

**QUALIDADE  
MICROBIOLÓGICA DE  
PUPUNHA (BACTRIS  
GASIPAES KUNTH) COZIDA  
COMERCIALIZADA EM  
FEIRAS LIVRES DOS  
ESTADOS DO MARANHÃO E  
PARÁ**

**MICROBIOLOGICAL QUALITY OF COOKED PEACH PALM FRUIT (BACTRIS  
GASIPAES KUNTH) SOLD IN OPEN-AIR MARKETS IN THE STATES OF  
MARANHÃO AND PARÁ**

Ciências da Saúde • 08/06/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/780809748](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/780809748)

---

Adria Brianna Sodré Campos<sup>1</sup>

Ana Z lia Silva<sup>2</sup>

Cristiane Rêgo Oliveira<sup>3</sup>

Heliana de Araújo Morais<sup>4</sup>

Elian Chaves Ribeiro<sup>5</sup>

Cairo C zar Braga de Sousa<sup>6</sup>

Wellington Jorge Farias de Oliveira<sup>7</sup>

Ros lia de Fátima Ferreira Martins<sup>8</sup>

---

## RESUMO

As frutas constituem importantes fontes de nutrientes essenciais à saúde humana, sendo frequentemente comercializadas em feiras livres, ambientes que podem favorecer a contaminação microbiológica. Entre essas frutas destaca-se a pupunha (*Bactris gasipaes Kunth*), muito consumida na forma cozida. Este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade microbiológica de pupunhas cozidas comercializadas nas cidades da Raposa- MA, Pinheiro- MA e Belém-PA. Foram investigados microrganismos aeróbios mesófilos, bolores e leveduras, coliformes totais e termotolerantes, *Salmonella spp.* e outros microrganismos de interesse higiênico-sanitário. As amostras foram coletadas em feiras livres, congeladas e transportadas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos da UFMA para análises microbiológicas. A enumeração de coliformes foi realizada pela técnica do Número Mais Provável (NMP), enquanto a identificação microbiana ocorreu por espectrometria de massa MALDI-TOF. Os resultados demonstraram elevadas contagens de mesófilos aeróbios, bolores e leveduras, além da presença de coliformes totais acima de 1.100 NMP/g na maioria das amostras. Foram identificados *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter spp.*, *Enterococcus faecalis* e *Acinetobacter spp.*, bem como as leveduras *Meyerozyma carpophila*, *Rhodotorula mucilaginosa* e *Candida parapsilosis*. Não foi detectada *Salmonella spp.* nas amostras analisadas. Os resultados evidenciam condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, reforçando a necessidade da adoção de boas práticas de manipulação e treinamento em segurança dos alimentos para garantir um alimento seguro para o consumo.

**Palavras-chave:** Pupunha; Coliformes; Contaminação; MALDI-TOF.

## ABSTRACT

Fruits are important sources of nutrients essential to human health

and are frequently sold in open-air markets, environments that can favor microbiological contamination. Among these fruits, the peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) stands out, widely consumed in cooked form. This study aimed to evaluate the microbiological quality of cooked peach palm fruits sold in the cities of Raposa- MA, Pinheiro- MA, and Belém-PA. Mesophilic aerobic microorganisms, molds and yeasts, total and thermotolerant coliforms, *Salmonella* spp., and other microorganisms of hygienic-sanitary interest were investigated. Samples were collected from open-air markets, frozen, and transported to the Food Microbiology Laboratory of UFMA for microbiological analysis. Coliform enumeration was performed using the Most Probable Number (MPN) technique, while microbial identification was performed by MALDI-TOF mass spectrometry. The results demonstrated high counts of aerobic mesophilic bacteria, molds, and yeasts, in addition to the presence of total coliforms above 1,100 MPN/g in most samples. *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter* spp., *Enterococcus faecalis*, and *Acinetobacter* spp. were identified, as well as the yeasts *Meyerozyma carpophila*, *Rhodotorula mucilaginosa*, and *Candida parapsilosis*. *Salmonella* spp. was not detected in the analyzed samples. The results highlight unsatisfactory hygienic and sanitary conditions, reinforcing the need for the adoption of good handling practices and food safety training to ensure safe food for consumption.

**Keywords:** Peach palm; Coliforms; Contamination; MALDI-TOF.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil assume a terceira colocação como maior produtor de frutas do mundo, com 58 milhões de toneladas produzidas ao ano (Embrapa, 2024). As frutas são fonte de nutrientes essenciais para a

saúde e o bem-estar dos consumidores, ricas em fibras, minerais e outros constituintes que ajudam a prevenir doenças (Martins, 2022).

Dentre os alimentos comercializados têm-se frutas e hortaliças que podem ser consumidas cruas e desta forma, em caso de contaminação, tornam-se importantes veículos de patógenos. A aquisição de frutas em ambientes comerciais como as feiras livres mostrou-se como a principal opção entre moradores do Maranhão e do Pará. As motivações que atraem mais consumidores a esses espaços incluem a grande variedade e quantidade de frutas frescas a baixo preço (Lima; Moraes; Silva, 2014; Costa *et al.*, 2018; Brandão *et al.*, 2021; Anjos; Pinheiro, 2024). No entanto, as feiras podem apresentar condições favoráveis à contaminação microbiológica. Nessas situações, práticas inadequadas de manipulação, transporte e armazenamento podem aumentar o risco para os consumidores, favorecendo a presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes (Silva *et al.*, 2023).

Visando garantir a higiene e a segurança dos alimentos preparados, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece as Boas Práticas para Serviços de Alimentação por meio da Resolução nº 216 de 15 de setembro de 2004 (Brasil, 2004). Definindo práticas de higiene a serem seguidas pelos manipuladores com objetivo de evitar a propagação de doenças veiculadas por alimentos.

As Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) são ocasionadas pela ingestão de água ou alimentos contaminados por microrganismos patogênicos, toxinas ou substâncias químicas, podendo provocar sintomas como náuseas, vômitos, diarreia e febre. No Brasil, entre 2015 e 2024, foram notificados 7.090 surtos de DTHA, envolvendo 112.186 pessoas doentes e 10.970 hospitalizações, sendo a

água apontada como o principal alimento implicado nos surtos notificados (Brasil, 2025). Em nível mundial, a Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que aproximadamente 600 milhões de pessoas adoecem anualmente em decorrência do consumo de alimentos contaminados, resultando em cerca de 420 mil óbitos por ano, com maior impacto em crianças menores de cinco anos (OMS, 2025).

Entre os diversos produtos comercializados em feiras livres, destacou-se a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth) vendidas principalmente na forma in natura ou cozidas em água, contendo sal ou não, prontos para consumo. Seus frutos são reconhecidos por seu alto valor nutritivo apresentando na sua composição lipídios, fibras, amido e carotenoides totais (Brandão *et al.*, 2021). Vale ressaltar que a presença dos carotenoides caracteriza o fruto como uma excelente fonte de betacaroteno e provitamina A (Carvalho *et al.*, 2023). Essas características presentes no fruto possibilitam sua utilização na fabricação de bebidas e outros produtos alimentícios, inclusive aqueles destinados a pessoas celíacas, pois sua composição não inclui glúten (Bezerra; Silva, 2016; Costa *et al.*, 2022).

A realização de análises microbiológicas e a comparação dos resultados obtidos com os padrões estabelecidos pelos órgãos regulamentadores são imprescindíveis para averiguar a qualidade dos alimentos oferecidos aos consumidores. A detecção de microrganismos indicadores é relevante devido sua capacidade de sinalizarem a contaminação, possível presença de patógenos ou processos de deterioração (Gomes *et al.*, 2023). Diante disso, esta pesquisa avaliou a qualidade microbiológica da pupunha cozida comercializada em feiras livres das cidades de Raposa - MA, Pinheiro- MA e Belém- PA.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Pupunha (*Bactris Gasipaes* Kunth)

A pupunha ou pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) é uma palmeira pertencente à família Arecaceae (Aguiar; Yuyama; Souza, 2019). Sua distribuição ocorre em Honduras, Brasil, em todo território da Amazônia e parte do nordeste brasileiro, Bolívia, ilhas do Caribe (Jamaica, Cuba, Trinidad e Porto Rico) e Malásia (Almeyda; Martin 1980; Rojas-Garbanzo *et al.*, 2016).

