



NOVA

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA DA BIOMASSA**

CATARINA RAMOS PIMENTA
Licenciada em Bioquímica

CRITÉRIOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS PARA A VALORIZAÇÃO DE FRUTAS

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

MESTRADO EM TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

Universidade NOVA de Lisboa

Novembro, 2021



NOVA

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY

**DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA DA BIOMASSA**

**CRITÉRIOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS
PARA A VALORIZAÇÃO DE FRUTAS**
DISSERTAÇÃO PARA OTBENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR

CATARINA RAMOS PIMENTA
Licenciada em Bioquímica

Orientadora: Ana Lúcia Monteiro Durão Leitão,
Professora Auxiliar, Universidade NOVA de Lisboa

Coorientadora: Nicole Rolo,
Quality and R&D Department, Empresa X, SA

Júri:

Presidente: Maria Paula Amaro de Castilho Duarte,
Professora Auxiliar, FCT-NOVA

Arguente: João Gregório Moreira Resende,
Grupo Luís Vicente

Vogal: Ana Lúcia Monteiro Durão Leitão,
Professora Auxiliar, FCT-NOVA

MESTRADO EM TECNOLOGIA E SEGURANÇA ALIMENTAR
Universidade NOVA de Lisboa
Novembro, 2021

Critérios Qualitativos e Quantitativos para a Valorização de Frutas

Copyright © Catarina Ramos Pimenta, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

AGRADECIMENTOS

No último ano surgiu esta oportunidade de estágio para conclusão desta etapa acadêmica, a qual sou grata por ter tido oportunidade de ter concretizado. Apesar de estar envolvido todo o meu esforço e dedicação, tenho de agradecer a quem esteve direta e indiretamente envolvido no seu desempenho e na conclusão deste projeto. Em primeiro lugar queria agradecer à minha orientadora, professora doutora Ana Lúcia Leitão, por ter aceite acompanhar-me e orientar-me neste desafio, obrigada pela disponibilidade e cuidado.

À empresa X, por me ter dado a oportunidade de estagiar com eles e a toda a equipa, mas em especial à Nicole, por me ter recebido na empresa e me ter ensinado tudo o que estava ao seu alcance. Por toda a orientação, apoio e carinho em todos os momentos, o meu sincero obrigada.

Aos meus amigos e ao meu namorado, pela compreensão e apoio nas fases mais complicadas e pela força. Com um carinho especial pela Bárbara e pela Carla, que são incansáveis e estão sempre disponíveis para me ajudar com o maior interesse possível, muitas vezes como se fosse algo que lhes pertencesse. E ao João, por nunca deixares de acreditar em mim e tentares sempre ajudar, apesar de não entenderes muitas vezes a dinâmica envolvida.

E por fim à minha família por me ajudarem a conseguir chegar onde cheguei, com todo o apoio e persistência para que nunca estivesse nos meus planos desistir, e sim sempre persistir. Em especial à minha mãe, por ser o meu exemplo de mulher a seguir. A todos, um muito obrigada!

“Always bear in mind that your own resolution to succeed
is more important than any one thing.”
— Abraham Lincoln

RESUMO

Nas últimas décadas, surgiram diversos problemas de saúde como diabetes, doenças coronárias e cânceros associados ao consumo de fruta deficitário pela generalidade da população. Com a alteração do estilo de vida da sociedade, com menos tempo e com preferência por alimentos pré-preparados, o consumo de fruta tem sido menosprezado.

Desta forma, foi necessário encontrar alternativas que promovessem o seu consumo e surgem alternativas de fruta já preparada e pronta a consumir como sugestão mais prática e cómoda para os dias de hoje.

A empresa X utiliza fruta como matéria-prima e produz alternativas práticas, como fruta fresca cortada e desidratada, disponíveis numa vasta rede de comércio para fácil aquisição e consumo. No entanto, devido aos requisitos alimentares utilizados no comércio deste tipo de bens, tem havido um desperdício de matérias-primas em ótimas condições de consumo, mas com algumas características que não permitem a sua venda em determinadas superfícies. A exigência de fruta com aparência idêntica, sem defeitos epidérmicos, com tamanho e forma definidas, exclui uma quantidade considerável de matéria-prima deste comércio e que resulta em desperdício alimentar.

Como forma de promover a valorização destas matérias-primas, o objetivo deste estudo é avaliar se é possível fazer uso das mesmas para este tipo de produtos promovendo a economia. Para preparação de produtos de IV gama testou-se o uso de classe I, para abacaxi e de classe I e II, para manga, comparativamente à classe extra. Realizaram-se análises instrumentais de medição de dureza, teor de sólidos solúveis totais e acidez, assim como, análises sensoriais para avaliação de características organolépticas como cor, sabor, textura e acidez. Os resultados demonstram que o uso de classes inferiores pode ser bastante promissor para redução de desperdício alimentar destas categorias que apenas são aproveitadas para ração animal.

Palavras-chave: Saúde, consumo de fruta, desperdício alimentar, produtos de IV Gama

ABSTRACT

In recent decades, several health problems have arisen, such as diabetes, coronary heart disease and cancer associated with deficient fruit consumption by the general population. With the change in society's lifestyle, with less time and preference for pre-prepared foods, the consumption of fruit has been neglected.

Thus, it was necessary to find alternatives that would promote its consumption, and ready-to-eat fruit emerged as a more practical and convenient suggestion in our days.

Company X uses fruit as a raw material and produces practical alternatives, such as cut and dehydrated fresh fruit, available in a vast trade network for easy purchase and consumption. However, due to the food requirements of this type of goods in the market, there has been a waste of raw materials in excellent consumption conditions, but with some characteristics that do not allow their sale on certain supermarket. The demand for identical fruit, without epidermal defects, with defined size and shape, reject a great amount of raw material from it, which results in food waste.

As a way to promote the valorization of these raw materials, the aim of this study is to evaluate whether it is possible to make use of them for this type of products promoting the economy. For the preparation of gamma IV products, the use of category II was tested for pineapple and category II and III for mango, compared to category I. Instrumental analyzes of hardness measurement, total soluble solids content and acidity were carried out, as well as sensory analysis to evaluate organoleptic characteristics such as color, flavor, texture and acidity. The results demonstrate that the use of lower categories can be very promising for reducing food waste in these categories that are only used for animal feed.

Keywords: Health, fruit consumption, food waste, gamma IV products

ÍNDICE

1. ENQUADRAMENTO	1
2. INTRODUÇÃO	5
2.1 Consumo de fruta e a sua importância para a saúde	5
2.2 Critérios de Qualidade.....	6
2.2.1 Tipos de processamento e métodos de conservação	6
2.2.2 Fruta fresca	7
2.2.3 Fruta desidratada.....	12
2.3 Receção de matérias-primas e controlo ao longo da cadeia de produção	16
2.3.1 Importância e Funcionalidade	16
2.3.2 Manga	19
2.3.3 Abacaxi	22
2.4 Controlo e Qualidade alimentar	26
2.4.1 Materiais adequados para a indústria alimentar	26
2.5 Avaliação de Parâmetros de qualidade	27
2.5.1 Validação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos	27
2.5.2 Análise sensorial	29
3. OBJETIVO	31
4. METODOLOGIA	33
4.1 Material e Matérias-Primas	33
4.2 Preparação das Amostras	33
4.2.1 Análise de manga em P0.....	35
4.2.2 Análise de manga em P6.....	37
4.2.3 Análise de abacaxi em P0.....	38
4.2.4 Análise de abacaxi em P6.....	40
4.2.5 Testes de Higienização.....	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1 Manga	43
5.1.1 Sólidos Solúveis Totais.....	43

