria.

Para estudar a aceitabilidade comercial de um novo produto, seria fundamental conhecer a opinião do maior número possível de consumidores.

Análise de dados

Para realização da análise de variância (ANOVA e Teste de Tukey) foi usado pacote estatístico *Assistat*, os cálculos foram feitos por meio de comparações múltiplas ao nível de 5% de probabilidade. Para a obtenção de gráficos presentes nesse estudo, recorreu-se ao software Microsoft Excel.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Caracterização do fruto

Na Tabela 2 estão descritos os resultados obtidos na caracterização físico-químicas da polpa.

Tabela 2. Caracterização da polpa de *Adansonia digitata* (L.).

Parâmetros	<i>Adansonia digitata</i> .L (O fruto)
Rendimento da Polpa (%)	45,60 ± 0,98
pH	3,66 ± 0,23
Acidez (%)	0,939 ± 0,16
Sólidos solúveis totais (°Brix)	12,80 ± 0,0
Cinzas (%)	6,962 ± 0,777
Humidade (%)	8,22 ± 0,083

Os resultados são expressos como média ± desvio padrão.

Fonte: Os autores.

Os resultados da caracterização da polpa de malambe estão evidenciados na tabela 2, no que respeita a percentagem da polpa e sementes da amostra concluiu-se que 45,6% correspondem à polpa e 54,4% às sementes e aos filamentos que á envolvem. Uma vez que grande parte da massa da amostra corresponde às sementes. Este resultado se aproxima ao de Kivoloka (2015), que relata valores como (48,01 ± 3,41), uma vez que usou a estufa pra secar as sementes e filamentos após a extração da polpa, mas no presente estudo foi apenas por secagem natural.

O pH da polpa de Malambe obtido neste estudo apresentado na tabela 2 está próximo do resultado de Castro (2008) que teve uma média de (3,7), valores similares foram achados por Nour *et al.*, (2007) na faixa de pH 3,3.

Oyeleke (2012) encontrou valores exorbitantes comparativamente com outros autores e presente estudo cerca de 5,60 ± 0,20.

O valor de pH inicial não foi corrigido, porque se considerava adequado para a fermentação. Valores baixos de pH são importantes na resistência à infecção bacteriana (Torres Neto et al., 2006).

A polpa de malambe é caracteristicamente ácida e isso é devido à presença de ácidos orgânicos, incluindo cítrico, tartárico, málico, succínico, bem como ácido ascórbico (Saravanaraj, 2017). A acidez do malambe ajuda na conservação do mesmo, pois, os alimentos ácidos podem reduzir a capacidade de desenvolvimento microbiano, ajudando a manter a qualidade desejada de um produto e prolongando a vida de prateleira.

Os Sólidos solúveis totais (°Brix) do estudo difere dos resultados encontrados por Oyeleke (2012), que encontrou $15,0 \pm 0,1$ e Akubor (2017) cerca de $16,0 \pm 0,3$ mas similares Ndabikunze (2011) que encontrou $11,63 \pm 0,16$.

Magaia (2015), em seu estudo de análise química para promover o uso de frutos silvestres de Moçambique, analisou as cinzas da polpa de Malambe em algumas regiões do país. Para amostras obtidas na cidade de Tete encontrou $5,5 \pm 0,1$ e Vilankulos cerca de ($7,4 \pm 0,01$), resultado próximo ao presente estudo (tabela 2). Os resultados do presente estudo, também, não ocasionam uma diferença significativa para Castro (2008), que encontrou uma média $5,3 \pm 0,09$ no seu desvio.

Os resultados de humidade estão abaixo dos valores descritos por outros autores. Para Passos (2016), no seu estudo da valorização do fruto da *Adansonia digitata* L., encontrou cerca de $12,95 \pm 0,04$ e para Osman (2004) $10,4 \pm 0,33$.

Embora os valores no presente estudo sejam relativamente baixos, isto, garante a não precibilidade do fruto devido ao baixo teor de água.

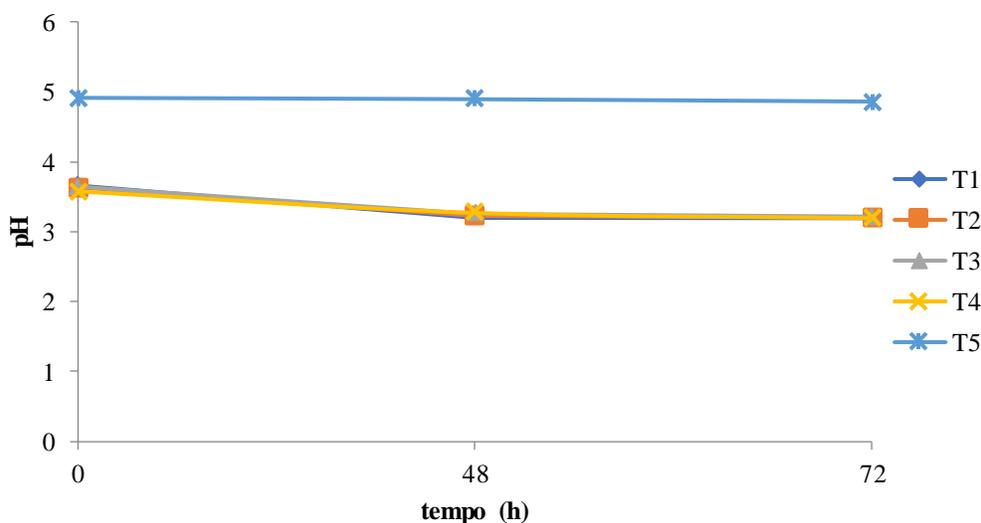
As diferenças entre os dados analíticos relatados são provavelmente devido ao uso de diferentes métodos analíticos e variabilidade na matéria-prima, condições climáticas e maturidade. Para uma comparação mais apurada de parâmetros físico e químicos com outras variedades dependeria das mesmas condições de cultivo da planta e colheita do fruto, o que não foi o caso.