O fruto da pupunha apresenta diferentes denominações locais: no Brasil é chamado de “pupunha”, na Costa Rica de “pejibaye” e na Colômbia de “chontaduro”. Podem medir entre 4-6 cm de comprimento e 3-5 cm de largura e seu formato é variado (ovoide, cônico ou elipsoide). A polpa é carnosa e rica em lipídeos, a casca é fina e apresenta colorações que variam do verde (quando imaturo) a tons de amarelo, laranja e vermelho. Essa variação de cor está relacionada a variedade, ao estágio de maturação (Spacki *et al.*, 2021) e a presença carotenoides no fruto (Soares *et al.*, 2023). O caule da palmeira é recoberto por espinhos, a floração ocorre geralmente entre outubro e dezembro, e os frutos podem ser colhidos de dezembro a março, podendo esse período se prolongar em função da abundância de chuvas e da fertilidade do solo (Amorim *et al.*, 2024).

Na região Norte do Brasil, a pupunha apresenta grande potencial econômico devido à extração de palmito (consumido principalmente na região Sul do país) e às propriedades nutricionais de seus frutos (Spacki *et al.*, 2021). Os frutos são ricos em amido, lipídeos, proteínas, carotenoides, vitamina C, selênio, zinco e

vitamina A, evidenciada pela coloração alaranjada da polpa, que contém todos os aminoácidos essenciais (Flores *et al.*, 2019; Rojas-Garbanzo *et al.*, 2016; Soares, 2022). O consumo é feito, principalmente na forma cozida, no café da manhã (Carvalho *et al.*, 2023).

A composição da pupunha a torna atrativa para a indústria alimentícia, podendo ser utilizada tanto para consumo tradicional, cozida, como na obtenção de produtos derivados, como farinha, devido à alta concentração de amido, óleos e bebidas fermentadas. Além disso, a ausência de glúten permite seu uso em produtos como bolos, biscoitos e massas destinados a pessoas com doença celíaca (Costa *et al.*, 2022).

O cozimento do fruto antes do consumo é fundamental para inibir fatores antinutricionais (inibidores de tripsina, fitatos e taninos), eliminar cristais de oxalato presentes na casca e inativar a enzima peroxidase da polpa (Soares *et al.*, 2023). O consumo do fruto in natura, mesmo em pequenas quantidades, pode causar sensações de queimação na garganta, sufocamento e inchaço das vias aéreas, enquanto a ingestão em quantidades elevadas pode provocar danos permanentes aos rins e ao fígado devido à intoxicação por oxalato de cálcio (Costa *et al.*, 2022).

Em relação ao cultivo da pupunheira, este gera impacto ecológico importante, pois além da sua alta produtividade e fonte de renda para os agricultores locais, a cultura contribui para suprir a demanda por palmito e reduz a pressão sobre o extrativismo da juçara (*Euterpe edulis* Mart), que morre após a extração do palmito (Spacki *et al.*, 2021). Além disso, o palmito extraído da pupunheira não sofre oxidação e a palmeira começa a produzir após 18 meses (Spacki *et*

*al.*, 2021). Essas características fazem dessa palmeira uma opção viável para uma agricultura familiar, promovendo a sustentabilidade socioeconômica (Embrapa, 2022).

## **2.2. Microbiota das Frutas**

A microbiota presente em alimentos de origem vegetal provém da matéria-prima, sendo composta por microrganismos originários do ar, do solo, da água, de insetos e de animais (Frederico, 2016). Segundo Santos *et al.* (2008), a maior parte da microbiota encontra-se na casca dos frutos, enquanto o interior é praticamente estéril, exceto quando há lesões na superfície que funcionam como porta de entrada para microrganismos, geralmente bolores, leveduras, bactérias lácticas e outros microrganismos ácido-tolerantes, como bactérias acéticas, *Zymomonas* e algumas espécies de *Bacillus*.

Franco e Landgraf (2003) destacam que a sobrevivência e multiplicação de microrganismos em alimentos dependem de fatores intrínsecos, como atividade de água, acidez (pH) e composição do alimento, bem como de fatores extrínsecos, incluindo umidade e temperatura ambiental.

Além disso, alimentos vegetais podem ser contaminados por microrganismos durante o manuseio e processamento, principalmente devido à contaminação cruzada resultante de falhas no controle de higienização pessoal, de equipamentos e da estrutura física utilizada, limpeza e desinfecção insuficientes, armazenamento e transporte inadequados, ou manutenção de temperatura e tempo impróprios durante o preparo (Frederico, 2016).

## **2.3. Microrganismos Indicadores**

Os microrganismos indicadores são grupos ou espécies capazes de sinalizar possível contaminação de origem fecal, presença provável de patógenos ou deterioração do alimento.

Sua detecção pode refletir as condições higiênico-sanitárias que o alimento foi submetido durante as etapas de processamento e armazenamento (Rezende, *et al.*, 2021).

Segundo Landgraf (2003), alguns critérios devem ser observados para definir um microrganismo ou grupo como indicador, destacando-se: facilidade e rapidez de detecção; distinção clara em relação a outros microrganismos da microbiota do alimento; e ausência como contaminante natural do alimento, de forma que sua presença indique, de fato, contaminação fecal ou risco potencial de patógenos, entre outros.

### **2.3.1. Bactérias Mesófilas, Coliformes Totais e Termotolerantes**

O grupo de microrganismos aeróbios mesófilos (MAM) é constituído principalmente por bactérias capazes de se desenvolver em temperaturas ambiente (20°C a 40°C), sendo 37°C a temperatura ideal para o crescimento de patógenos humanos. A contagem total de mesófilos aeróbios é utilizada como parâmetro para avaliar as condições higiênico-sanitárias das práticas de manipulação, das matérias-primas, das condições de processamento e sinais de deterioração, pois indica a carga microbiana total do alimento. Quando associada a outros métodos de análise microbiológica, torna possível a detecção de possíveis falhas no processamento, apontando para possíveis focos de contaminação e, assim viabiliza medidas corretivas para garantir a segurança e a qualidade do produto fornecido de acordo com as normas estabelecidas (Valpato,

2024; Silva, *et al.*, 2017). De acordo com Franco e Landgraf (2003), todas as bactérias patogênicas de origem alimentar são mesófilas.

Os coliformes totais, como definido por Franco e Landgraf (2003), são um grupo de bactérias da família Enterobacteriaceae, capaz de fermentar a lactose com produção de gás, quando incubados a 36 °C, por 48 horas. São constituintes desse grupo predominantemente bactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Apenas *Escherichia coli* tem como hábitat primário o trato intestinal, pois, os outros (*Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*) também estão presentes em outros ambientes como na vegetação e no solo. Conseqüentemente, a presença de coliformes totais no alimento não indica, necessariamente, contaminação fecal recente.

As bactérias que constituem o grupo dos coliformes termotolerantes correspondem aquelas que apresentam a capacidade de fermentar lactose com produção de gás, quando incubadas a temperaturas de  $44 \pm 45^{\circ}\text{C}$ . São as que mais se aproximam de uma contaminação fecal, no entanto, a pesquisa da presença de *Escherichia coli* é útil quando é desejável determinar se houve contaminação fecal (Franco; Landgraf, 2003). Assim, a presença desse grupo de bactérias nos alimentos pode significar condições sanitárias insuficientes (Halkman; Halkman, 2014).

### **2.3.2. Bolores e Leveduras**

Os fungos (bolores e leveduras) são microrganismos que podem estar ou não associados aos processos de deterioração. Pois, em alimentos de baixa acidez e alta atividade de água, se desenvolvem lentamente, já em alimentos de alta acidez e baixa atividade de

água, demonstram um crescimento maior, provocando deterioração no alimento, entre eles, frutas, vegetais e alimentos congelados quando há falhas nas condições de armazenamento (Franco; Landgraf, 2003). Alimentos com alto teor de lipídeos também são fortes candidatas a contaminação por esses microrganismos (Embrapa, 2021).