5.1.2	Cor	45
5.1.3	Sabor.....	46
5.1.4	Textura	48
5.1.5	Aspetto Geral.....	49
5.1.6	Análise Comparativa por Categorias.....	50
5.2	Abacaxi	56
5.2.1	Teor de Sólidos Solúveis Totais	57
5.2.2	Cor	58
5.2.3	Sabor.....	60
5.2.4	Textura	61
5.2.5	Acidez	63
5.2.6	Aspetto Geral.....	64
5.2.7	Análise Comparativa por Categorias.....	65
5.3	Testes de Higienização.....	73
6.	CONCLUSÕES	75
	BIBLIOGRAFIA	77
A.	APÊNDICE	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1- Maçã verde recusada por PCC2, detetor de metais, da linha de produção de desidratados da empresa X.....	19
Figura 2.2- Mangas para controlo à receção de matéria-prima (A e B).....	19
Figura 2.3 – Abacaxi analisado à receção pela Empresa L (A e B).....	23
Figura 2.4-Símbolo representativo para embalagens que se destinem a entrar em contacto com alimentos. (Jornal Oficial da União Europeia, 2011)	26
Figura 2.5- Escala de coloração de polpa de manga para aceitação ou não do produto (Empresa X, 2020).....	27
Figura 2.6-Escala de coloração de polpa de abacaxi para aceitação ou não do produto (Empresa X, 2017a).....	28
Figura 4.1-Manga: A-Amostragem para análise recolhida no dia 16 de Março; B- medição de dureza da manga com auxílio de penetrómetro.	35
Figura 4.2- Manga para amostragem do ensaio número 4 (A e B).....	36
Figura 4.3- Manga processada: A-Amostragem de manga já cortada e colocada nas respetivas cuvetes; B- análise de teor de sólidos solúveis totais das amostras, com auxílio de refratómetro.....	36
Figura 4.4- Amostras utilizadas nos ensaios 7, 10 e 14.	38
Figura 4.5- Amostragem de abacaxi escolhido para análises dos ensaios 6 (A e B) e 8 (C).	38
Figura 4.6- Análise de abacaxi: A, Distribuição das amostras nas cuvetes para análise e embalamento; B, Refratómetro	39
Figura 4.7-Amostras a analisar em P6 dos ensaios 6 (painel A) e 10 (painel B), após seis dias de conservação.	40
Figura 4.8- Teste de higienização com resultado negativo (A) e com resultado positivo (B).....	41
Figura 5.1- Teor de sólidos solúveis totais para os ensaios de manga de 1 a 11.....	43
Figura 5.2- Teor de sólidos solúveis totais para os ensaios de manga de 12 a 23.....	44
Figura 5.3- Avaliação de cor para os ensaios de manga de 1 a 11.	45
Figura 5.4- Avaliação de cor para os ensaios de manga de 12 a 23.	46
Figura 5.5- Avaliação de sabor para os ensaios de manga de 1 a 11.....	47
Figura 5.6- Avaliação de sabor para os ensaios de manga de 12 a 23.	47
Figura 5.7- Avaliação de textura para os ensaios de manga de 1 a 11.	48
Figura 5.8- Avaliação de textura para os ensaios de manga de 12 a 23.	48
Figura 5.9- Avaliação do aspeto geral para os ensaios de manga de 1 a 11. A linha vermelha indica o limite comercial para o produto.	49
Figura 5.10- Avaliação do aspeto geral para os ensaios de manga de 12 a 23. A linha vermelha indica o limite comercial para o produto.	50
Figura 5.11- Teor de SST da manga no dia de embalamento.....	50
Figura 5.12- Teor de SST da manga após sexto dia de embalamento.	51

Figura 5.13- Avaliação de cor atribuída aos ensaios de manga no dia de embalagem.	51
Figura 5.14- Avaliação de cor atribuída aos ensaios de manga após sexto dia de embalagem.	52
Figura 5.15- Avaliação de sabor atribuído aos ensaios de manga no dia de embalagem.	52
Figura 5.16- Avaliação de sabor atribuído aos ensaios de manga após sexto dia de embalagem.	53
Figura 5.17- Dureza medida nos ensaios de manga no dia de embalagem.	53
Figura 5.18- Avaliação de textura atribuída aos ensaios de manga no dia de embalagem.	54
Figura 5.19- Avaliação de textura atribuída aos ensaios de manga após sexto dia de embalagem.	55
Figura 5.20- Avaliação de aspeto geral atribuído aos ensaios de manga no dia de embalagem.	56
Figura 5.21- Avaliação aspeto geral atribuído aos ensaios de manga após sexto dia de embalagem.	56
Figura 5.22- Teor de sólidos solúveis totais para os ensaios de abacaxi de 1 a 11.	57
Figura 5.23- Teor de sólidos solúveis totais para os ensaios de abacaxi de 12 a 24.	58
Figura 5.24- Avaliação de cor dos ensaios de abacaxi de 1 a 11.	59
Figura 5.25- Avaliação de cor dos ensaios de abacaxi de 12 a 24.	59
Figura 5.26- Avaliação de sabor dos ensaios de abacaxi de 1 a 11.	60
Figura 5.27- Avaliação de sabor dos ensaios de abacaxi de 12 a 24.	61
Figura 5.28- Avaliação de textura dos ensaios de abacaxi de 1 a 11.	62
Figura 5.29- Avaliação de textura dos ensaios de abacaxi de 12 a 24.	62
Figura 5.30- Avaliação de acidez dos ensaios de abacaxi de 1 a 11.	63
Figura 5.31- Avaliação de acidez dos ensaios de abacaxi de 12 a 24.	63
Figura 5.32- Avaliação do aspeto geral dos ensaios de abacaxi de 1 a 11. A linha vermelha indica o limite comercial para o produto.	64
Figura 5.33- Avaliação do aspeto geral dos ensaios de abacaxi de 12 a 24. A linha vermelha indica o limite comercial para o produto.	65
Figura 5.34- Teor de SST de abacaxi no dia de embalagem.	65
Figura 5.35- Teor de SST de abacaxi após sexto dia de embalagem.	66
Figura 5.36- Avaliação de cor atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalagem.	66
Figura 5.37- Avaliação de cor atribuída aos ensaios de abacaxi após sexto dia de embalagem.	67
Figura 5.38- Avaliação de sabor atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalagem.	68
Figura 5.39- Avaliação de sabor atribuída aos ensaios de abacaxi após sexto dia de embalagem.	68
Figura 5.40- Avaliação de textura atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalagem.	69

Figura 5.41- Avaliação de textura atribuída aos ensaios de abacaxi após sexto dia de embalamento.....	69
Figura 5.42- Avaliação de acidez atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalamento.....	70
Figura 5.43- Avaliação de acidez atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalamento.....	70
Figura 5.44- Avaliação de acidez medida nos ensaios de abacaxi no dia de embalamento.	71
Figura 5.45- Avaliação de acidez medida nos ensaios de abacaxi após sexto dia de embalamento.....	71
Figura 5.46- Avaliação do aspeto geral atribuído aos ensaios de abacaxi no dia de embalamento.....	72
Figura 5.47- Avaliação do aspeto geral atribuído aos ensaios de após sexto dia de embalamento.....	72
Figura 5.48- Resultados dos testes de higienização.....	73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1- Categorias de possíveis testes realizados em provas de análise sensorial adaptado de (Stone et al., 2012b)	29
Tabela 4.1- Escala para avaliação do sabor da análise sensorial.....	36
Tabela 4.2- Escala para avaliação da textura da análise sensorial	36
Tabela 4.3- Escala para avaliação do aspeto geral da análise sensorial	37
Tabela 4.4- Distribuição de lotes de manga e respetiva categoria, utilizados nos ensaios para os testes realizados.	37
Tabela 4.5-Resumo das escalas de classificação e intervalo de aceitação para avaliação da manga.	38
Tabela 4.6- Escala para avaliação do sabor da análise sensorial.....	39
Tabela 4.7- Escala para avaliação da textura da análise sensorial.	39
Tabela 4.8- Escala para avaliação da acidez da análise sensorial.	39
Tabela 4.9- Escala para avaliação de aspeto geral para análise sensorial.	40
Tabela 4.10- Distribuição de lotes de abacaxi utilizados nos ensaios para os testes realizados	40
Tabela 4.11- Resumo das escalas de classificação e intervalo de aceitação para avaliação do abacaxi.....	41
Tabela 4.12- Microrganismos indicadores de higiene e de alteração em alimentos prontos para consumo de IV Gama, adaptado de (Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2019)	42

SIGLAS

aw – atividade de água

BRC – *British Retail Consortium*

FAO - *Food and Agriculture of the United Nations*

HACCP - *Hazard Analysis and Critical Control Point*

IFS – *International Featured Standards*

ISO - *International Organization for Standardization*

ORP - Potencial de Oxidação Redução

OMS - Organização Mundial de Saúde

pH – potencial de hidrogénio

SST – Sólidos Solúveis Totais

ENQUADRAMENTO

Nas últimas décadas, a mudança de hábitos alimentares tem se refletido no aparecimento de doenças crônicas cada vez mais recorrentes, como é o caso de diabetes, hipertensão, obesidade, doença cardíaca coronária, acidentes vasculares cerebrais e cancro (Oguntibeju et al., 2013).

O consumo de frutas e vegetais tem sido estudado nos últimos anos, como forma de perceber qual a sua importância na saúde humana, através da relação entre o seu consumo e quais os efeitos associados. Apesar de para uma grande parte da população o seu consumo ser desvalorizado, está provado cientificamente que o consumo de frutas e vegetais pode reduzir o aparecimento de variadas doenças crônicas e pode até reduzir casos de morte dados os inúmeros benefícios nutricionais associados a este tipo de produtos alimentares (Hall et al., 2009; Wang et al., 2021).