FERMENTAÇÃO

Fermentação alcoólica

Durante o processo de fermentação alcoólica foi acompanhada a variação nos valores de pH e acidez titulável em 72h de fermentação. O gráfico 1 ilustra o comportamento do pH durante o período da fermentação alcoólica.

Gráfico 1. Comportamento do pH durante fermentação alcoólica.



Fonte: Os autores.

No gráfico 1 pode-se verificar que houve pouca variação de pH, que pode ser normal atendendo e considerado pelo curto tempo de fermentação. Essa diminuição é explicada pela produção de H^+ oriundos dos ácidos orgânicos formados no processo de fermentação alcoólica pelas leveduras (Wood, 2003).

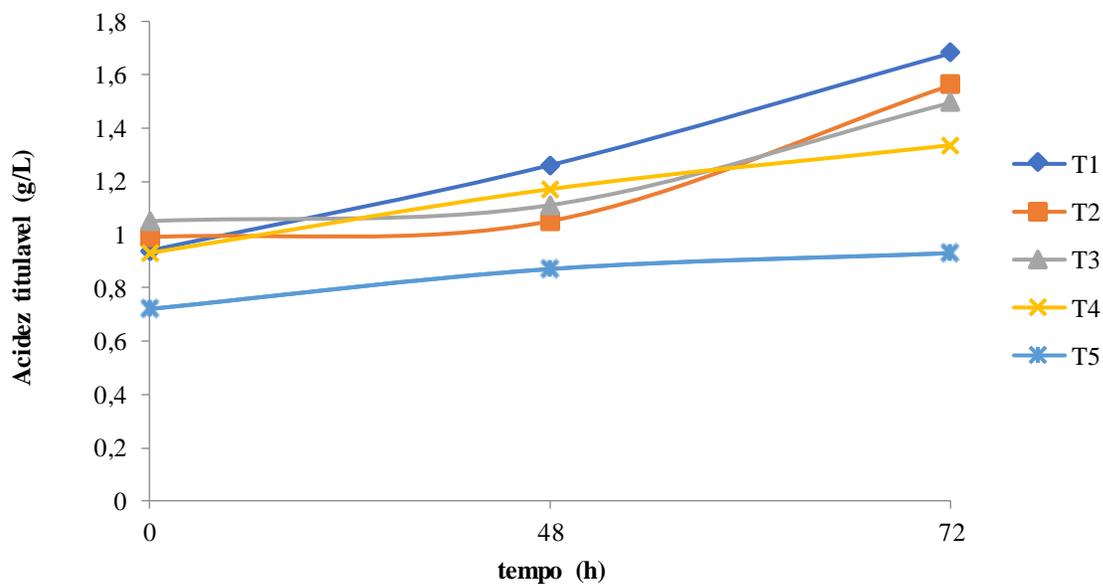
Em todos os tratamentos foi possível observar que houve um decréscimo gradativo do pH. Para T5, na sua composição apresentando 0% do mosto, foi um tratamento usado somente para verificar o comportamento pH e acidez, nota-se claramente que o pH inicial e final quase que não se difere, isto porque não teve nutriente suficiente pra suprir durante a FAL. Tal facto já era esperado.

Na literatura encontra-se valores variados de pH na fermentação alcoólica, dependendo do tipo de polpa de fruta trabalhado. Melo (2013) no seu estudo na caracterização físico-químicas do fruto Camapum para elaboração de vinagre, encontrou o valor de pH em média de 3,3 sendo esse semelhante ao encontrado para o fermentado de sumo de laranja. Tessaro (2010) ainda cita que o fermentado alcoólico apresentou um pH 3,56 similares ao do presente estudo com exceção do T5.

No Gráfico 2, estão demonstrados os dados de acidez titulável durante o período da fermentação alcoólica. Observa-se que a acidez aumenta para todos os tratamentos embora T5 seja inferior de todos, o que já era de se esperar.

No T1 a T3 é visível a disparidade nas 48h para 72h, mas para o T4 não se notou essa disparidade. Relacionando o gráfico 1 e 2, é possível observar que à medida que o pH diminui a acidez aumenta.

Gráfico 2. Representação gráfica do comportamento da acidez durante a fermentação alcoólica.



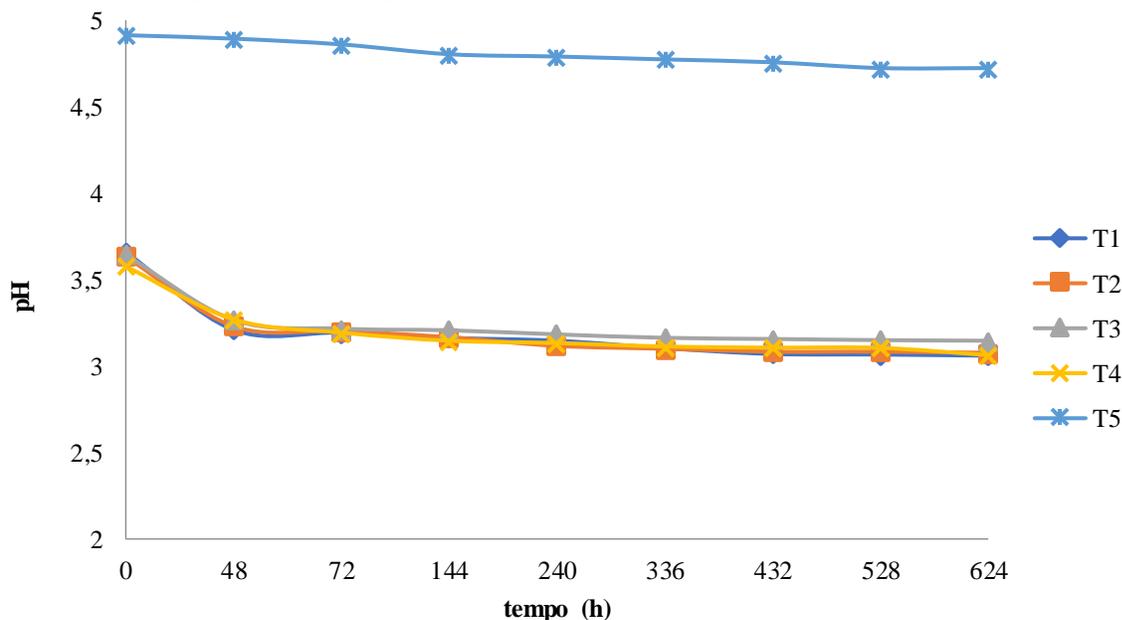
Fonte: Os autores.