O risco da contaminação fúngica em alimentos está associado a produção de micotoxinas por algumas espécies. As micotoxinas são produzidas durante a deterioração dos alimentos, pelos fungos filamentosos e apresentam potencial carcinogênico para animais e humanos. As principais micotoxinas são: aflatoxina, tricoteceno, fumonisina, zearalenona, ocratoxina A, alcalóide do esporão de centeio e patulina; sendo a patulina a que mais se associa a frutas. A ingestão de alimentos contaminados por essas toxinas caracteriza as micotoxicoses (Bando *et al.*, 2008; Embrapa, 2021; OMS, 2023).

## **2.4. Microrganismos Patogênicos**

### **2.4.1. Salmonella**

As bactérias do gênero *Salmonella* são bacilos gram negativos da família Enterobacteriaceae, não formadores de esporos, anaeróbios facultativos, catalase positivos, oxidase negativos, e geralmente, a maioria são móveis com flagelos. São bactérias relativamente resistentes e podem se multiplicar em temperatura de 35° C a 43° C (extremos 5° C e 46° C), ph entre 7.0 e 7.5 (extremos 3,8 a 9,5), porém não sobrevivem a temperatura acima de 70° C (Brasil, 2011).

Atualmente existem duas espécies que constitui o gênero: *Salmonella bongori* e *Salmonella entérica*. A primeira geralmente não está associada a quadros de infecção humana e atualmente

possui 22 sorovares identificados, enquanto a *S. entérica*, é responsável pela maioria das infecções humanas, possui mais de 2.500 sorovares divididos em 6 subespécies: (I) enterica, (II) salamae, (IIIa) arizonae, (IIIb) diarizonae, (IV) hountenae, (VI) indica (Brasil, 2011; Guibourdenche, et al., 2010; Grimont, 2007).

A *Salmonella* está disseminada no meio ambiente e no intestino de humanos e animais como em aves, répteis, bovinos, anfíbios e até mesmo em animais domésticos. A *Salmonella* pode contaminar alimentos de origem animal ou vegetal. O contágio ocorre por meio do consumo de alimentos contaminados com fezes de animais, o que pode acontecer durante a ingestão de ovos crus ou carnes mal passadas ou quando não há a correta higienização das mãos antes de cozinhar ou manipular alimentos, ou pode ainda, ser transmitida pelo contato com água contaminada (Silva, 2012; Germano; Germano, 2015; Brasil, 2025).

As doenças causadas por *Salmonellas* (salmonelose) em humanos podem ser divididas em quatro perfis clínicos: gastroenterite, bacteremia, febre entérica e estado de portador crônico (Silva, 2012). A gastroenterite causa sintomas como vômito, dores abdominais, febre e diarreia, que geralmente duram alguns dias e diminuem em uma semana (Bertolino, 2010; Brasil, 2025).

#### **2.4.2. Escherichia Coli**

A *Escherichia coli* (*E. coli*) é um bacilo, gram-negativo, anaeróbio facultativo, não formador de esporos e pertencente à família Enterobacteriaceae. Habita o intestino de humanos e animais, porém algumas cepas possuem capacidade de produzir enterotoxina e causar diarreia; em pacientes debilitados ou

imunossuprimidos, as cepas “não patogênicas” ainda podem causar infecção (Smith; Fratamico, 2017). Fora do intestino, essa bactéria pode causar outras doenças como pneumonia, bacteremia e infecções do trato urinário. A *E. coli* também pode estar presente no meio ambiente: solo, vegetais e água (Mueller; Tainter, 2023).

As cinco principais cepas patogênicas diarréogênicas de origem alimentar são: *E. coli* enteropatogênica (EPEC), *E. coli* produtora de toxina Shiga (*E. coli* enterohemorrágica (STEC/EHEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) e *E. coli* enterotoxigênica (ETEC) (Yang *et al.*, 2017).

## **2.5. Métodos de Detecção de Microrganismos em Alimentos**

Os métodos convencionais de identificação microbiana envolvem etapas de pré-enriquecimento, enriquecimento seletivo, plaqueamento seletivo diferencial e confirmações bioquímica ou sorológicas, que requerem mais tempo para obtenção de resultados. Tornando a pesquisa por microrganismos mais trabalhosa (Bier *et al.*, 2017).

Em contrapartida, a utilização da espectrometria de massa com fonte de ionização e dessorção a laser assistida por matriz - MALDI (Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization) e analisador de massas tempo-de-voo - TOF (Time-of-Flight) oferece vantagens em relação a rapidez e precisão dos resultados. A ferramenta é eficiente e prática para identificação de microrganismos, baseada na análise das proteínas presentes na amostra. Este método permite a identificação rápida e precisa de gêneros e espécies microbianas. Para a realização do procedimento, uma colônia pura do microrganismo é depositada na placa-alvo juntamente com uma

solução matriz de ácido  $\alpha$ -ciano-4-hidroxicinâmico (HCCA), preparada com 50% de acetonitrila e 2,5% de ácido trifluoroacético em água pura. A matriz absorve a energia do feixe de laser do MALDI, promovendo a ionização das moléculas da amostra, que são então aceleradas em um campo elétrico. O analisador TOF (Time-of-Flight) separa os íons de acordo com o tempo que levam para atingir o detector, permitindo a determinação da relação massa/carga ( $m/z$ ) de cada partícula. O conjunto de íons analisados gera um espectro de massa, representado graficamente, que é comparado à biblioteca do equipamento para a classificação das espécies microbianas (Hou; Chiang-Ni; Teng, 2019).

## 2.6. Padrões Microbiológicos

A Instrução Normativa (IN) nº 161, de 1º de julho de 2022, alterada pela IN nº 313, de 4 de setembro de 2024, em conjunto com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 724, de 1º de julho de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos e suas aplicações. Para os alimentos classificados na categoria “Frutas e derivados branqueados ou cozidos”, a legislação determina ausência de *Salmonella* spp. em 25 g da amostra e limite máximo de  $1,0 \times 10^3$  UFC/g para *Enterobacteriaceae*, conforme apresentado na Tabela 1 (Brasil, 2024).

**Tabela 1:** Padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente para frutas e derivados branqueados ou cozidos.

Frutas e derivados	Microrganismo	Limites
Frutas e derivados branqueados ou cozidos	<i>Salmonella</i> spp./25 g	Ausência

Frutas e derivados branqueados ou cozidos	Enterobacteriaceae e	$1,0 \times 10^3$ UFC/g
---	----------------------	-------------------------

**Fonte:** Adaptado de Brasil (2024).

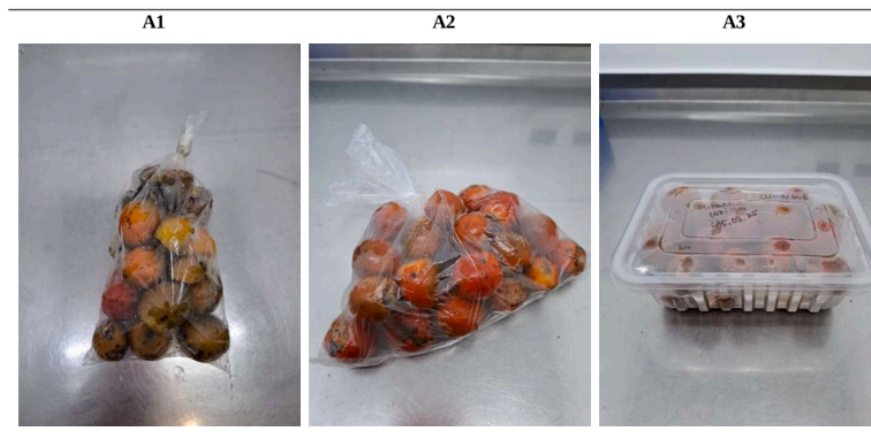
### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Obtenção das Amostras

Foram analisadas amostras provenientes de três cachos de pupunha comercializados em feiras livres dos municípios avaliados. Os frutos analisados estavam na forma cozida (forma na qual é tradicionalmente comercializada). As pupunhas foram coletadas em 3 principais feiras onde são comercializadas nas cidades da Raposa-MA, Pinheiro-MA e Belém-PA. As partes das frutas analisadas foram cascas, sementes e polpas.

As amostras foram congeladas em freezer e transportadas para o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do curso de Farmácia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) em São Luís-MA, em caixa térmica contendo gelo para garantir a integridade microbiológica da amostra.