Dado o aumento preocupante de casos de doenças cardíacas, obesidade e cancro, é cada vez mais urgente fazer-se a alteração da dieta da sociedade a começar pelo consumo deste tipo de produtos que podem fazer a diferença para prevenir e combater variadas doenças (Wang et al., 2021).

Está definido pela Organização Mundial de Saúde qual a dose diária mínima recomendada para frutas e vegetais. A dose diária recomendada de frutas e vegetais é de 5 porções por dia. O que corresponde a 2 porções de fruta e 3 porções de vegetais diários e equivale a 400 g de frutas e vegetais por dia (Hall et al., 2009; Wang et al., 2021).

A recomendação do consumo de frutas e vegetais propõe um consumo de todas as variedades de forma equivalente, estando incluídos frutas e vegetais de cor verde-escura, vermelha, laranja e amiláceos (Wang et al., 2021).

As mudanças de hábitos das populações devem-se essencialmente às alterações de estilo de vida praticadas nas últimas décadas, sendo que o consumo deste tipo de produtos é influenciado pela sua praticidade, comodidade e preço associados. Desta forma podem surgir barreiras ao consumo, a nível de acessibilidade e custos, assim como de praticidade e comodidade dos mesmos (Oguntibeju et al., 2013; Tarancón et al., 2021).

As frutas e vegetais têm na sua composição nutricional elementos bioativos tais como tiamina, niacina, piridoxina, ácido fólico, minerais e fibra alimentar. Alguns dos minerais que se encontram numa maior variedade de vegetais e fruta são o cálcio, zinco, potássio, fósforo e magnésio, essenciais para a saúde humana (Oguntibeju et al., 2013)

Além destes, há também componentes com capacidade antioxidante que modificam a ativação de metabolismo de compostos cancerígenos e que não permitem a sua acumulação no organismo (Oguntibeju et al., 2013).

Como forma de promover o consumo de frutas com maior frequência e praticidade surgem diversas alternativas que promovem a sua comodidade de consumo,

nomeadamente a fruta desidratada pronta a consumir e a fruta fresca cortada embalada (Tarancón et al., 2021). Este tipo de produto surge, não só como uma forma de promover o consumo de fruta, mas também como uma forma de aproveitamento de fruta que poderia não ser vendável por não cumprirem requisitos de classes superiores, necessárias para venda em grandes superfícies.

As duas frutas estudadas no âmbito deste trabalho são a manga e o abacaxi.

A manga como fruto subtropical, destaca-se pela sua composição em compostos fenólicos, como derivados de quercetina, flavonoides, galotaninos, xantonas, entre outros. Além dos compostos fenólicos é também rica em fitoquímicos como carotenoides e antocianinas, assim como vitaminas como ácido ascórbico, niacina e ácido fólico (Gasi ski et al., 2020). Apesar da maior constituição nutricional se encontrar na parte edível da manga, há também compostos de interesse na pele e caroço da mesma, como polifenóis, flavonoides e xantonas. Os derivados da xantona apresentam uma mais valia após extração devido à sua atividade anticancerígena, antimicrobiana, antialérgica, anti-inflamatória e imunomoduladora (Maldonado-Celis et al., 2019).

O abacaxi é uma fonte de açúcares, ácidos orgânicos e fibras. É rico em vitaminas como tiamina e piridoxina, e minerais essenciais como cobre, manganês e potássio. Tem também na sua constituição compostos bioativos antioxidantes como ácido ascórbico, flavonoides, carotenoides e pró-vitamina A. Este fruto apresenta baixo teor energético, sendo maioritariamente constituído por água. Tem ainda na sua composição fibras solúveis e insolúveis essenciais à saúde humana (Sun et al., 2016).

Sendo o objeto de estudo a manga e o abacaxi, o objetivo do presente trabalho é identificar se frutas de classes inferiores que não preenchem requisitos para venda em grandes superfícies, podem ser aproveitadas para transformação num produto mais comodo e mais prático de consumir e com igual qualidade. Assim pode fazer-se o aproveitamento de subprodutos da indústria, que não tinham grande valor comercial e seriam desperdiçados.

A nível de sustentabilidade, o surgimento de alternativas prontas a consumir pode significar valor acrescido para matérias-primas cujo valor comercial seria quase nulo. No caso da empresa do grupo L, fornecedor de fruta para grandes superfícies, que engloba a empresa X, havia segmentação da empresa a nível da aquisição de matérias-primas. A empresa X, adquiria com regularidade fruta a terceiros fornecedores, o que acarreta custo para a empresa. Enquanto na empresa L, a fruta que não podia seguir para grandes superfícies era quase desvalorizada, estando boa para consumo, no entanto não se apresentava dentro dos requisitos de aparência necessários para as mesmas, pelo que era considerada sub-produto.

No âmbito da pandemia, o grupo sofreu com a diminuição das vendas e de forma a não parar a produção procurou alternativas que representassem menos custos, nomeadamente através das matérias-primas. Quebrando a segmentação bem definida da empresa e promovendo as trocas de matérias-primas, procurou-se fazer o aproveitamento das matérias-primas consideradas não adequadas para o grupo L, mas que com tratamento correto, poderiam ser utilizadas pela empresa X, sem comprometer a sua qualidade.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é perceber de que forma a apreciação de fruta fresca cortada proveniente de classes inferiores pode ser utilizada como alternativa à utilização de classes superiores, como forma de valorização de matérias-primas.

INTRODUÇÃO

2.1 Consumo de fruta e a sua importância para a saúde

A fruta, na sua grande maioria, faz parte da alimentação humana desde os tempos pré-históricos. No entanto, com a industrialização tem-se verificado que o seu consumo tem diminuído pelas alterações de estilo de vida, essencialmente nos países desenvolvidos (Tarancón et al., 2021).

O aparecimento de doenças crónicas em maior escala tem sido uma tendência crescente nos últimos anos e, estudos revelam que o aparecimento destas doenças pode ser evitado através do aumento do consumo de produtos vegetais, assim como a redução da mortalidade associada a este tipo de doenças. A composição nutricional da fruta e dos vegetais é rica em vitaminas, minerais e fibras que são parte integrante de uma vida saudável. As principais doenças associadas ao consumo deficitário de fruta são doenças crónicas não transmissíveis, como doenças cardiovasculares e alguns tipos de cancro, que são consideradas as maiores causas de morte a nível global (Colapinto et al., 2018; Lock et al., 2005).

Os nutrientes presentes na fruta como vitaminas e minerais são essenciais ao bom funcionamento do organismo. As vitaminas são parte integrante da fruta sendo que se destaca a vitamina A e C, tiamina (B1), niacina (B3), piridoxina (B6) e ácido fólico (B9). Além das vitaminas encontram-se minerais essenciais que só podem ser adquiridos pela alimentação, como é o caso de zinco, cálcio, potássio, fósforo e magnésio. Além destes, estão ainda presentes na fruta compostos fitoquímicos com bioatividade, como atividade antioxidante. O stress oxidativo é um dos mecanismos mais nefastos para o organismo humano, dado que a oxidação de macromoléculas como lípidos, proteínas e DNA provoca alterações na sua estrutura o que leva ao aparecimento de doenças. Como forma de prevenção é importante o consumo de agentes antioxidantes, como é caso de compostos fenólicos, tocoferóis, flavonoides e carotenoides, presentes neste tipo de alimentos (Oguntibeju et al., 2013).

Os compostos fenólicos são omnipresentes na maioria das plantas e além de propriedades antioxidantes, têm também propriedades antidiabéticas, anti-inflamatórias e anticancerígenas. Neste grupo incluem-se as antocianinas e os flavonoides presentes na fruta (Ketnawa et al., 2021).

A fibra alimentar é outro componente imprescindível ao bom funcionamento do organismo humano e que se encontra em frutas e vegetais. A fibra alimentar é fibra não digerível, mas com componentes essenciais para a regulação do funcionamento do intestino e está também associada a polifenóis e carotenoides. A sua ação está associada a prevenção de doenças como diabetes e doenças cardíacas (Hervert-Hernández et al., 2011; Kader, 2001).

Após estudos sobre a importância da fruta no organismo humano e qual a relação dose-resposta mais adequada para prevenção da saúde, segundo a Organização Mundial de saúde é recomendado um consumo diário de 5 porções de produtos hortofrutícolas por dia. Estas porções dividem-se em 2 porções de fruta e de 3 porções de vegetais por dia e comprova-se que o seu consumo é eficaz na prevenção de doenças e na redução da mortalidade associada à fraca ingestão destes produtos. Os principais benefícios são redução do aparecimento de doenças como hipertensão, hipercolesterolemia, diabetes, doença coronária cardiovascular e cancro (Krebs-Smith et al., 1995; Wang et al., 2021).