Fermentação acética

As frutas são consideradas excelentes substratos para a produção de vinagre, por conterem açúcares e nutrientes essenciais para as bactérias acéticas em sua composição, como as vitaminas riboflavina e tiamina (Cassoni, 2008).

A polpa de malambe apresenta em sua composição vitaminas como ácido ascórbico, ácido cítrico e ácido málico (Tembo, 2016). Ácido tartárico, tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina (Ahmed, 2007). A polpa de Malambe possui açúcares e nutrientes essenciais para o desenvolvimento das BAA, facto que os microrganismos para produzir vinagre não são facilmente disponíveis no mercado (Ahmed, 2007).

Gráfico 3. Comportamento de pH durante a fermentação acética.

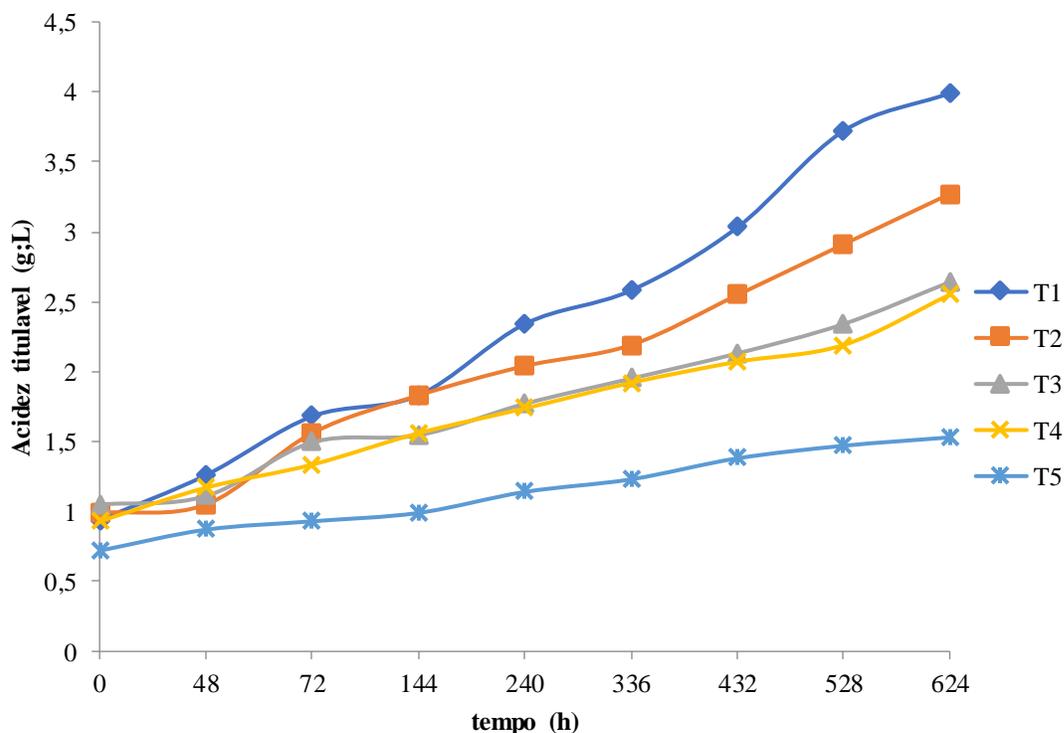


Fonte: Os autores.

A fermentação espontânea em todos os ensaios foi conduzida em condições ambientais similares. Mediante observação das condições físicas foi possível visualmente verificar o término da FAL, percebido inicialmente pela ausência de desprendimento de gás nos frascos. As amostras permaneceram sob fermentação até completar 26 dias (624h), contados desde o início dos experimentos.

Foi notório a descida de pH desde o primeiro ao último dia de fermentação (Gráfico 3). A diminuição do pH foi desejável, pois ajudou a manter o pH baixo o suficiente para inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, a sua descida já prova que houve uma fermentação bem-sucedida. Para T1 a T4 mostra que não apresentou diferença significativa na sua variação ao longo do tempo, mas verifica-se que do primeiro e último dia houve decréscimo significativo. Akubor (2017) no seu estudo da caracterização de vinhos de frutas de malambe, abacaxi e cenoura, obteve seus resultados da fermentação durante 7 dias, prolongando até 20 dias verificando o comportamento de pH. Após 20 dias de fermentação teve uma média de pH 3,0 para malambe, pH 3,6 para cenoura e pH 3,5 para abacaxi, resultados pelo qual se assemelham com o de presente estudo a partir do dia 18 a 22.

Gráfico 4. Comportamento da acidez titulável durante a fermentação acética.