**Figura 1:** Amostras de pupunhas em embalagens originais de comercialização, adquiridas em feiras livres. A1: Amostra coletada em Pinheiro-MA; A2: Amostra coletada em Belém-PA; A3: Amostra coletada na Raposa-MA.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

## 3.2. Análises Microbiológicas

As análises foram realizadas em duas etapas. A primeira, no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do curso de Farmácia da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) incluindo o preparo da amostra, contagem de coliformes a 35°C (coliformes totais) e a 45°C (coliformes termotolerantes) pela técnica de tubos múltiplos; para a contagem de aeróbios mesófilos totais foi utilizada a técnica de plaqueamento em profundidade (Pour Plate) em PCA; e para contagem de bolores e leveduras foi realizado o plaqueamento em superfície (Spread Plate) em BDA.

A segunda, que foi a identificação dos microrganismos presentes nas amostras realizadas no Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Materno Infantil com MALDI-TOF.

### 3.2.1. Preparo das Amostras

Foram coletadas 25g de amostra, pesadas e transferidas para Erlenmeyer contendo 225mL de solução salina (NaCl) a 0,9%, sendo diluídas na proporção 1:10. As amostras foram identificadas de forma alfanuméricas em cada Erlenmeyer: (Amostra 1: A1A, A1B e A1C; Amostra 2: A2A, A2B e A2C; Amostra 3: A3A, A3B e A3C) e depois

conduzidas para estufa BOD (Demanda Bioquímica de Oxigênio) a temperatura de 37° C durante 24h.

### **3.2.2. Contagem de coliformes totais e termotolerantes**

A contagem de coliformes totais e termotolerantes foi realizada pela técnica de tubos múltiplos e o resultado expresso em Número Mais Provável por grama da amostra (NMP/g), de acordo a metodologia da American Public Health Association - APHA (2015).

Nos tubos de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (CLS), Caldo Lactosado Bile Verde Brilhante (CLBVB) e *Escherichia coli* (EC) foram inoculados 1 mL de cada solução inicial, descrita no tópico 4.2.1. Cada tubo continha 9 ml do meio de enriquecimento e microtubo de Durham invertido no seu interior. Os tubos foram identificados com nome da amostra, nome do caldo e número da diluição seriada ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) correspondente.

Os caldos CLS e CLBVB foram incubados em estufa BOD a temperatura de 37° C durante o período de 24 a 48 horas, enquanto os caldos EC foram incubados em banho-maria a 45 °C por 24-48 horas. As leituras dos tubos foram realizadas no tempo de 24 e 48 horas de incubação. A turvação e a produção de gás no tubo de Durham, observadas nos caldos CLS e CLBVB, indicaram a presença de coliformes totais. A presença de coliformes termotolerantes foi confirmada pela turvação e produção de gás nos caldos EC. Após o período de incubação, a estimativa do NMP foi realizada comparando-se os resultados obtidos com a tabela NMP (BAM, 2023).

### **3.2.3. Plaqueamento em profundidade (Pour Plate)**

Para a contagem de microrganismos aeróbios mesófilos, foi realizado o plaqueamento em profundidade (Pour Plate), seguindo os procedimentos da ABNT NBR ISSO 4833-1:2015. Inicialmente, 1 mL da solução inicial foi transferida para uma placa de Petri estéril com auxílio de pipeta automática, seguido da inversão de 10 mL de PCA sobre a placa. As placas foram homogeneizadas com movimentos em forma de “8” e incubadas na estufa BOD a 37 °C por 24 horas e os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g).

#### **3.2.4. Plaqueamento em superfície (Spread Plate)**

A contagem de bolores e leveduras seguiram as normas descritas no Manual Analítico Bacteriológico (BAM). Para esta técnica foram utilizadas placas de BDA solidificadas e estéreis. Uma alíquota de 0,1 mL foi retirada da solução inicial com pipeta automática e adicionada na placa, com auxílio de uma alça de *Drigalski* a amostra foi espalhada por toda a superfície do BDA, em seguida, as placas foram vertidas, envoltas individualmente com papel filme e incubadas a temperatura ambiente ( $26^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) por 48h (FDA, 2022).

#### **3.2.5. Identificação dos microrganismos**

Os tubos de os CLS ( $10^{-1}$ ) considerados positivos, de cada amostra, foram selecionados para realizar a identificação bacteriana. Uma alíquota (1mL) do caldo foi encaminhada para o Laboratório de Análises Clínicas do Hospital Materno Infantil em caixa isotérmica com gelo. As alíquotas foram posteriormente inoculadas em Ágar Sangue de Carneiro (ASC) e incubadas em estufa a 37 °C por 24 horas. As colônias que cresceram no meio foram diferenciadas visualmente e isoladas em novas placas de ASC para obtenção de

colônias puras. Essas colônias isoladas foram transferidas para a placa-alvo com auxílio de uma ponta estéril e recobertas por 1 µL da solução matriz HCCA. Após a secagem da matriz, a placa foi inserida no MALDI- TOF.

Para a identificação de fungos, uma placa de BDA de cada amostra foi selecionada para repicagem das colônias em Ágar Sabouraud (AS), cujas placas foram incubadas em temperatura ambiente ( $26^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) por 5 dias. As colônias observadas no AS foram isoladas em ASC (incubadas a  $37^{\circ}\text{C}$  por 24 horas). Em seguida, as colônias foram diferenciadas macroscopicamente e transferidas para a placa-alvo, aplicou-se 1 µL de ácido fórmico a 70%, deixou-se secar, adicionou-se 1 µL de HCCA, e a placa foi inserida no MALDI-TOF.

### **3.2.6. Análise Estatística**

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas foram submetidos à análise estatística descritiva simples, utilizando-se medidas de tendência central, incluindo média aritmética e mediana, para os dados de coliformes totais e termotolerantes expressos em Número Mais Provável por grama (NMP/g).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados das avaliações microbiológicas da pupunha para análise de microrganismos indicadores (mesófilos aeróbios, bolores e leveduras e coliformes) estão apresentados na Tabela 2.

A quantificação pela determinação do número de Unidades Formadoras de Colônias (UFC/g) de bactérias aeróbicas mesófilas, bolores e leveduras em placas foi impossibilitada, devido ao alto crescimento dos microrganismos nos meios de cultura. Por isso, os

valores foram padronizados em “Incontáveis (IN)” para esses parâmetros. Em relação ao grupo coliformes, foi possível observar ocorrência em quase toda a amostra.

**Tabela 2:** Resultados das análises microbiológicas de bactérias aeróbicas mesófilas, bolores e leveduras, coliformes totais (35°C), coliformes termotolerantes (45°C) e de *Salmonella* spp. de pupunhas cozidas comercializadas em feiras livres de Raposa- MA, Pinheiro-MA e Belém-PA. Legenda: IN: Incontáveis; UFC: Unidade formadora de colônia; NMP: Número Mais Provável.

<b>Amostra</b>	<b>Mesófilos aeróbios (UFC/g)</b>	<b>Bolores e leveduras (UFC/g)</b>	<b>Coliformes a 35° C (NMP/g)</b>	<b>Coliformes a 45° C (NMP/g)</b>
<b>A1A</b>	IN	IN	>1.100	23
<b>A1B</b>	IN	IN	>1.100	7,4
<b>A1C</b>	IN	IN	>1.100	<3,0
<b>A2A</b>	IN	IN	>1.100	1.100
<b>A2B</b>	IN	IN	>1.100	75
<b>A2C</b>	IN	IN	>1.100	>1.100
<b>A3A</b>	IN	IN	>1.100	<3,0
<b>A3B</b>	IN	IN	>1.100	<3,0
<b>A3C</b>	IN	IN	<3,0	<3,0

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

Foi realizada análise estatística descritiva simples dos resultados microbiológicos obtidos para coliformes totais e termotolerantes nas amostras de pupunha cozida. Para os coliformes totais a 35 °C

observou-se média de 977,00 NMP/g e mediana de 1.100 NMP/g. Em relação aos coliformes termotolerantes a 45 °C, a média observada foi de 257,39 NMP/g, com mediana de 7,40 NMP/g. Os resultados evidenciaram elevada variabilidade entre as amostras analisadas, sugerindo diferenças nas condições higiênico-sanitárias durante a manipulação, armazenamento e comercialização do produto.