A necessidade de alimentos preparados, fáceis e rápidos de consumir tornou-se uma prioridade nos dias de hoje. Com o conhecimento sobre a importância do consumo de fruta e da sua necessidade, os consumidores procuram alternativas que combinem os benefícios nutricionais e a conveniência adequada aos padrões de consumo. Desta forma, começaram a surgir algumas alternativas de processamento de fruta, como forma de promoção do seu consumo, nomeadamente a fruta desidratada e a fruta fresca cortada pronta a consumir. Na preparação e confeção deste tipo de produto alimentar é necessário perceber quais os parâmetros cruciais para a aceitação do consumidor final, a nível de qualidade do produto (Ketnawa et al., 2021; Tarancón et al., 2021).

O consumo de frutas é influenciado de uma forma geral pela cultura, idade, educação e recursos financeiros. Além destes fatores pode ainda ser influenciado por barreiras impostas pelo consumidor, como o uso das embalagens de plástico em produtos prontos a consumir, que pode influenciar negativamente por não ser uma alternativa sustentável, a nível de desperdício de resíduos. Outro fator que pode ser determinante na escolha destes produtos processados é o custo. Estes produtos têm um custo acrescido por terem um processamento inerente à sua preparação que requer utilização de mão de obra, além do custo das matérias-primas e embalagem, todo este processamento pode encarecer o produto final e reduzir a sua procura (Oliveira et al., 2018; Tarancón et al., 2021)

As características de qualidade inerentes a cada tipo de fruta dependem do tipo de fruta a avaliar, no entanto, a presença de compostos aditivos, o tipo de embalagem utilizado são fatores a considerar pela indústria de forma a promover o máximo de vendas do produto (Tarancón et al., 2021).

De forma a promover o consumo máximo deste tipo de produto torna-se essencial corresponder às exigências do consumidor. Uma estratégia para atingir este objetivo é disponibilizar fruta fresca cortada e pronta a consumir de aparência apelativa e livre de aditivos (Denoya et al., 2015).

2.2 Critérios de Qualidade

2.2.1 Tipos de processamento e métodos de conservação

Os conceitos de segurança e qualidade alimentar distinguem-se na medida em que a segurança pressupõe a inexistência de perigos que possam ser nocivos para a saúde do consumidor, como perigos biológicos, físicos, químicos e nutricionais. Nestes

perigos estão compreendidos os microbiológicos, resíduos de pesticidas, uso indevido de aditivos alimentares, presença de contaminantes químicos e adulteração, entre outros. Por sua vez, a qualidade de um produto alimentar reside nos atributos que conferem valor ao produto. Como é o caso da ausência de sinais de deterioração e de contaminação com matéria orgânica, além de odores desagradáveis e descoloração. As características de qualidade alimentar vão variar consoante o tipo de produto final a ser comercializado, sendo avaliados a origem, a cor, o sabor, a textura e métodos de processamento (FAO, 2003)

Como forma de preservar os alimentos surgem diversas formas de conservação, nomeadamente a desidratação no caso da fruta e vegetais. A desidratação é uma forma ancestral de conservação, sendo feita pelas primeiras culturas através do uso do sol, sendo o principal objetivo eliminar a água livre do alimento, para impedir o crescimento de microrganismos. Esta técnica tem vindo a ser utilizada frequentemente na indústria com recurso a equipamentos desenvolvidos especificamente para esse feito, de forma que estejam reunidas todas as condições para uma desidratação considerada adequada (Alur & Venugopal, 1999).

Além da desidratação, existem outras formas de conservação que permitem que a fruta mantenha as características físicas, dado que, a eliminação de água do alimento altera a sua forma e volume. Estes pressupõem tratamentos químicos ou com radiação, aplicação de atmosferas modificadas, aplicação de revestimentos que retardam a maturação e degradação da fruta. Sendo que estes tratamentos, aplicados antes de embalagem e com a utilização adequada de temperatura, permitem inibir ou retardar o crescimento de microrganismos e a atividade enzimática. Em alguns casos é até possível diminuir a taxa de respiração de algumas frutas para que o seu prazo de vida útil seja estendido ao máximo, com a menor alteração das suas características relativamente à matéria-prima (Fellows, 2009; Alur & Venugopal, 1999)

A empresa X, onde se desenvolveu o presente trabalho, faz uso das diversas técnicas referidas, estando dividida em duas áreas de processamento distintas, uma destinada à produção de desidratados e outra à preparação da fruta fresca cortada pronta a consumir.

2.2.2 Fruta fresca

As características avaliadas para aferir sobre a qualidade da fruta como produto alimentar são geralmente a aparência, que inclui tamanho, forma, cor, brilho e defeitos; a textura, firmeza, dureza, maciez, resistência, fragilidade, suculência, secura, granulosidade e fibrosidades; assim como o sabor e aroma característicos, doçura, acidez, amargor, adstringência e, ausência de aromas e/ou sabores estranhos (Denoya et al., 2015).

O valor nutricional é outro fator avaliado em todos os produtos alimentares, geralmente em composição centesimal (proteínas, hidratos de carbono, lípidos, vitaminas e minerais). Por fim, a segurança pressupõe a ausência de substâncias tóxicas, contaminantes (resíduos de pesticidas, metais pesados), micotoxinas e contaminação microbiana (FAO/WHO, 2003)

A fruta pode ser definida de acordo com a chamada primeira, segunda, terceira ou quarta gama de acordo com o processamento a que são sujeitas (Empis, 2000). Desta forma, podemos definir como:

I Gama - Produtos hortofrutícolas que não foram submetidos a nenhum tipo de processamento e que são comercializados frescos. O embalamento neste tipo de produto não é obrigatório, no entanto, no caso de existir embalamento, este é apenas para proteção mecânica e não tem função de conservação associada;

II Gama – Produtos hortofrutícolas que sejam comercializados em conserva. Por conserva, entenda-se produtos que tenham sofrido esterilização, cristalização ou desidratação. O grau de transformação destes produtos pode ser variável, sendo que a matéria-prima pode apresentar-se dissimulada. Os produtos incluídos nesta gama são estáveis a temperatura ambiente e o seu embalamento tem função de conservação primária, onde apenas exerce barreira mecânica;

III Gama – Produtos hortofrutícolas conservados através de ultracongelamento. O seu grau de transformação pode ser variável, no entanto, esta transformação pode implicar alterações mínimas em alguns dos casos;

IV Gama - Produtos hortofrutícolas que sofrem processamento mínimo, que engloba corte e lavagem dos mesmos, estando este processamento relacionado com o desenvolvimento do mercado e não necessariamente com a transformação de matérias-primas. Estes produtos após corte e lavagem são embalados, estando prontos a consumir, como forma de comodidade e rapidez para a sua compra e consumo;

V Gama – Produtos pré-cozinhados, prontos a consumir no estado em que são comercializados ou que apenas necessitam de aquecimento ligeiro. Como resultam de processos que asseguram a sua estabilidade após confeção, não requerem congelamento (Empis, 2000).

Como forma de garantir a qualidade da mesma podem ser aplicadas diversas formas de conservação, que podem variar com o tipo de fruta e a embalagem utilizada.

Os tratamentos mais tecnológicos utilizados a nível industrial para eliminação ou inativação de microrganismos patogénicos os mais comuns de serem utilizados são os seguintes:

Plasma Frio

O plasma é gás ionizado que contém espécies químicas reativas, como radicais livres, iões, eletrões, átomos excitados e moléculas. A sua utilização é ideal para alimentos sensíveis a tratamentos térmicos, que poderiam danificar o produto. A aplicação deste tratamento é bastante eficiente na esterilização de frutas e vegetais frescos (Chen et al., 2020)

A inativação através desta tecnologia baseia-se em três mecanismos possíveis:

-Interação química com radicais livres como OH^* e O^* com espécies reativas de oxigénio como O , O_3 , H_2O_2 , NO_x com partículas carregadas O^- , OH^- , H^+ , com membranas ou componentes celulares;

-Radiação UV que danifica as membranas e/ou componentes celulares;

-Quebra direta de DNA por utilização de radiação UV.

Este tratamento pode ser aplicado com gás ionizado de oxigênio. No entanto, a eficiência do processo depende de vários fatores como por exemplo a distância do eletrodo emissor, o fluxo de gás (quanto mais elevado melhor a inativação microbiana) entre outros parâmetros operacionais (Niemira & Fan, 2014).

Esta tecnologia é ideal para frutas e vegetais frescos com processamento mínimo e é eficaz na eliminação de espécies como *Salmonella Typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Aspergillus brasiliensis*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*. Além de ser eficiente na esterilização de alimentos, também pode ser utilizada para como alternativa para esterilizar embalagens e superfícies de contacto de matérias como polietileno e aço inoxidável. (Chen et al., 2020; Niemira & Fan, 2014).