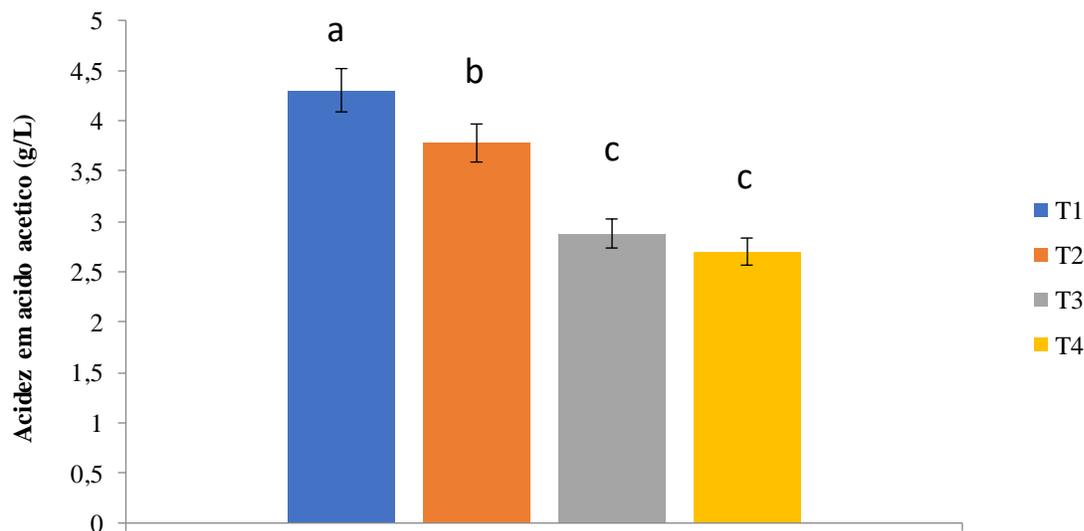


Fonte: Os autores.

No gráfico 4, verificou-se que depois de transcorrido o período de FAC, o T1 apresentou maior valor de acidez titulável. Este fato pode ser devido à alta concentração do mosto comparativamente aos outros tratamentos ou até pode ser que a diminuição da concentração do mosto no início fez com que houvesse déficit de nutrientes para BAA. A diminuição da concentração em demais tratamentos se deve à procura da melhor formulação possível para produção de vinagre. Em 432h de fermentação, foi possível verificar a formação da película superficial conhecida como mãe do vinagre (Apêndice II, imagem 6). Tal película é constituída de polissacarídeos e permite o contato das bactérias ácido acéticas com o oxigênio superficial.

Teor do vinagre produzido

Gráfico 5. Teor de acidez em ácido acético do vinagre produzido.



Fonte: Os autores.

Em Moçambique, não existe uma legislação específica que define o parâmetro ideal para acidez em ácido acético em vinagres, mas a legislação brasileira exige um mínimo de 4,00% em vinagres (Brasil, 1999). Das amostras analisadas, apenas o T1 apresentou valores de acidez em ácido acético em conformidade com a legislação. Notou-se que o T1 diferiu significativamente com os demais tratamentos, mas o T3 e T4 não diferiram entre si apesar de serem os tratamentos com menor acidez (Gráfico 5). Quanto ao T2 foi possível observar que estava próximo da faixa de aceitação.

A acidez em ácido acético corresponde ao teor de ácido acético presente no vinagre, sendo este elemento mais importante, a acidez total titulável é a quantidade de ácido presente em uma amostra. É possível verificar a partir do gráfico 4 e 5 que a acidez em ácido acético não difere tanto com acidez total titulável, com base nesses resultados pode-se afirmar que o ácido acético é predominante em relação aos outros ácidos.

Em comparação com outros autores, Barbosa (2014) obteve o teor em ácido acético em torno de $4,21\text{g.L}^{-1}$ em vinagre elaborado a base de manga. Semelhante resultado foi observado por Ilha *et al.*, (2009) quando avaliaram o vinagre de mel, notaram que apresentou acidez cerca de $4,28\text{g.L}^{-1}$, resultados pelo qual não diferem com T1 do presente estudo, mas para Melo (2013) no seu estudo da caracterização físico-químicas do fruto e produção de vinagre de *physalis pubescens* L., obteve ($5,67\text{g.L}^{-1}$), valor superior comparativamente ao presente estudo.

Caracterização dos vinagres produzidos

Os resultados obtidos para os parâmetros de pH, teor de ácido acético, acidez titulável, extrato seco total, cinzas e sólidos solúveis totais nos vinagres produzidos constam na Tabela 3.

Tabela 3. Análises físico-químicas do vinagre obtido.

Tratamento	pH	EST (%)	Cinzas (%)	SST
T1	3.06±0.17 ^a	14.41±0.4 ^a	2.92±0.18 ^a	3.3±0.14 ^c
T2	3.07±0.01 ^a	13.04±0.2 ^a	1.63±0.1 ^b	4.61±0.1 ^b
T3	3.14±0.02 ^a	6.62±1.11 ^b	2.712±0.11 ^a	9.1±0.5 ^a
T4	3.06±0.24 ^a	5.15±0.3 ^b	1.32±0.14 ^b	9.3±0.1 ^a

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença entre si ($p < 0.05$) pelo teste de Tukey. EST (extrato seco total); SST (sólidos solúveis totais); T1 a T4 são os tratamentos; \pm desvio padrão.

Fonte: Os autores.

O pH durante o processo de acetificação variou de (3,58 a 3,66), no início, para 3,06 a 3,14 no final (Gráfico 3). Esta diminuição do pH se deve à produção de ácido pelas BAA através do consumo de álcool e sua transformação em ácido acético. Segundo Pedroso (2003), avaliando o pH de seis marcas diferentes de vinagres de maçã industriais encontrou uma variação de (2,93 a 3,36), valores estes, semelhantes a do presente estudo.

Para Marques *et al.*, (2010) no seu estudo, analisando o pH dos vinagres obtidos de diferentes tipos de frutas, encontrou cerca de 3,40 para laranja; 3,33 para maracujá; 3,10 para maçã e 3,51 para tangerina, valores estes que diferem significativamente do presente estudo.

O pH e a acidez influenciam decisivamente na qualidade e aceitabilidade sensorial dos vinagres, pois tais parâmetros estão relacionados a percepção sensorial, sendo que o percentual de ácido acético dos vinagres é diretamente proporcional à acidez percebida sensorialmente (Tesfaye *et al.*, 2002). Em vinagres com acidez de 5% o pH apresenta-se em intervalos de (2,46 a 3,18), entretanto, tais características podem variar de acordo com a matéria-prima utilizada como frutas (uvas, maçã, laranja, entre outros), assim como, se são provenientes de destilados (Marques *et al.*, 2010).