A elevada mediana observada para coliformes totais demonstra que a maior parte das amostras apresentou contagens elevadas desses microrganismos, indicando falhas nas práticas de higiene e possível contaminação ambiental. Em relação aos coliformes termotolerantes, a diferença entre média e mediana evidencia distribuição heterogênea entre as amostras, influenciada principalmente pelos elevados valores observados em algumas delas, como A2A e A2C. Esses resultados reforçam a ocorrência de contaminação pós-processamento e a necessidade de adoção rigorosa de boas práticas de manipulação e controle sanitário durante a comercialização da pupunha cozida.

A contagem de microrganismos mesófilos, bolores e leveduras atua como indicadores da qualidade dos alimentos, revelando se as condições de limpeza, sanitização, controle de temperatura durante tratamentos térmicos no processamento dos alimentos, transporte e armazenamento foram eficientes (Miola; Pires, 2019).

Os fungos (bolores e leveduras) se desenvolvem com facilidade em meio propício, como baixa atividade de água e baixo pH, como é o caso das frutas (Gomes *et al.*, 2021). Apesar de não oferecerem riscos direto ao consumidor, níveis elevados em alimentos indicam falhas durante o processamento, o que pode diminuir o tempo de prateleira do produto, já que são microrganismos altamente

deteriorantes (Garcia *et al.*, 2015). De acordo com Araújo *et al.*, (2016), as bactérias aeróbias mesófilas se desenvolvem na presença de oxigênio e a sua multiplicação ocorre sob temperaturas entre 20°C e 45°C, apresentando temperatura ótima entre 30°C e 45°C.

No estudo de Miola e Pires (2019) é referido como aceitável, contagem de mesófilos entre  $10^2$  e  $10^7$  UFC/g para seres humanos saudáveis. Nesse estudo foi realizado um comparativo entre alimentos (banana, mamão, abacaxi, pêra, maçã, cenoura, beterraba, escarola, tomate e acelga) crus e cozidos, dos quais a banana cozida ( $6.10^3$  UFC/g) e a beterraba cozida ( $88.10^3$  UFC/g) apresentaram aumento do quantitativo de mesófilos em relação ao estado cru. As variações de mesófilos na acelga crua ( $32.10^3$  UFC/g) e no abacaxi cru ( $64.10^4$  UFC/g) foram consideradas significativas, já que haviam passado por processo de higienização. Sugerindo assim, uma possível manipulação inadequada após os procedimentos de higienização e de cocção desses alimentos. Os resultados apresentados para contagem de bolores e leveduras foi de  $<10^3$  UFC/g em quase todas as amostras, alterando somente para  $5.10^3$  UFC/g na cenoura crua.

Atualmente está em vigor a IN n° 161/2022, porém ela não especifica limites para contagem de mesófilos aeróbios, bolores e leveduras em frutas *in natura* ou cozidas. Os padrões microbiológicos para bolores e leveduras se aplicam para frutas secas, desidratadas, liofilizadas, polpas, purês, doces em pastas ou massa e similares, incluindo geleias e doces em caldas (Brasil, 2022).

Zamprogna *et al.* (2019) detectaram inconformidades na avaliação de frutas e vegetais com contagens de mesófilos superiores a  $10^6$

UFC/g. Os autores citam, assim como Miola e Pires (2019), que ainda não há um consenso na literatura, no que se refere a contagem de mesófilos, sendo considerados como toleráveis valores até  $10^6$  -  $10^7$  UFC/g para alimentos de origem vegetal prontos para consumo. Em relação ao grupo coliforme foi observado valores entre  $4,9 \times 10^2$  a  $1,2 \times 10^5$  UFC/g para coliformes totais e para coliformes termotolerantes,  $4,2 \times 10^3$  a  $1,2 \times 10^5$  UFC/g, que superam os valores encontrados nas amostras de pupunha. A ocorrência de coliformes termotolerantes caracterizou essas amostras como impróprias para consumo.

Considerando os limites citados por outros trabalhos em relação a contagem de microrganismos mesófilos, pôde-se verificar alto índice de contaminação das pupunhas, demonstrado pelo crescimento superior a 300 colônias ( $>3.000$  UFC/g) nas placas de PCA. Por essa razão, ressalta-se a importância da detecção de mesófilos aeróbios, assim como os fungos, pois são microrganismos que provocam deterioração dos frutos e afetam seu prazo de validade. Especificamente em relação aos fungos filamentosos, há o risco da produção de toxinas (micotoxinas) que oferecem risco a saúde do consumidor (Alegbeleye *et al.*, 2022).

Para identificar a presença do grupo coliforme na amostra, foi realizada a técnica dos tubos múltiplos, e considerados como positivos aqueles tubos que apresentaram bolhas no tubo de Durham (indicando fermentação da lactose) e turbidez dos caldos. Os resultados obtidos pela técnica dos tubos múltiplos foram detalhados no Apêndice A, e permitiram realizar a estimativa do número de colônias em NMP/g, conforme está apresentado Tabela 2. Visualizando os tubos constatou-se que a maioria das amostras positivaram em todas as repetições para coliformes totais, com

valores estimados acima de 1.100 NMP/g, das amostras avaliadas, apenas a A3C apresentou resultado negativo (contagem < 3,0 NMP/g). Na análise de coliformes termotolerantes, observou-se uma variação nos resultados, com valores que oscilaram de < 3,0 NMP/g (A1C, A3A, A3B e A3C) até valores mais elevados, como 1.100 NMP/g na amostra A2A e >1.100 NMP/g na amostra A2C. Desse modo, notou-se alta contaminação de coliformes totais em quase toda amostra, mas com presença variável de coliformes termotolerantes. Ademais, algumas amostras apresentaram valores baixos ou indetectáveis.

A elevada positividade para coliformes totais em praticamente todas as repetições, com valores superiores a 1.100 NMP/g, indica falhas significativas nas etapas de manipulação, higiene ou armazenamento da pupunha, já que esses microrganismos são comumente utilizados como indicadores de qualidade higiênico-sanitária (Lins *et al.*, 2015).

Lins *et al.* (2015) detectou contagens elevadas de coliformes em frutas servidas em uma Unidade de Alimentação e Nutrição. Na análise detectaram contagens de  $>2,4 \times 10^3$  NMP/g para coliformes totais e coliformes termotolerantes. Segundo os autores, a contagem de mesófilos e coliformes totais acima de  $10^5 - 10^6$  UFC/g já são consideradas impróprias para consumo. Ainda destacam, que a forma com que os frutos ficam expostos ao ar livre, submetidos a temperatura ambiente sem a devida refrigeração pode ser um dos fatores agravantes para o desenvolvimento de coliformes.

Na legislação vigente não foi estabelecido um limite específico somente para o grupo coliforme. Contudo, a contagem de coliformes termotolerantes na Amostra 2 (A2A e A2C) já ultrapassa os limites estabelecidos pela IN nº 161/2022 para a contagem total do

grupo *Enterobacteriaceae*. Se levarmos em consideração a RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 que estabelecia limite de  $10^2$  NMP/g para coliformes termotolerantes, a Amostra 2 estaria imprópria para consumo (Brasil, 2001). Valores elevados na A2A e A2C demonstraram risco potencial de veiculação de patógenos de importância clínica (Ferreira, 2005; Sodré, 2014).

Borusso e Quinlan (2017) constataram em seu estudo que o ambiente domiciliar é muito propício a contaminação dos alimentos, destacando-se fatores como temperatura, higienização e sanitização inadequadas nessa área. Os autores identificaram que temperaturas elevadas em geladeiras podem propiciar a contaminação por coliformes, assim como a falta de higiene e sanitização adequada no ambiente. Na sua pesquisa, o grupo coliforme foi isolado em toda amostra, sendo os principais focos de contaminação: pias, esponjas e prateleiras de geladeiras. Esse achado sugere a possibilidade de contaminação cruzada por esses microrganismos nas amostras de pupunha, assim como as alterações de temperatura as quais a amostra foi submetida no local de venda.

A ausência de *Salmonella* neste estudo foi semelhante ao estudo feito por Miola e Pires (2019), porém os autores detectaram valores inferiores a  $<3$ /NMP/g para coliformes a 45°C em todas as amostras, o que difere dos nossos resultados.