Além da sua utilidade na eliminação de espécies microbianas, pode ainda ser utilizado como forma de eliminar produtos químicos utilizados na agricultura e toxinas. A principal vantagem é a manutenção de valor nutricionais e das qualidades sensoriais, afetadas na maioria das vezes por processamento químico, o que não se verifica com a aplicação deste tratamento (Chen et al., 2020).

Irradiação

A irradiação, também conhecida como radiação ionizante, é utilizada como tratamento para aplicações sanitárias. Apesar de ser uma tecnologia que ainda requer estudos sobre as condições da sua aplicação, esta demonstra ser eficiente na inativação de microrganismos através de doses consideradas baixas, por exemplo para inativar patogénicos em fruta, como *Escherichia coli* e *Salmonella spp* (Bustos et al., 2004; Niemira & Fan, 2014).

A irradiação necessária à inativação de 90% dos patogénicos é expressa em D10, sendo a energia medida em kGy. A resistência dos patogénicos a este tratamento pode variar de acordo com a temperatura e pressão a que é feito, assim como pelo tipo de produto, estirpe de patogénico presente e se a localização do mesmo é dentro do produto ou sobre o produto minimamente processado. Na fruta minimamente processada, mais precisamente descascada e cortada, a área de exposição é aumentada, pelo que a sua aplicação tem uma maior eficácia comparativamente à aplicação em fruta à peça (Niemira & Fan, 2014).

Radiação ultravioleta

A utilização de radiação ultravioleta pressupõe um tratamento sem processamento térmico ou químico, com onda de curto comprimento na ordem dos 200-290 nm. Este tratamento de conservação aplica-se a como forma de substituir os métodos convencionais com temperatura e, é eficaz na esterilização química e na redução de carga microbiana (Allothman et al., 2009)

O efeito germicida da radiação resulta das mutações de DNA que ocorrem nas células bacterianas pela absorção de radiação, o que as leva a sua eliminação (Niemira & Fan, 2014).

A radiação UV é constituída por radiação UV-A, UV-B e UV-C, sendo a aprovada pela FDA como tratamento alimentar a radiação UV-C. Este método é mais eficiente em amostras de fruta que tenha sido cortada e retirada a pele, por se aumentar a área de

exposição à radiação. Neste tipo de produto é comum utilizar-se agentes que previnem o escurecimento enzimático, como ácido cítrico. No entanto, a utilização de radiação UV com este tipo de agentes, não é tão eficiente na inativação de crescimento de microrganismos devido à ação protetora dos antioxidantes (Niemira & Fan, 2014).

O uso de radiação UV-C é bastante promissor na redução de microrganismos patogênicos, mas podem existir microrganismos em fendas ou fissuras da fruta, o que pode ser uma limitação à eficácia desta técnica aquando da sua aplicação. Se este fenómeno ocorrer, a sua aplicação pode não ser tão eficiente, porque pode não abranger essas fissuras. Assim, a exposição a UV-C deve ser feita de forma a garantir que toda a superfície da fruta é sujeita à mesma, por exemplo, por aplicação da radiação com rotação do fruto, para que zonas escondidas também fiquem isentas de microrganismos. E esta exposição deve também ser moderada porque uma exposição a radiação muito elevada, não significa uma maior eficiência na redução de patogênicos e pode ainda danificar a estrutura e tecidos da fruta. Quando aplicada corretamente, além de conseguir inativar o crescimento de microrganismos, estudos comprovam que a sua aplicação em frutos tropicais favorece o teor naturalmente presente de compostos bioativos com capacidade antioxidante, o que torna a aplicação do tratamento bastante vantajosa (Alothman et al., 2009; Niemira & Fan, 2014).

Embalagem com atmosfera modificada

As embalagens com a atmosfera modificada têm um papel crucial no sucesso da indústria da fruta fresca cortada. Estas permitem estender o prazo de vida útil deste produto através da minimização da perda de água, redução da respiração celular, inibição de crescimento de patogênicos, redução de metabolismo e de escurecimento de tecidos.

O processamento de corte, descasque e outros processos que levam à alteração da forma original, resulta na quebra de tecidos celulares e a libertação de fluidos intracelulares que podem servir de nutrientes para patogênicos e promover o seu crescimento. Além da libertação de fluidos, aumenta a atividade da água e o pH torna-se menos ácido, o que também favorece o crescimento de microrganismos (Niemira & Fan, 2014).

No entanto, é necessário aferir quais os patogênicos possíveis de encontrar no substrato que estamos a tratar, porque a aplicação de atmosfera modificada (O₂/CO₂ 5/30) tem de ser combinada com outros fatores como temperatura de armazenamento e, se as concentrações de gás utilizadas serão realmente eficientes, dado haver bactérias anaeróbias e aeróbias, o que pode inibir o crescimento de alguns microrganismos pode beneficiar o crescimento de outros.

No caso específico de *Escherichia coli* O157:H7 em espinafres frescos, tratamentos de cloro ou dióxido de cloro com atmosfera modificada favoreceu o crescimento da bactéria, a 7 °C. O contrário verificou-se quando combinado o tratamento de cloro com embalagem a vácuo. Por sua vez, a aplicação de atmosfera modificada com alto teor de CO₂ (>15%) e baixo O₂ (<1%), foi suficiente para inibir o crescimento em fatias de maçã armazenadas entre os 15 e os 20 °C. Assim, conclui-se que cada produto tem uma tolerância diferente ao impacto do gás utilizado e é necessário avaliar cada caso para aplicar as condições corretas (Niemira & Fan, 2014).

As diversas formas de conservação descritas vão variar com o tipo de produto, no caso da fruta fresca, resumidamente as metodologias mais utilizadas são: a aplicação de tratamentos químicos, como é caso de desinfecção de matéria-prima com cloro; a aplicação de plasma frio, ideal para alimentos sensíveis a tratamentos térmicos como é o caso da fruta; a irradiação, também conhecida como radiação ionizante em doses baixas; a radiação ultravioleta, sem processamento térmico ou químico e, a atmosfera modificada e/ou embalagem a vácuo, que altera não só o ambiente da embalagem para não permitir que se desenvolvam microrganismos, como permite retardar ou inibir o crescimento de microrganismos que estejam presentes no produto (Niemira & Fan, 2014; Rana et al., 2018).

Tratamentos Químicos

O cloro é dos compostos químicos mais utilizados para desinfecção de fruta e vegetais, é comumente utilizado como agente desinfetante para limpezas de superfícies, biocida em calha e em águas de lavagem. Dadas as suas limitações por ser um agente de contacto direto, este pode ser utilizado sob a forma de gás como dióxido de cloro (ClO_2). No entanto, podem ser utilizados compostos ácidos como ácido cítrico, láctico, acético, peracético e água eletrolisada acidificada (Kang et al., 2021; Niemira & Fan, 2014).

Na empresa X, a desinfecção com cloro, é utilizada para desinfecção da matéria-prima que tem como destino ser utilizada para IV gama. A sua utilização baseia-se na adição de produto para tratamento químico nos tanques de desinfecção, na sala de baixo risco, sala onde é recebida a matéria-prima para este fim. A monitorização da desinfecção é feita através da medição de pH dos tanques, sendo os valores de referência entre 6,5 e 7,5. Além da monitorização de pH, é também feita a medição de Potencial de Oxidação Redução (ORP), sendo os valores de referência entre 700 e 1000.

O uso destas duas metodologias é de extrema importância porque na entrada de matéria-prima, na sua forma inteira e sem processamento, pode haver vestígios de compostos orgânicos e até microrganismos patogénicos. Quando se aplica cloro para a desinfecção em água, o cloro sofre dissociação em ácido hipocloroso (HOCl), ião hipoclorito (OCl^-) e cloro na sua forma gasosa (Cl_2). A formação destas espécies pode variar e consoante a predominância de uma ou outra, a desinfecção antimicrobiana pode ser mais ou menos eficaz. Desta forma a medição de pH indica-nos qual a espécie em maior concentração, sendo mais ácido quando há predominância de HOCl ou quando mais básico na predominância de OCl^- . A predominância de HOCl parece ser mais eficiente no processo de desinfecção, no intervalo de pH de 6,5 a 7,5, sendo que no limite superior, as duas espécies se encontram em equilíbrio (Kang et al., 2021; Marín et al., 2020).