Os valores de extrato seco total encontrados no presente estudo com exceção do T4, encontram-se na faixa do estabelecido pela legislação brasileira, pois, a lei vigente estabelece que, vinagres provenientes de álcool apresentem extrato seco mínimo de 5,0 (g. L^{-1}), já para os de frutas o mínimo é de 6,0 g. L^{-1} (Spinosa, 2002). O T1 e T2 não diferem. O mesmo acontece com T3 e T4 não diferindo significativamente, mas apresentando cerca da metade do extrato seco em comparação com T1 e T2. Portanto, valores altos e baixos de extrato seco podem ser explicados pelo tipo da matéria-prima utilizada, concentração do mosto e açúcares, bem como os métodos de filtração. Marques (2010), no seu estudo de padrões de identidade e qualidade de fermentados acéticos comerciais de frutas e vegetais, para vinagre de vinho tinto obteve cerca de 10,5(g.L^{-1}), para vinagres de manga, arroz e kiwi não diferiam significativamente com valores em torno de 14,1 a 14,8 (g.L^{-1}).

Valores semelhantes a do presente estudo mas diferentes dos resultados achados por Zilioli (2011), determinou em seus vinagres diferentes valores para extrato seco (g. L^{-1}), sendo os vinagres de arroz (1,20 g. L^{-1}) e maracujá (24,99 g. L^{-1}).

No que se refere ao conteúdo de cinzas, observou-se que os resultados obtidos (Tabela 3), encontra-se na faixa quando comparado pelos outros autores. De Sousa *et al.*, (2012), obteve resultados das cinzas (1,63 a 3,43 g.L⁻¹). Similares resultados foram encontrados por Marques (2010) quando determinou as características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de vinagres de diferentes matérias-primas cerca de 1,75 a 5,17 (g.L⁻¹).

Analisando os dados apresentados no que se refere aos sólidos solúveis totais, verifica-se que, embora tenha ocorrido redução nos valores do °Brix, uma concentração bastante alta ainda pode ser verificada principalmente no T3 e T4, os quais apresentaram valores iniciais de 17,5 e 19 °Brix, respectivamente. Isto pode ter ocorrido pela presença de açúcares não fermentescíveis na própria polpa, ou ainda, pelo teor de álcool produzido atingir níveis superiores aos suportáveis pelas bactérias fermentativas, inativando-as ou levando-as à morte.

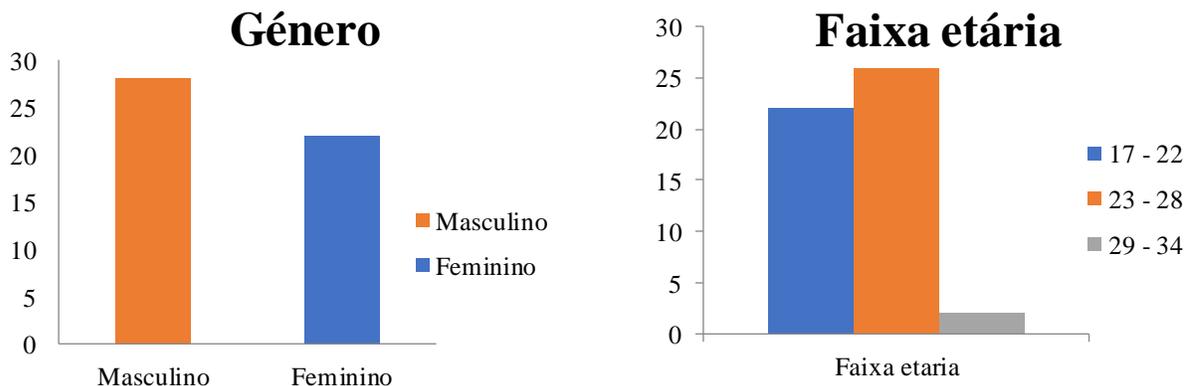
Segundo Timm *et al.*, (2015), no seu estudo do processamento de conservas de *Sarcocornia perennis*, avaliando a concentração do vinagre, sal e açúcar teve °Brix cerca de 3,77 a 5, valores estes, similares ao T1 e T2 o que tudo indica que a fermentação foi completa havendo uma estabilização no consumo açúcar. O T1 e T2 no início apresentaram 12,73 e 16 para °brix, nota-se que houve um decréscimo que favorece o processo de fermentação, o que não aconteceu para T3 e T4, por essa razão a produção da acidez foi reduzida em comparação com T1 e T2 demonstrados na tabela 3.

Análise sensorial

Caracterização do perfil dos provadores

O presente estudo contou com 50 provadores, sendo que 28 eram do sexo feminino e 22 do sexo masculino, dos quais 22 estavam na faixa etária de 17-22 anos de idade, 26 na faixa dos 23-28 e 2 na faixa dos 29-34 anos de idade.

Gráfico 6. Distribuição dos provadores quanto ao género e faixa etária.



Fonte: Os autores.

Aceitação dos vinagres

Na tabela 4, ilustra as notas de aceitação por escala hedônica dos vinagres baseada em quatro atributos sensoriais.

Tabela 4. Médias (\pm Desvio Padrão) das notas dos julgadores na análise sensorial dos vinagres produzidos.

Atributos	T1	T2	T3	T4	TP
Cor	6 \pm 1.51 ^a	6.3 \pm 1.72 ^a	6.34 \pm 1.54 ^a	6.32 \pm 1.76 ^a	6.82 \pm 1.75 ^a
Odor	6.36 \pm 1.69 ^{ab}	6.46 \pm 1.64 ^a	6.32 \pm 1.54 ^{ab}	5.92 \pm 1.83 ^{ab}	5.42 \pm 2.25 ^b
Sabor	6.5 \pm 1.82 ^a	6.54 \pm 1.69 ^a	6.2 \pm 1.60 ^{ab}	6.38 \pm 1.83 ^a	5.32 \pm 2.43 ^b
Impressão Global	6.58 \pm 1.61 ^a	6.58 \pm 1.70 ^a	6.58 \pm 1.42 ^a	6.38 \pm 1.75 ^{ab}	5.52 \pm 1.98 ^b

Letras diferentes na mesma linha indicam diferença entre si ($p < 0.05$) pelo teste de Tukey. TP (Tratamento padrão / vinagre comercial); T1 a T4 são os tratamentos.