Galati *et al.* (2013) analisaram a qualidade microbiológica de vegetais e frutas (cenoura, beterraba, tomate, abacaxi, banana, caqui, limão, maçã, pêra, melancia, mamão, melão) nas formas cruas e cozidas, e detectaram ausência de *Salmonella* em todas as suas amostras. Porém, os resultados da análise de coliformes termotolerantes nesse

estudo foram todos negativos (<3,0 NMP/g), demonstrando que os alimentos estavam em conformidade com as normas vigentes. Da mesma forma, amostras de batata doce cozida, analisadas por Velho (2016), mostraram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação (RDC nº 12/2001), com ausência de *Salmonella* sp., e valores inferiores a 3 NMP/g para o grupo coliforme. Esses resultados demonstraram eficácia do processo de cocção, boa qualidade da matéria-prima, e que as boas práticas de manipulação foram seguidas corretamente. Esse achado reforça que houve falhas no manuseio das amostras analisadas neste estudo, uma vez que, demonstraram altas contagens para coliformes.

Analisando a presença de coliformes totais Borges *et al.* (2023) encontraram resultados positivos em 100% (16/16) da amostra de frutas minimamente processadas com valores entre 43 e 1.100 NMP/g. Em relação aos coliformes termotolerante, a contaminação na amostra foi 37,5% (6/16) com valores de 9,2 NMP/g; a *Escherichia coli* foi identificada em apenas 1 amostra. Resultados similares foram obtidos na análise da pupunha, porém não foi detectado presença de *Escherichia coli* em nenhuma das amostras.

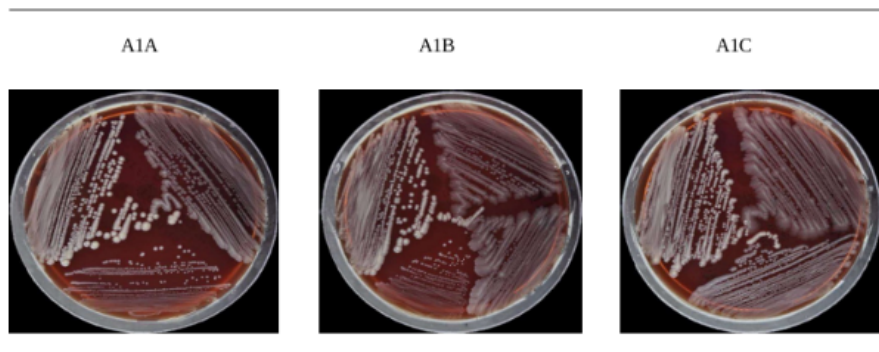
Os resultados obtidos no MALDI-TOF para identificação das colônias bacterianas estão apresentados no Quadro 1. As identificações corroboram aos achados da técnica dos tubos múltiplos, pois constatou-se a presença de bactérias do grupo coliformes, assim como outras bactérias. Na amostra identificou-se *Klebsiella oxytoca*, *Enterococcus faecalis* e *Enterobacter hormaechei* na Amostra 1 (Figura 2); *Acinetobacter baumannii* e *A. soli* na Amostra 2 (Figura 3); *A. baumannii*, *Enterococcus faecalis*, *Enterobacter clocae*, *Enterobacter hormaechei* e *Klebsiella variicola* (Figura 4).

**Quadro 1:** Bactérias identificadas por espectrometria de massa (MALDI-TOF) nas amostras de pupunhas cozidas comercializadas em feiras livres de Raposa-MA, Pinheiro-MA e Belém-PA.

Amostras	Bactérias		
A1A	<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Enterobacter hormaechei</i>
A1B	<i>Klebsiella oxytoca</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Enterobacter hormaechei</i>
A1C	<i>Klebsiella oxytoca</i>		<i>Enterobacter hormaechei</i>
A2A	<i>Acinetobacter baumannii</i>	<i>Acinetobacter soli</i>	
A2B	<i>Acinetobacter baumannii</i>	<i>Acinetobacter soli</i>	
A2C	<i>Acinetobacter baumannii</i>	<i>Acinetobacter soli</i>	
A3A	<i>Acinetobacter baumannii</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>
A3B	<i>Acinetobacter baumannii</i>		<i>Enterococcus faecalis</i>
A3C	<i>Klebsiella variicola</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Enterobacter hormaechei</i>

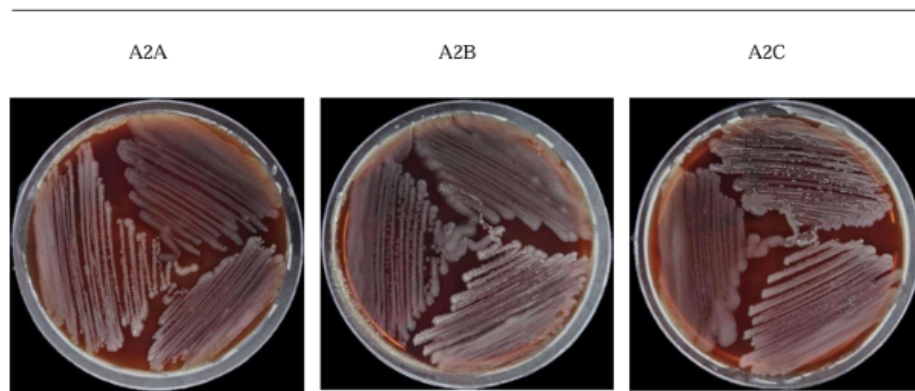
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

**Figura 2:** Isolamento de colônias bacterianas em Ágar Sangue a partir do Caldo Lauril Sulfato Triptose ( $10^{-1}$ ) utilizado no teste presuntivo para coliformes com amostras de pupunha (Amostra 1).



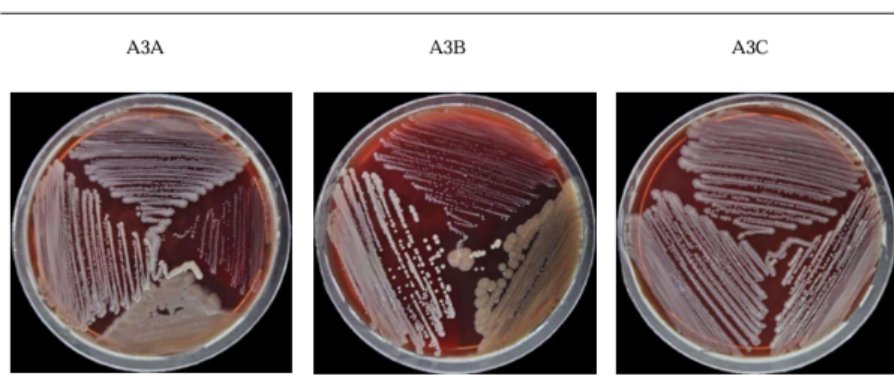
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026)

**Figura 3:** Isolamento de colônias bacterianas em Ágar Sangue a partir do Caldo Lauril Sulfato Triptose (10-1) utilizado no teste presuntivo para coliformes com amostras de pupunha (Amostra 2).



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026)

**Figura 4:** Isolamento de colônias bacterianas em Ágar Sangue a partir do Caldo Lauril Sulfato Triptose (10-1) utilizado no teste presuntivo para coliformes com amostras de pupunha (Amostra 3).



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026)

Entre os patógenos oportunistas comumente veiculados em alimentos, destacaram-se as bactérias Gram-negativas, como espécies do gênero *Klebsiella* (Gundogan, 2014). As bactérias da família *Enterobacteriaceae* são gram-negativas e colonizam comumente o trato gastrointestinal. Dentre elas, as espécies clinicamente mais relevantes incluem *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* e *Citrobacter* sp. A *E. coli* está associada a infecções transmitidas por alimentos e água contaminados, enquanto a *K. pneumoniae* é um patógeno oportunista de grande relevância hospitalar, mas também pode ser encontrada em alimentos. Por sua vez, a *K. oxytoca*, integrante da microbiota intestinal humana, pode causar infecções gastrointestinais, como diarreia, especialmente em indivíduos suscetíveis (Lopes, 2018; Neres *et al.*, 2019; Fonseca, 2024).