A medição de ORP, mede qual o potencial de oxidação ou redução em milivolts (mV) da mistura clorada, o que influencia a capacidade antimicrobiana da mesma. A voltagem é medida entre os ânodo e cátodo do dispositivo da célula eletroquímica onde se mede o potencial. Um potencial oxidante tem capacidade antimicrobiana pela desestabilização da membrana celular e rutura, pela ação dos iões na sua interação com a membrana. A desintegração leva à morte dos microrganismos. A vantagem da

utilização do ORP é a medição do potencial em vez da dose aplicada de químico. Prevê-se que um valor de 650 a 700 mV seja eficaz na eliminação de bactérias responsáveis pela deterioração assim como de bactérias patogênicas como *E. coli* O157:H7 e espécies de *Salmonella* (Suslow, 2004).

A relação entre pH e ORP é uma medida crítica para controlar a desinfecção pelo que ambos os parâmetros medidos têm de estar em valores cujo efeito seja o desejado. Um excesso de cloro pode ser eficaz na atividade antimicrobiana, no entanto pode tornar-se perigoso para a saúde dos trabalhadores em contacto com os tanques de desinfecção e, pode ser prejudicial para o produto. De forma a que o cloro utilizado seja o mais eficaz possível sem afetar o ambiente para os trabalhadores, o pH deve estar entre 6,5 e 7,5 e o ORP entre 700 e 1000 mV, garantindo uma desinfecção adequada, sem que se criem subprodutos de desinfecção indesejáveis e danos no género alimentício (Suslow, 2004).

Refrigeração

A utilização de temperatura adequada à matéria-prima é também um método de conservação eficaz, sendo que a temperatura considerada ideal para cada fruta previne a sua deterioração e aumenta o seu tempo de vida útil. Uma falha na cadeia de frio durante todo o processo pode comprometer a qualidade do produto. A partir do momento da colheita a fruta deve ser conservada idealmente na sua temperatura ótima de refrigeração ou não refrigeração, de acordo com a matéria-prima em questão. Esta temperatura deve ser mantida durante o transporte e armazenamento até chegar ao processamento (Wu & Hsiao, 2021). No âmbito do estudo realizado, para a matéria-prima, na forma de fruta inteira, é recomendada uma temperatura de 7 °C para o abacaxi, e de 10 °C para a manga (X & SA, 2019).

No entanto, para a fruta já descascada e pronta a consumir esta deve estar compreendida no intervalo entre 1 °C a 4 °C. É comum fazer-se a utilização de variadas técnicas de conservação apresentadas anteriormente, como é o caso do uso de tratamentos químicos, combinado com uso de temperatura de refrigeração adequada, entre outras. Apesar de todos os tratamentos serem eficazes mediante correta aplicação, o uso de temperatura adequada é medida que deve sempre ser cumprida no setor alimentar, dado que sem esta, o produto pode não se apresentar em condições, mesmo quando se utilizam as restantes técnicas (Montero-Calderón et al., 2020; X & SA, 2019).

2.2.3 Fruta desidratada

Das diversas formas de conservação existentes, a desidratação é a técnica mais antiga conhecida e praticada, sendo alvo de crescente evolução nos métodos de execução. É considerada um método ancestral de conservação, pode ser aplicada a praticamente todos os alimentos e pode ser realizada através do uso de recursos naturais, nomeadamente o sol. Esta consiste na retirada de água dos alimentos com o objetivo de inibir o crescimento de microrganismos, assim como, retardar reações bioquímicas dos mesmos (Shete et al., 2018).

O processo de desidratação pode ser definido como aplicação de calor em condições controladas de forma a remover a maior parte do conteúdo em água de um alimento através da evaporação da mesma. Nesta definição, não estão incluídas operações unitárias de separação mecânica e concentração por membrana, evaporação e/ou cozedura, isto porque, estes processos removem menos água do alimento, quando comparados com a desidratação.

A aplicação deste processamento permite estender o prazo de validade dos alimentos através da redução da atividade da água, a_w . A redução de a_w vai reduzir o crescimento microbiano assim como a atividade enzimática, que são as principais formas de deterioração alimentar. No entanto, o processo de desidratação também pode deteriorar a qualidade do alimento e a diminuição do seu valor nutricional, pelo que o equipamento utilizado para desidratação deve minimizar estas alterações indesejáveis. Por sua vez, se for realizado nas condições adequadas, o produto obtido é bastante vantajoso do ponto de vista industrial, porque a redução de peso e massa que ocorre no alimento representa uma redução de custos de transporte (Alur & Venugopal, 1999; Tarancón et al., 2021).

A desidratação ao sol é o método mais económico e é utilizado frequentemente em zonas quentes e secas. A sua utilização tem uma desvantagem inerente que é a falta de controlo das condições de desidratação. Além da desidratação ao sol, pode ser realizada desidratação em equipamentos especializados, sendo mais dispendiosa pela energia e equipamento. No entanto, pode ser realizada em qualquer área geográfica, sem estar dependente do clima e, de forma mais controlada, onde há a certeza de que o teor de humidade é reduzido ao máximo ou que a aplicação de calor não é excessiva (Alur & Venugopal, 1999).

A desidratação pode ter algumas consequências indesejadas, como tornar o produto visualmente menos atrativo, por perda de cor, reações de caramelização, perda de forma e de textura, perda de sabor característico e essencialmente a fraca capacidade de hidratação para produtos de reidratação, no entanto, através de práticas em condições adequadas e controladas, é possível obter um produto com qualidade (Fellows, 2009).

O processo de desidratação pode ser classificado consoante o método utilizado com base em transferência de calor, seja por condução (contacto direto) ou convecção (método indireto) ou radioativo. Também pode ocorrer desidratação através aquecimento dielétrico, por micro-ondas ou radiofrequência (Fellows, 2009). Por sua vez, as desvantagens são: em caso de reidratação, serem necessários longos períodos para que a água do alimento seja repostada; se o embalamento for impróprio pode haver contaminação com insetos; e se a humidade não for retirada convenientemente, pode haver crescimento de bactérias e fungos (Fellows, 2009).

Durante a desidratação, a taxa de remoção de água que está interligada aos constituintes do alimento, depende não só das condições de desidratação como também da natureza química do alimento. O valor de a_w varia entre 0,0 e 1,0. Quanto menor a_w presente nos alimentos menor será, à partida o crescimento microbiano, no entanto, cada bactéria tem um valor ótimo de crescimento para a_w e, em caso de escassez, bactérias produtoras de esporos podem produzi-los caso o meio não reúna as condições necessárias ao seu crescimento. Se o procedimento de desidratação for realizado de

forma adequada assim como o armazenamento, não haverá crescimento de microrganismos (Fellows, 2009; Alur & Venugopal, 1999).

Mecanismo de Desidratação

A taxa de desidratação é controlada pela temperatura do ar de desidratação, pela humidade e pela velocidade do ar. Quando o ar é difundido por um alimento molhado, o vapor de água difunde-se através de uma película de ar, que se forma à volta do alimento, o que faz com que seja transportado pelo ar em movimento. Estabelece-se um gradiente de vapor de água através da humidade interna do alimento para o ar de desidratação. Este gradiente é a força responsável pela remoção da água contida no alimento. O filme formado à volta da superfície do alimento, serve de barreira ao calor e à humidade e, é tanto mais espesso quanto mais lento for o fluxo de ar, o que vai diminuir o coeficiente de transferência de calor e vai tornar a desidratação mais prolongada. Desta forma, é mais vantajoso um fluxo de ar com velocidade maior, uma temperatura moderada a elevada para a desidratação e pouca humidade do ar (Fellows, 2009).

Resumidamente, a água move-se do interior dos alimentos pelos seguintes mecanismos: através dos poros dos alimentos, o líquido move-se por força capilar; por difusão, quando há diferença de concentração de solutos entre a superfície e o interior do alimento; difusão de líquidos que são adsorvidos em camadas na superfície dos componentes sólidos e através de difusão de vapor de água através de interstícios da matriz alimentar causados pelo gradiente de vapor de água (Fellows, 2009).

A desidratação também pode ser realizada com recurso a superfícies aquecidas, na qual o calor é transferido por condução para o alimento, nestes casos a maior resistência à transferência de calor é a condutividade do próprio alimento (Fellows, 2009).

Equipamento

Na seleção do equipamento de desidratação é necessário ter em conta o tipo de produto, qual o uso pretendido e a qualidade esperada para o mesmo. Os equipamentos utilizados para a indústria além dos desidratadores de ar quente e das superfícies aquecidas são de infravermelhos, rádio frequência ou micro-ondas e liofilizadores (Fellows, 2009).