Fonte: Os autores.

Com base na tabela 4, a cor não apresentou diferença estatística em todos os tratamentos. No entanto, a cor teoricamente deveria ter apresentado diferença, devido a concentração do mosto/açúcar para cada tratamento ou devido a comparação com o vinagre comercial (TP) de maçã, uma vez que, são de diferentes matéria-prima. Estes resultados se assemelham com os encontrados por Pestana *et al.*, (2008), avaliando sensorialmente vinagres produzidos de flores de *Malvaviscus arboreus Cav.*, e Marques (2010), analisando sensorialmente os vinagres produzidos a base de laranja com mel e Kiwi.

Quanto a odor, o T2 leva a maior nota, diferindo significativamente do TP, mas semelhante aos demais tratamentos. Segundo os comentários dos provadores, a maior parte preferiu o T1 e T2 alegando ter aroma agradável, mas o T4 foi o contrário pois diziam ter cheiro a bebida forte.

Em relação ao sabor, o T1 diferiu do vinagre comercial (TP) e do T3, mas não diferiu do T2 e T4. As maiores notas para o atributo sabor foram atribuídas a T1 e T2, em contrapartida a pior nota foi atribuída a TP. Era esperado que o T1 tivesse melhor nota comparativamente a T2, pois, o T1 foi o que apresentou maior acidez (Tabela 4), facto surpreendente e que contraria o estudo de Marques *et al.*, (2008), alegando que a aceitação sensorial do vinagre é influenciada pela acidez, pois o percentual de ácido acético é diretamente proporcional à acidez percebida sensorialmente. Segundo Altisent *et al.* (2013), o sabor continua sendo um motivo dominante no momento em que os consumidores optam por adquirir um produto, a escolha da matéria prima torna-se um fator crucial.

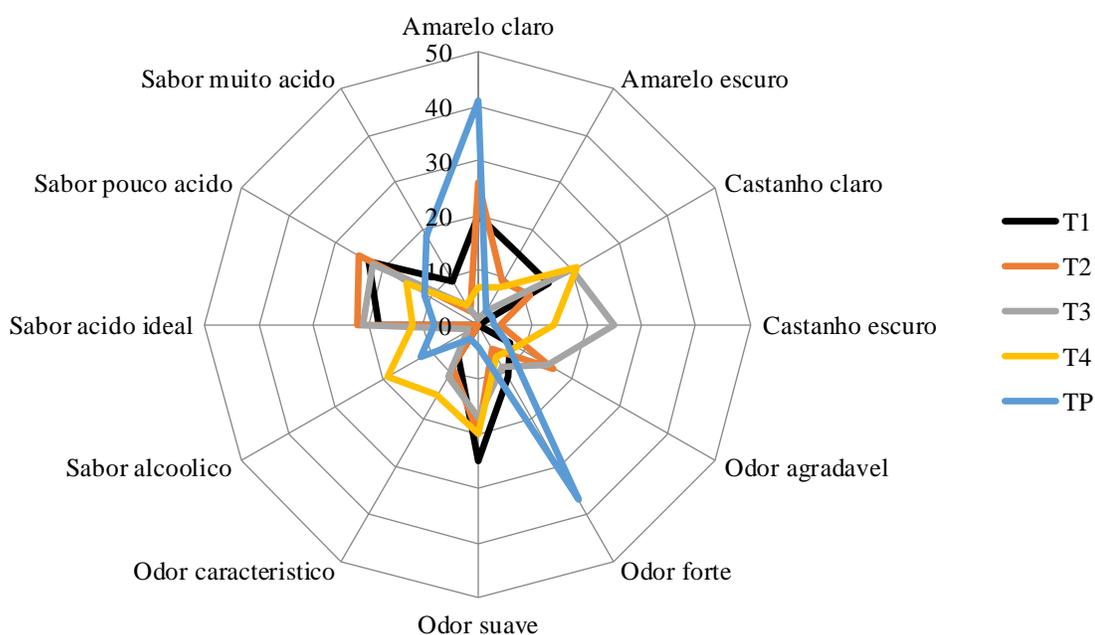
Nas impressões globais, o T1, T2 e T3 obtiveram notas superiores aos demais, diferindo estatisticamente do vinagre comercial e do T4 (Tabela 4), destacando, mais uma vez, a preferência incondicional dos T1 e T2. Observa-se que todos os vinagres produzidos apresentaram notas iguais ou superiores a 6, demonstrando a boa aceitação por parte dos provadores. Finalmente, uma alta aceitabilidade sensorial de vinagres de malambe foi confirmada por um teste de classificação por impressão global (gustativa e olfativa).

De acordo com a Tabela 4, os resultados para os diferentes atributos avaliados pelos consumidores apresentaram médias iguais a seis. Numa escala hedônica de 9 pontos Muñoz *et al.*, (1999) consideraram um valor de 6 como escore de aceitabilidade comercial ou limite de qualidade para um produto, neste caso, os valores obtidos estão dentro da aceitabilidade comercial.

Percepção sensorial

O gráfico abaixo (Gráfico 6) demonstra a descrição dos vinagres, baseada no total de respostas em relação a vários atributos sensoriais para cada amostra.

Gráfico 7. Representação gráfica da densidade de respostas dos provadores referente a percepção dos atributos sensorial.



Fonte: Os autores.