Correia *et al.* (2017) identificaram *Klebsiella* spp. em todas as amostras de frutas e verduras analisadas de supermercados públicos e privados. Esse resultado pode indicar uma possível contaminação recente. De forma semelhante, Falomir e Rico (2020), identificaram em frutas, verduras e saladas prontas a *Klebsiella oxytoca*, além da *Enterobacter cloacae* e da *Acinetobacter baumannii*. Peixoto *et al.* (2014) avaliaram a ocorrência de coliformes (13 a 17 UFC/g) em 8 amostras de alfaces americanas minimamente processadas, e constataram presença de *E. coli* e *Klebsiella oxytoca*, porém não houve ocorrência da *Salmonella* nas amostras desse estudo.

O gênero *Enterobacter* está amplamente disseminado na natureza, inclusive em residências e estabelecimentos alimentares, pode ainda estar presente nas fezes humanas e de animais. Estudos revelam a presença do gênero em alimentos, principais no leite e seus derivados. São bactérias que não resistem a temperatura de

pasteurização, logo, sua presença é um forte indício de contaminação pós-processamento de alimentos (Cooney *et al.*, 2014).

À vista disso, os alimentos apresentam elevado potencial para circulação e veiculação de patógenos. Estudos recentes evidenciaram a presença de *Acinetobacter* spp. em alimentos de origem vegetal e animal (Monteiro, 2024), inclusive cepas resistentes a antimicrobianos (Malta; Ramos; Nascimento, 2020). No estudo de Ababneh *et al.* (2022) realizado com amostras vegetais, foram identificados como potenciais veículos de transmissão de *A. baumannii*: entre 234 amostras coletadas, 10 isolados foram detectados em hortaliças e 7 em frutas. Desses isolados 4 apresentaram resistência a medicamentos. De forma semelhante, Carvalheira, Silva e Teixeira (2017) identificaram cepas da *Acinetobacter* resistentes a medicamentos em alfaces e frutas, como peras, maçãs, bananas e morangos, com contaminação em 73,3% das maçãs, 77% das peras, 69,2% das bananas e 55,6% dos morangos.

As bactérias do gênero *Enterococcus* estão presentes em diversos alimentos fermentados, como carnes, laticínios e vegetais, contribuindo tanto para o desenvolvimento de características sensoriais quanto para a produção de bacteriocinas. Entretanto, apresentam relevância higiênico-sanitária, uma vez que, sua presença está associada à contaminação fecal e, conseqüentemente, à possível presença de patógenos intestinais. Embora nem todas causem doenças, níveis elevados de *Enterococcus* reduzem a segurança alimentar (Manobanda Muzo; Bejarano LLangari, 2024).

Lopes, Santos e Zimmer (2022) identificaram 125 espécies diferentes de bactérias nos frutos da pupunha de fermentação espontânea, destacando a presença da *Enterobacter hormaechei*, *Citrobacter freundii* e *Citrobacter koseri*, enquanto em frutos tucumã foi identificado *Meyerozyma carpophila* como uma das espécies mais abundantes.

A detecção das bactérias *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter* e *Enterobacter* em alimentos sugere a ausência de boas práticas de higiene durante a manipulação (Borges *et al.*, 2023). Dessa forma, ressalta-se a importância da higienização adequada dos alimentos e utensílios utilizados na manipulação. A implementação de treinamentos em boas práticas de manipulação é fundamental para reduzir a veiculação de patógenos oportunistas e garantir a segurança dos alimentos (Bastos, 2006; Malta, 2021).

As identificações das leveduras realizadas no MALDI-TOF evidenciaram a variabilidade no crescimento fúngico entre as amostras de pupunha avaliadas. Conforme apresentado no Quadro 2, algumas identificações não ocorreram, pois não houve crescimento em AS. Desse modo, tem-se que as amostras A1A e A2C não apresentaram crescimento fúngico, assim como as amostras do grupo A3 (A3A, A3B e A3C). Entretanto, notou-se o crescimento de leveduras nas demais amostras, como A1B (*Meyerozyma carpophila*; *Rhodotorula mucilaginosa*); A1C (*Meyerozyma carpophila*), A2A e A2B apresentam o crescimento de *Candida parapsilosis*.

**Quadro 2:** Leveduras identificadas por espectrometria de massa (MALDI-TOF) nas amostras de pupunhas cozidas comercializadas em feiras livres de Raposa- MA, Pinheiro- MA e Belém- PA.

<b>Amostras</b>	<b>Leveduras</b>	
A1A	Sem crescimento	
A1B	<i>Meyerozyma carpophila</i>	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>
A1C	<i>Meyerozyma carpophila</i>	
A2A	<i>Cândida parapsilosis</i>	
A2B	<i>Cândida parapsilosis</i>	
A2C	Sem crescimento	
A3A	Sem crescimento	
A3B	Sem crescimento	
A3C	Sem crescimento	

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026)

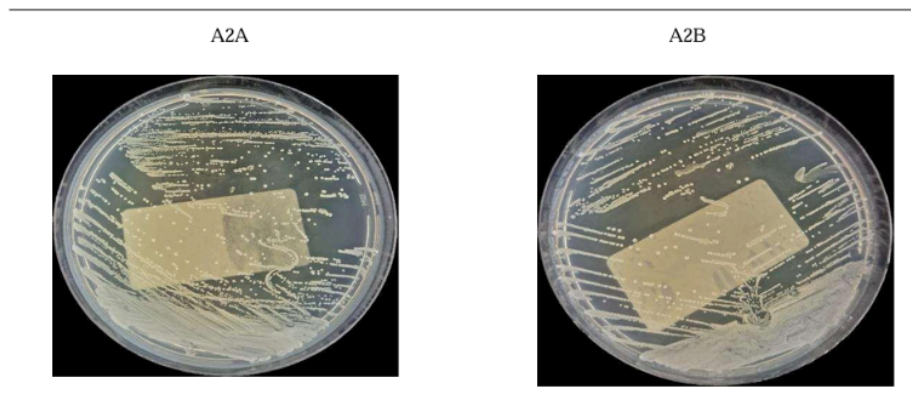
A Figura 5 exibe placas de AS com crescimento de colônias alaranjadas características da *Rhodotorulla mucilaginosa*, e colônias brancas de *Meyerozyma carpophila*. A Figura 6, referente a Amostra 2, revela crescimento em AS de colônias brancas referentes a *Candida parapsilosis*.

**Figura 5:** Amostra de pupunha (A1B e A1C) com crescimento de leveduras em Ágar Sabouraud. Colônias laranjas referentes a *Rhodotorula mucilaginosa* e colônias brancas referentes a *Meyerozyma carpophila*.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026)

**Figura 6:** Placas de Ágar Sabouraud com colônias de leveduras isoladas de amostra de pupunha (A2A e A2B). Crescimento de colônias brancas referentes a *Candida parapsilosis*.



**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026)

As leveduras são microrganismos unicelulares que comumente são isolados da superfície de vegetais (Einson *et al.*, 2018), como é exemplificado por Bastos (2022) na sua pesquisa sobre Produção de Invertases a Partir de Microrganismos Isolados de Frutos Amazônicos, em que se isolou da pupunha a *Meyerozyma carpophila*.

A *R. mucilaginosa* é uma levedura produtora de carotenoides (Zhao *et al.*, 2019), cuja espécie normalmente não representa ameaça ao homem. No entanto, tem sido observado potencial patogênico em pessoas debilitadas e imunocomprometidas (Arendrup *et al.*, 2014; Zhiheng *et al.*, 2022). A *R. mucilaginosa* é uma levedura ambiental, que pode ser isolada de frutos e outros alimentos, além de colonizar

humanos e animais (Wirth; Goldani, 2012), a exemplo, Deligios *et al.* (2015) que isolaram a *R. mucilaginosa* em sementes de cacau. A ausência de crescimento nas amostras A1A, A2C e no grupo A3 sugere que fatores intrínsecos, como composição química ou disponibilidade de nutrientes, ou extrínsecos, como condições de armazenamento, podem ter influenciado no desenvolvimento fúngico. Esses resultados reforçam a importância da identificação precisa das leveduras, uma vez que algumas espécies, como *Candida parapsilosis*, apresentam relevância clínica e potencial risco à saúde em casos de contaminação alimentar (Fernandes *et al.*, 2025).