Os desidratadores de ar quente atingem temperaturas não superiores a 250 °C e podem ser de contacto direto ou indireto. Os desidratadores de contacto direto podem utilizar gás, como na desidratação de anel pneumático ou desidratação por pulverização. Este tipo de métodos é eficiente quando comparado com métodos indiretos, no entanto, é necessário perceber que durante a combustão se cria humidade no ar, o que tem como consequência redução da capacidade de humidade e, pode ainda haver a possibilidade de formação de espécies contaminantes como óxido de azoto (NOx), que aumentam os teores de nitritos e nitratos nos alimentos assim como, as N-nitrosaminas carcinogénicas (Fellows, 2009).

Dado o custo do combustível para aquecimento ser o principal fator económico a considerar na indústria, existem alguns sistemas que permitem evitar perdas de calor e economizar energia. Como:

- Utilizar a recirculação de ar através da câmara de desidratação;
- Recuperadores de calor para aquecer o ar de entrada através do uso de permutadores de calor;
- Desidratação de duas fases como por exemplo: desidratação por pulverização seguida de desidratação em leito fluidizado;
- Pré-concentração de alimentos para obtenção do maior teor de sólidos possível, para reduzir a massa de água e consequentemente os custos na desidratação;
- Controlo automático da humidade do ar por sistemas computacionais (Fellows, 2009).

Tipos de desidratadores de ar quente:

A desidratação com recurso a ar quente pode ser realizada com diferentes equipamentos, como desidratadores: de tabuleiro (disposição da matéria-prima em tabuleiro onde circula o ar); de correia/esteira (alimentos dispostos numa cama onde circula ar em diversas direções); de sopro de “explosão” (desidratação na parcial inicial, seguida de desidratação em contentor de alta pressão e elevada temperatura, em que a diminuição rápida para pressão atmosférica provoca vaporização da água do alimento e o alimento expande); de leito fluidizado (numa câmara de pressão para criar região de ar homogéneo, sem que haja zonas de altas velocidades) o ar quente é soprado através do leito, fazendo com que o alimento fique suspenso e vigorosamente agitado (fluidizado), expondo a área de superfície máxima do alimento para desidratação; de forno; pneumáticos; rotativos; de pulverização; a energia solar; túneis e ultrassónicos (Fellows, 2009).

Tipos de desidratadores com superfície aquecida (ou de contacto):

A desidratação em fornos de superfície aquecida pode ser realizada utilizando: *ball dryer*, secador de tambor, banda de vácuo ou prateleira de vácuo e desidratadores agitados verticalmente. Estes têm como vantagem não requerer um grande volume de ar aquecido antes do início da desidratação, o que permite minimizar o gasto de energia (Fellows, 2009).

O controlo dos equipamentos é realizado para assegurar que o conteúdo em água nos alimentos processados é mínimo e uniforme. Neste controlo monitoriza-se a temperatura do ar de entrada, a humidade do ar, a temperatura do ar de saída, em equipamentos onde se utilize ar quente. Para equipamentos como os de superfície aquecida, é necessário controlar a temperatura, a velocidade de aquecimento e a pressão. Por sua vez, se for utilizado vácuo também é necessário controlar as temperaturas de entrada e saída, assim como as pressões exercidas (Fellows, 2009).

Na empresa X, são desidratadas variadas matérias-primas, como maçã verde, maçã vermelha, pêsego, manga e abacaxi. No entanto, este tipo de procedimento já utiliza fruta de categoria II e III, como forma de aproveitamento de matérias-primas e não necessariamente apenas categoria I. É de ressaltar que a criação deste segmento na

empresa surge como forma de criação de produtos para este tipo de aproveitamento e como forma de inovação no mercado. Dados os custos envolvidos em todas as etapas inerentes ao processo da desidratação, a utilização destas matérias-primas de categorias inferiores permite manter o custo de venda destes produtos mais acessível ao consumidor.

Os equipamentos de desidratação utilizados no segmento da empresa X são fornos contínuos e fornos estáticos. Dependendo do tipo de matéria-prima utilizada os parâmetros de tempo e temperatura variam. Cada tipo de fruta tem uma receita associada para a sua desidratação, na qual estão adaptados a temperatura e fluxo de secagem para obtenção do melhor produto possível. Por vezes, pode ser necessário alterar a receita proposta porque há variados fatores que influenciam a sua taxa de desidratação. Estes fatores podem ser intrínsecos como o teor de SST, a acidez e a firmeza, ou extrínsecos como condições climáticas e o tipo de corte associado à fruta. Ambos os desidratadores têm condicionantes: o desidratador estático é utilizado quando se utilizam matérias-primas mais sensíveis a calor; já o desidratador contínuo permite melhor uniformidade na transferência de calor entre o ar e matéria-prima, mas esta vai mudando de posição, o que pode degradar a matéria-prima em questão.

2.3 Receção de matérias-primas e controlo ao longo da cadeia de produção

2.3.1 Importância e Funcionalidade

No âmbito da Segurança Alimentar existem organizações criadas especificamente para esse efeito, como é o caso da Organização Mundial de Saúde (OMS) e *Food and Agriculture of the United Nations* (FAO), assim como, normas e programas específicos associados à indústria alimentar, como é o caso do *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) normas *International Organization for Standardization* (ISO), referenciais *British Retail Consortium* (BRC) e *International Featured Standards* (IFS) (Pop et al., 2018; Wilna & Egal, 2016).

A aplicação e cumprimento destas normas são essenciais para garantir que são cumpridos os requisitos necessário para assegurar a qualidade e segurança alimentar. Na empresa utilizam-se os referenciais nomeados anteriormente, sendo que são cumpridas as normas do referencial IFS para IV gama e de BRC para desidratados. Estes programas devem abranger toda a cadeia de processamento, desde a entrada de matéria-prima até ao produto final. Neste âmbito, são analisados a possibilidade de perigos físicos, químicos, microbiológicos e possível adulteração de alimentos (FAO/WHO, 2003).

A certificação IFS surge para criar um padrão comum de segurança alimentar que tem como objetivo auditar as empresas que queiram adquirir ou manter este tipo de certificação através de documentação uniforme, procedimentos de auditoria conjunta e aceitação mútua de auditorias, para que haja transparência nos negócios relacionados com produto alimentar, seja de processamento de produto, seja de embalagem alimentar. O IFS é um padrão único e globalmente reconhecido que se aplica a todas as

fases do processamento de alimentos, com padrão reconhecido para verificar a segurança alimentar e a qualidade dos processos e produtos alimentícios dos fabricantes. Aplica-se o IFS quando são produtos processados ou quando há risco de contaminação do produto com embalagem primário (Pop et al., 2018).

A sua aplicação inclui os seguintes requisitos: Responsabilidades de Alta Administração, Sistemas de Gestão da Qualidade Alimentar e Segurança Alimentar, Gestão de Recursos, Processo de Produção, Medições, Análises, Melhorias e Segurança Alimentar. O programa é baseado na análise de risco como ferramenta para que empresas mais pequenas possam criar um sistema de gestão de qualidade e segurança alimentar eficiente através de uma abordagem sistemática de melhoria contínua. Atribui critérios de qualidade específicos, além dos critérios de segurança alimentar, como questão de embalagem e contaminação de alimentos por meio das embalagens (Pop et al., 2018).

A certificação BRC é reconhecida como um padrão global e surgiu como padrão de segurança alimentar para ajudar a indústria alimentar a cumprir os requisitos legislativos da Diretiva de Segurança Geral de Produtos da EU e da lei da Segurança Alimentar do Reino Unido. A certificação BRC aplica-se a atividades do setor alimentar. A norma é usada não apenas para avaliar fornecedores, mas também como uma estrutura na qual muitas empresas basearam programas de classificação de fornecedores e o fabrico de produtos de marca (produtos próprios). O padrão BRC cobre as áreas de segurança e legalidade do produto, incluindo o sistema HACCP, gestão da qualidade, padrões ambientais e controlo de produto e do processo dentro da organização. Um dos principais benefícios é a confiança por parte do cliente, para a empresa que possua a certificação. Cada padrão é desenvolvido sob constante revisão, de forma a acompanhar a legislação da União Europeia e de forma a desenvolver continuamente melhores práticas. A norma BRC oferece vantagens não só para a indústria, mas também para os produtores de alimentos, importadores e fornecedores de ingredientes (Pop et al., 2018).

Dada a dimensão e importância das normas BRC, atualmente é um esquema de certificação acreditado de acordo com EN ISO / IEC 17065: 2012 e é um dos sistemas reconhecidos da Global Food Safety Initiative (GFSI) como referência para avaliação de negócios de alimentos. Avaliação e certificação devem ser realizadas por organismos de acreditação de acordo com a norma referida. Até ao momento, a BRC desenvolveu um conjunto de padrões em muitas áreas para a certificação de seus fornecedores: segurança alimentar, embalagens e materiais de embalagem, armazenamento e distribuição, agentes e corretores, produtos de consumo (Pop et al., 2018).