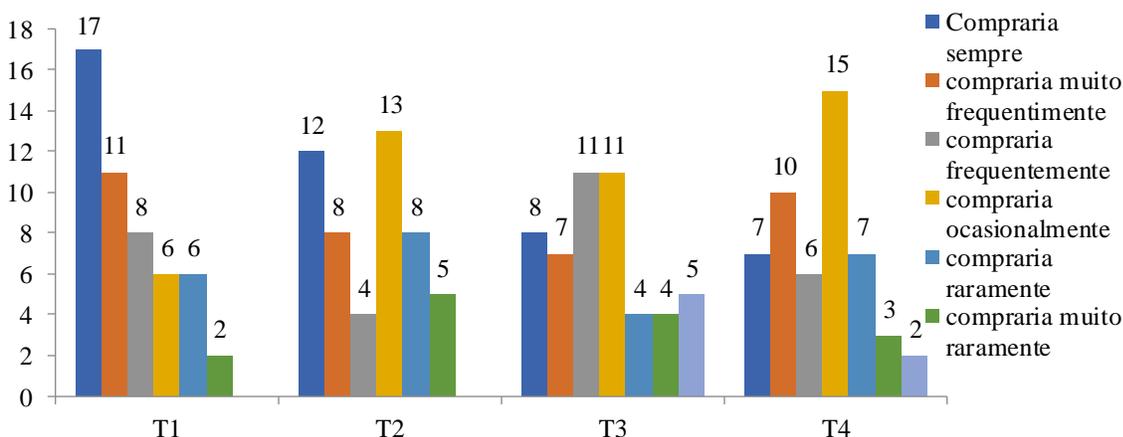
No gráfico radar, a intensidade do atributo aumenta do centro para a periferia da figura de cada atributo e em cada amostra é marcada no eixo correspondente, e assim é traçando o perfil sensorial pela conexão dos pontos.

Dessa forma, segundo o gráfico 6, foi possível observar que a percepção dos julgadores perante aos atributos mais escolhidos do T1, apresenta a cor amarelo claro, sabor pouco ácido e odor suave, mesmos resultados observa-se no T2, para T3 os atributos mais escolhido por meio dos sentidos são: cor castanho escuro, sabor pouco ácido e odor suave, para T4 a cor foi castanho claro, sabor alcoólico e odor suave. Em contrapartida TP apresenta um odor forte, sabor muito ácido e cor amarelo claro. A cor castanha se deve a quantidade de açúcar usada nos tratamentos, que foi o caso do T3 e T4, quanto ao sabor e odor apenas T1 estava próximo de TP (vinagre comercial).

Intenção de compra

O gráfico 8, observa-se a intenção de compra das amostras analisadas pelos julgadores

Gráfico 8. Representação gráfica da intenção de compra dos provadores.



Fonte: Os autores.

Os resultados indicam uma maior potencialidade do mercado dos vinagres para T1, observa-se o grau de satisfação dos provadores quanto a compra dos produtos, cerca de 17 julgadores comprariam sempre. Embora o T1 tenha melhores notas comparativamente aos outros, para teste de Tukey não houve diferença significativa para intenção de compra, querendo dizer que grande parte dos provadores demonstraram intenção de compra para todos os tratamentos.

A menor frequência de respostas para intenção de compra foi para T3 e T4. Possivelmente, isso esteja relacionada ao sabor pouco ácido ou alcoólico, uma vez que, para vinagre é fundamental que tenha sabor ácido.

CONCLUSÕES

Após a extração da polpa verificou-se que a porcentagem de sementes no fruto é significativa, a sua separação poderá facilitar e embaratecer a exportação da matéria-prima.

Para os vinagres obtidos por fermentação espontânea constatou-se que as leveduras naturalmente presentes no fruto mostraram-se eficientes, mas somente o T1 com $4,3\text{g.L}^{-1}$ produziu vinagre com percentual de ácido acético suficiente para atender à exigência da legislação. Contudo, observou-se que a proporção água/malameco apresentou efeito negativo quanto à produção de ácido acético.

Os vinagres de todos os tratamentos foram aceitos sensorialmente e o T1 foi quem se destacou por apresentar parâmetros físico-químicos mais próximos aos que são previstos pela legislação.

REFERÊNCIAS

AHMED, M. A. M. **Production and Quality Assessment of Instant Baobab (*Adansonia Digitata* L.)**. Tese de Doutorado. University of Khartoum, 2007. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/289194072Production_and_Quality_Assessment_of_Instanant_Baobab_Adansonia_digitata_L.

AKUBOR, P. I. **Characterization of fruit wines from baobab (*Adansonia digitata*), pineapple (*Ananas sativus*) and carrot (*Daucus carota*) tropical fruits**. Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology, 2017, p.1-10. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/319423415_Characterization_of_Fruit_Wines_from_Baobab_Adansonia_digitata_Pineapple_Ananas_sativus_and_Carrot_Daucus_carota_Tropical_Fruits.

ALTISENT, R. *et al.* **Injection of flavor essences into fruit pieces: a new approach for exploring consumer preferences for novel flavors of apple fruit**. Journal of Sensory Studies, v.28, 2013, p.405-413. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/262966177_Injection_of_Flavor_Essences_into_Fruit_Pieces_A_New_Approach_for_Exploring_Consumer_Preferences_for_Novel_Flavors_of_Apple_Fruit.

AQUARONE, E. & ZANCANARO J.O. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo, ed.Edgard Blücher, 2005. Disponível em https://minerva.ufrj.br/F/?func=direct&doc_number=000456404&local_base=UFR01.

BARBOSA, C. D. **Obtenção e caracterização de vinho e vinagre de manga (*Mangifera indica* L.): parâmetros cinéticos das fermentações alcoólica e acética**. (2014). Dissertação de mestrado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 2014. Disponível em <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-9JNJBN>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa n.º 36, de 14 de outubro de 1999. Estabelece o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Fermentados Acéticos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Seção 1, 1999, p. 76.

CASSONI, V. **Valorização de resíduo de processamento de farinha de mandioca (manipueira) por acetificação**.

CASTRO, N.M.N. **Estudo e Caracterização química dos compostos extratáveis em material da polpa de baobá (*Adansonia digitata*)**. (2008). (Dissertação de Mestrado em Bioquímica e Química de Alimentos). Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Editora Unicamp, 2007.

DE SOUSA ABUD, A. K., DE FARIAS SILVA, C. E., & ARAÚJO, L. T. **Produção de vinagre de laranja ‘Lima’ em vinagreira artesanal.** Scientia Plena, 8(12 (a), 2012. Disponível in: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813766-6.00021-7>.