Grande parte das espécies de *Candida* residem na pele e na microbiota intestinal de humanos e animais, estabelecendo uma relação de comensalismo (Pappas *et al.*, 2018). A contaminação por *Candida*, comumente ocorre pelo contato com as mãos dos manipuladores, mas pode ocorrer também por falha no processo de pasteurização, causando deterioração e propiciando alta contagem de microrganismos oportunistas nos alimentos (Rebhahm, 2017). Além disso, no que se refere a indústria alimentícia, essas leveduras são comumente utilizadas na fermentação de café, cacau, vegetais, carne, cerveja e vinho e na produção de queijos. Por outro lado, sua presença em alimentos pode apresentar risco ao consumidor, por serem capazes causar infecções no trato gastrointestinal (Pereira *et al.*, 2022).

Os resultados obtidos nas análises da pupunha são sugestivos de contaminação pós- processamento. Pois, no processo de cozimento do alimento, a temperatura aplicada excede 100° C, o que é suficiente para eliminar grande parte de microrganismos. Após passarem por esse processo é recomendado manter o alimento sob

refrigeração para prolongar sua vida útil (Furtado, 2021). No entanto, quando não realizado o controle higiênico das mãos de manipuladores ou dos utensílios utilizados por eles, pode ocorrer a contaminação cruzada (Moura; Silva; Mota, 2021).

Um ponto crucial no processamento dos alimentos inclui a etapa da embalagem, pois por meio dela pode haver recontaminação do produto. É necessário que haja cuidado e atenção para a assepsia dessas embalagens, principalmente se essa etapa for realizada manualmente. A higiene e a assepsia são fundamentais para evitar a contaminação cruzada, tendo em vista que alguns alimentos já passaram por processamento térmico (Garcia *et al.*, 2015).

## **5. CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos demonstraram que as amostras de pupunha cozida comercializadas em feiras livres apresentaram condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, evidenciadas pelas elevadas contagens de microrganismos aeróbios mesófilos, bolores, leveduras e coliformes totais e termotolerantes. A identificação de microrganismos de importância higiênico-sanitária, como *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter hormaechei*, *Enterococcus faecalis*, *Acinetobacter baumannii*, *Meyerozyma carpophila*, *Rhodotorula mucilaginosa* e *Candida parapsilosis*, reforça o potencial risco microbiológico associado ao consumo desse alimento quando submetido a práticas inadequadas de manipulação e armazenamento.

Embora não tenha sido detectada a presença de *Salmonella spp.* nas amostras analisadas, os resultados sugerem ocorrência de contaminação pós-processamento, possivelmente relacionada à

manipulação inadequada, contaminação cruzada, armazenamento em temperatura inadequada e exposição prolongada durante a comercialização.

Portanto, se faz necessária a adoção rigorosa de boas práticas de manipulação, higienização adequada de utensílios e embalagens, controle de temperatura e treinamento contínuo dos manipuladores de alimentos, visando reduzir a contaminação microbiológica e garantir maior segurança aos consumidores.

Como limitação do estudo, ressalta-se o número reduzido de amostras analisadas, não sendo possível extrapolar os resultados para toda a comercialização da pupunha nas regiões avaliadas. Porém, os achados evidenciam a importância da realização de novos estudos microbiológicos envolvendo maior número amostral e monitoramento sanitário contínuo de alimentos prontos para consumo comercializados em feiras livres.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABABNEH, Q.; AL-ROUSAN, E.; JARADAT, Z. Fresh produce as a potential vehicle for transmission of *Acinetobacter baumannii*. **International Journal of Food Contamination**, Jordan, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40550-022-00099-0>.

ABNT. NBR ISO 4833-1: Microbiologia da cadeia produtiva de alimentos — Método horizontal para enumeração de microrganismos — Parte 1: Contagem de colônias a 30 °C pela técnica de plaqueamento em profundidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, K.; SOUZA, F. C. A. Caracterização dos frutos de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth) cultivada na Vila do Equador, RR: o que há de novo? **Scientia Amazonia**, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2019. Disponível em: <https://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2018/12/v.-8-n.1-CA1-CA5-2019.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2025.

ALEGBELEYE, O. O. et al. Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. **Applied Food Research**, v. 2, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100122>.

ALMEYDA, N.; MARTIN, F. W. The pejibaye. New Orleans: USDA, 1980. Disponível em: <https://www.biodiversitylibrary.org/bibliography/119743>. Acesso em: 23 abr. 2025.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 5. ed. Washington, DC: APHA, 2015.

AMORIM, I. S. et al. Frutos de palmeiras amazônicas: do valor nutricional à diversidade de novos produtos alimentícios. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v13i1.44789>.

BEZERRA, C. V.; SILVA, L. H. M. Aproveitamento tecnológico da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 18, n. 3, p. 287-296, 2016.

BRANDÃO, A. C. A. S. et al. Caracterização nutricional e compostos bioativos da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Revista Brasileira de**

**Fruticultura**, v. 43, n. 2, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-29452021002>.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jul. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução Normativa nº 313, de 4 de setembro de 2024. Altera a Instrução Normativa nº 161/2022. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 5 set. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 724, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jul. 2022.

CARVALHO, L. M. J. et al. Carotenoides e atividade antioxidante em frutos amazônicos. **Foods**, v. 12, n. 8, p. 1542, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12081542>.

COSTA, C. I. C. et al. Percepção dos consumidores sobre as condições de comercialização de frutas e hortaliças em feira livre de São Luís – MA. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 1, n. 1, p. 1-7, 2018. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/5039>. Acesso em: 20 nov. 2025.

COSTA, R. D. S.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. O fruto da pupunha (*Bactris gasipaes*) e seu potencial tecnológico: uma visão

geral. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 42, p. e82721, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.82721>.

DELIGIOS, M. et al. Draft genome sequence of *Rhodotorula mucilaginosa*, an emergent opportunistic pathogen. **Microbiology Resource Announcements**, v. 4, n. 2, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1128/genomeA.00201-15>.

EMBRAPA. Pupunha. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/pupunha>. Acesso em: 10 nov. 2024.

FERNANDES, F. B. et al. Fatores de virulência e resistência antimicrobiana em infecções bacterianas e fúngicas: impactos na saúde pública e perspectivas terapêuticas. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 17, n. 9, p. e9341, 2025. DOI: <https://doi.org/10.55905/cuadv17n9-034>.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003.

GARCIA, M. V. et al. Contaminação cruzada em alimentos prontos para consumo. **Revista Higiene Alimentar**, v. 29, n. 246/247, p. 22-27, 2015.

GOMES, A. R. et al. Microrganismos indicadores na avaliação da qualidade microbiológica de alimentos. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 5, p. 15432-15445, 2023.

ROJAS-GARBANZO, C. et al. Physicochemical characterization and functional potential of peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth) fruits.

**Journal of Food Composition and Analysis**, v. 46, p. 73-82, 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.11.006>.

SILVA, I. A. et al. Diagnóstico das condições higiênico-sanitárias em uma feira localizada em São Luís (MA). **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 1, e412504, 2023. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v4i1.2504>.

SILVA, N. et al. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2017.

SOARES, S. D. et al. Propriedades nutricionais e tecnológicas da pupunha albina (*Bactris gasipaes*) da Amazônia: influência do cozimento e da secagem. **Foods**, v. 12, n. 23, p. 4344, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods12234344>.

SPACKI, K. C. et al. Pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth): uma revisão. In: LIMA, F. S. et al. (org.). Agricultura e agroindústria no contexto do desenvolvimento rural sustentável. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021. p. 120-134.

---

<sup>1</sup> Bacharela em Farmácia, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís - MA, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>2</sup> Doutora em Agronomia e Docente da Universidade Federal do Maranhão- UFMA, São Luís - MA, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>3</sup> Doutora em Agronomia e Docente da Universidade Federal do Maranhão- UFMA, São Luís - MA, Brasil. E-mail: [acesse o artigo](#)

[original para visualizar o e-mail](#)

<sup>4</sup> Mestre em Ciências da Saúde e Docente da Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís - MA, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>5</sup> Bióloga, Hospital Materno Infantil - UFMA, São Luís - MA, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>6</sup> Doutor em Psicologia e Docente da Universidade Federal do Maranhão- UFMA, São Luís - MA, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>7</sup> Farmacêutico, Mestrando em Saúde - UFMA, São Luís- MA, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

<sup>8</sup> Bacharel em Nutrição, Universidade Federal do Maranhão - UFMA, São Luís- MA, Brasil. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)