ILHA, E. C., TORRES, R. D. O., BERTOLDI, F. C., DOS REIS, V. D. A., & SANT'ANNA, E. **Tecnologia de produção de vinagre de mel.** Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2009. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAP-2009-09/57063/1/BP86.pdf>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ.. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: 3. ed. São Paulo: IMESP, 2008, p. 297-301.

KABORE, D., SAWADOGO-LINGANI, H., DIAWARA, B., COMPAORE, C.S., DICKO, M.H., & JAKOBSEN, M. **A review of baobab (*Adansonia digitata*) products: Effect of processing techniques, medicinal properties and uses.** *African Journal of Food Science*, 5(16), 2011, p. 0833-844. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266178663_A_review_of_baobab_Adansonia_digitata_products_Effect_of_processing_techniques_medicinal_properties_and_uses. 2011

MADIGAN, M. T. **Microbiologia de Brock.** 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 1160.

MAGAIA, TELMA. **Chemical analysis to promote the use of wild fruits from Mozambique.** Lund University. Tese de doutorado, 2015. <http://www.repositorio.uem.mz/handle/258/342>.

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, 2010, p. 1206-1210. Disponível <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000117>.

MARQUES, F. P. P. **Características físico-químicas, nutricionais e sensoriais de vinagres de diferentes matérias-primas.** (2010). Dissertação de mestrado. UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS ESCOLA DE AGRONOMIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS. Goiânia, 2010.

MARQUES, S., SPINOSA, W., FERNANDES, K. F., CASTRO, C. F. D. S., & CALIARI, M. (2010). **Padrões de identidade e qualidade de fermentados acéticos comerciais de frutas e vegetais.** *Food Science and Technology*, 30, 2010, p.119-126. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342598271_Obtencao_e_caracterizacao_de_vinagre_d_e_manga_pelo_metodo_de_acetificacao_de_Orleans.

MELO, L. W. S. **Caracterização físico química do fruto e produção de vinagre de *Physalis pubescens* L.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15263>.

MELO, L. W. S. D. **Caracterização físico química do fruto e produção de vinagre de *Physalis pubescens* Ly.** (2013). (Bachelor's thesis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná), 2013. <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15263>.

MUÑOZ, A.M.; CIVILLE, G.V. & CARR, B.T. **Sensory Evaluation in Quality Control**. New York 1999: Van Nostrand Reinhold, 240p. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00014-9](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00014-9).

NDABIKUNZE, B. K. et al. **The production of jam from indigenous fruits using baobab (*Adansonia digitata* L.) powder as a substitute for commercial pectin**. African journal of food, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5897/AJFS.9000297>.

NOUR, A. A., MAGBOUL, B. I., & KHEIRI, N. H. **Chemical composition of baobab fruit (*Adansonia digitata* L.)**. Tropical Sciences, 22(4), 2007, p.383-388. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/358565667_Variation_in_Chemical_Composition_of_Baobab_Adansonia_digitata_L_fruits_pulp_in_relation_to_fruit_shape_types_and_locations.

OSMAN, M. A. **Chemical and Nutrient Analysis of Baobab (*Adansonia digitata*) Fruit and Seed Protein Solubility**. Plant Foods for Human Nutrition 59: 2004, p.29–33. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/8057101_Chemical_and_Nutrient_Analysis_of_Baobab_Adansonia_digitata_Fruit_and_Seed_Protein_Solubility.

OYELEKE, G. O.; SALAM, M. A. & ADETORO, R. O. **Some aspects of nutrient analysis of seed, pulp and oil of baobab (*Adansonia digitata* L.)**. IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT), v. 1, n. 4, 2012, p. 2319-2402.

PASSOS, F. D. M. **Valorização de frutos de *Adansonia digitata* L.: polpa e sementes**. 2016. Disponível in: <https://hdl.handle.net/10216/87692>

PEDROSO, P.R.F. **Produção de vinagre de maçã em biorreator airlift**. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Departamento de Engenharia Química, UFSC, Florianópolis, 2003.

PESTANA, V.R.; ZAMBIAZI, R.C. & WALLY, P. **Influência de diferentes variedades de hibisco na obtenção de vinagres semi-artesanais**. In: XIII CIC XII LP II MPG da UFPel, Pelotas. Anais... Pelotas, 2008.

SARAVANARAJ, M. **Pharmacognostical, Phytochemical and Anti-Diabetic Studies on Fruits of *Adansonia Digitata* Linn**. Diss. Madras Medical College, Chennai, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20959/wjpps20175-9166>.

TEMBO, D. T. **Optimisation of Baobab (*Adansonia digitata*) fruit processing and handling techniques for increased human nutrition and commercialisation in Malawi**. (2016). (Doctoral dissertation, University of Leeds). 2016. [https://www.semanticscholar.org/paper/Optimisation-of-Baobab-\(Adansonia-digitata\)-fruit-Tembo/cb7728ac904694d11e296f11be12ad2d4253fa3d?utm_source=direct_link](https://www.semanticscholar.org/paper/Optimisation-of-Baobab-(Adansonia-digitata)-fruit-Tembo/cb7728ac904694d11e296f11be12ad2d4253fa3d?utm_source=direct_link).

TESFAYE, W., et al. **Descriptive sensory analysis of wine vinegar: tasting procedure and reliability of new attributes**. Journal of Sensory Studies, 2010, p.216-228. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2009.00253.x>.

TESSARO, DINÉIA et al. **Avaliação das fermentações alcoólica e acética para produção de vinagre a partir de suco de laranja**. Acta Scientiarum. Technology, v. 32, n. 2, 2010, p. 201-205.

TIMM, T. G., JÚNIOR, A. A. S., & BERTIN, R. L. **Processamento de conservas de Sarcocornia perennis**. Agropecuária Catarinense, 2015. 28(1), p.97-102. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/issue/view/6>.

TORRES, N; ALBERTO, B. **Cinética e caracterização físico-química do fermentado do pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale L.*)** 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000300015>.

WOOD, B. J. B. **Microbiology of fermented foods**. Edited by Brian J.B. Wood. London: Blackie. New York, NY. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0309-1>.