Comparando as duas certificações há vários benefícios associados às mesmas, como taxa de certificação reduzida, validade de certificado longo (3 anos), fácil implementação para quem detenha a ISSO 22000, compatibilidade com outras normas ISO, o que permite auditorias conjuntas e uma maior aceitação a nível de comercial internacional. No entanto, o uso das duas certificações em conjunto pode não ser de fácil aplicação dado haver alguns requisitos que podem não estar especificados nos mesmos. Apesar de terem alguns princípios idênticos, os seus critérios de avaliação diferem. Os relatórios de auditorias são bastante distintos e o cumprimento de um requisito de um dos sistemas pode não cumprir com o do segundo, o que pode gerar uma menor

avaliação por parte de auditorias, pela tentativa de corresponder aos requisitos de ambos (Pop et al., 2018).

Com base nos procedimentos da empresa X, na receção da matéria-prima há parâmetros a cumprir quando se dá a sua entrada na indústria, a importância do controlo neste passo, deve-se ao facto de a qualidade da matéria-prima poder condicionar o produto final da cadeia, mesmo que todos os requisitos de processamento sejam cumpridos. Na aceitação de uma matéria-prima que não cumpra os critérios de qualidade, muito provavelmente iremos colocar em risco a qualidade e por vezes a segurança alimentar do produto. Desta forma, a empresa realiza controlo à receção em todos os lotes de matéria-prima que dão entrada, sendo avaliados diversos parâmetros. Entre eles destacam-se parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. São realizados relatórios no ato da receção, como forma de controlo das matérias-primas, para a sua aprovação ou rejeição e são pedidos boletins de conformidade aos fornecedores.

Neste ato é atribuído um lote a cada matéria-prima que chega, como forma de quantificar e qualificar a mesma. No caso de ser apresentada alguma anomalia no produto, é possível perceber qual a origem do produto em questão, seja esta anomalia detetada diretamente à receção ou, em alguns casos, pode ser aceite um lote que apresenta anomalias não detetadas na amostragem feita à receção. Se estas forem detetadas já na área de produção é necessário avaliar qual a gravidade das anomalias e se estas precisam de ser bloqueadas ou não. Para este efeito é necessário ter conhecimento de toda a informação possível do fornecedor para se fazer a rastreabilidade e atribuir a responsabilidade à entidade competente.

Além do controlo na receção, é realizado controlo ao longo de toda a cadeia, estando previstos pontos críticos de controlo ao longo da mesma, para ambas as áreas de produção. Para IV gama, os pontos críticos de controlo são: na entrada de matéria-prima na área de processamento, no ato de desinfeção, onde são utilizados tratamentos químicos, nomeadamente à base de cloro. Após processamento existe outro ponto crítico de controlo, após embalagem, a deteção de metais, havendo dois detetores distintos adequados aos diferentes pesos de embalagem comercializados e que originam diferentes tipos de embalagem. Caso a mercadoria se encontre conforme após este passo, segue para rotulagem e expedição, onde também é feito controlo a nível de etiquetagem do produto.

Na área de processamento de desidratados, existe também controlo ao longo de toda a cadeia, como previsto pelo HACCP e pelas normas de BRC. Por sua vez, os pontos críticos de controlo neste âmbito são apenas após o embalagem final, é um detetor de metais, pois pode haver resíduos de lâminas ou outros utensílios, mas também resíduos de sacos de embalagem metálicos, os sacos bulk. Na Figura 2.1, apresenta-se um exemplo desse controlo, através da análise da embalagem recusada por detetor de metais, considerado o PCC2 da linha de produção, onde se verificou um fragmento de saco de armazenamento, bulk.

Na fase final, quando se prepara a mercadoria para expedição, são retiradas amostras diárias para avaliação em *shelf life*, em caso de reclamações ou de alguma anomalia reportada pelo cliente. Nestes casos, é feita avaliação das amostras em questão como forma de perceber se o produto apresenta anomalias derivadas da cadeia de produção ou por motivos externos, como utilização de temperatura inadequada por parte do cliente, por exemplo.



Figura 2.1- Maçã verde recusada por PCC2, detetor de metais, da linha de produção de desidratados da empresa X.

2.3.2 Manga

A manga é um fruto subtropical com diversas variedades, apresentando diferentes cores, tamanhos, formatos e texturas, além da sua composição nutricional. É também considerada uma das frutas mais consumidas em todo o mundo (Siddiq et al., 2017). A sua qualidade está diretamente relacionada com a sua maturação por ser um fruto de maturação climatérica, o que significa que no final do período de maturação apresenta um aumento marcante na taxa respiratória provocado pelo aumento de produção de etileno do próprio fruto (Brecht, 2020).

Os requisitos mínimos de qualidade da manga são a uniformidade de forma e tamanho do fruto, sendo que este deve estar inteiro. Aparência isenta de defeitos, podridão, ou alguma forma de degradação que a torne imprópria para consumo. O fruto deve estar limpo, isento de matérias estranhas e de danos provocados por pragas. Algumas das características avaliadas são a sua firmeza, ausência de odores estranhos, aparência fresca, manchas, hematomas, apresentando uma maturação suficiente e adequada (Codex Stand, 2005). A Figura 2.2 ilustra um exemplo de uma manga com as características referidas para a sua aceitação. A maturação da manga observa-se visualmente pela cor quando o tom verde-escuro passa para um tom verde-claro ou amarelado. Algumas mangas podem apresentar coloração avermelhada, o que pode não representar um estado de maturação avançado, e ser uma característica de exposição excessiva a radiação ultravioleta (Brecht, 2020).



Figura 2.2- Mangas para controlo à receção de matéria-prima (A e B).

Atendendo às suas características, as mangas podem ser divididas em classes. De acordo com o Codex Stand, as classes através das quais se agrupam este tipo de fruta são as seguintes:

Classe Extra - Mangas de classe mais elevada que devem ser características da sua variedade e espécie. Devem apresentar-se livre de defeitos, com exceção de defeitos superficiais muito ligeiros, sendo que estes não devem afetar a aparência geral do produto, nem a sua qualidade (Codex Stand, 2005).

Classe I – Mangas de muito boa qualidade, também características da sua variedade. São aceites defeitos mínimos, desde que estes não comprometam a sua aparência geral e qualidade. Os defeitos aceites são alterações mínimas no seu formato, alterações pouco evidentes a nível de queimaduras solares e fricção, queimaduras solares, manchas suberizadas devido à exsudação de resina (trilhas alongadas incluídas) e hematomas cicatrizados não excedendo 3, 4, 5 cm para os grupos de tamanho A, B, C, respetivamente (Codex Stand, 2005).

Classe II – Mangas que satisfazem os requisitos mínimos descritos anteriormente. No entanto, podem apresentar defeitos mais notórios do que os das categorias anteriores, desde que mantenham as suas características essenciais de qualidade, conservação e apresentação. Os defeitos admitidos incluem alterações de formato, defeitos da pele devido a fricção ou queimaduras solares, manchas suberizadas devido à exsudação de resina (trilhas alongadas incluídas) e hematomas cicatrizados não excedendo 5, 6, 7 cm para os grupos de tamanho A, B, C, respetivamente (Codex Stand, 2005).

Por outro lado, e segundo o Codex Stand (2005), os grupos de tamanho são divididos de acordo com o seu peso, da seguinte forma:

Grupo A- 200 a 350 gramas

Grupo B- 351 a 550 gramas

Grupo C- 551 a 800 gramas.

Composição Nutricional

A manga é dos frutos com maior valor nutricional e com componentes benéficos para a saúde. Todavia a sua composição nutricional e os seus componentes fitoquímicos podem sofrer alterações durante o seu desenvolvimento e pós-colheita (Maldonado-Celis et al., 2019; Siddiq et al., 2017).

A sua composição é distinguida em macronutrientes como hidratos de carbono, proteínas, aminoácidos, lípidos e ácidos orgânicos e, micronutrientes como vitaminas e minerais. Além destes, a sua composição em fitoquímicos engloba ácidos fenólicos, flavonoides, pigmentos como clorofila e carotenoides, assim como compostos voláteis. A sua composição é bastante completa não apenas na polpa, mas também na pele e caroço da manga (Maldonado-Celis et al., 2019; Siddiq et al., 2017).

Relativamente aos macronutrientes, os hidratos de carbono constitutivos da manga são na sua maioria, açúcares, sejam estes glucose, frutose e sucrose, os restantes são amido e pectinas. Estes são os compostos significativos para o seu sabor e odor característicos. Devido a reações bioquímicas potenciadas pelo amadurecimento, há uma

tendência para haver aumento dos açúcares da manga ao longo do amadurecimento pela hidrólise do amido em glucose. Por sua vez o aumento de glucose vai originar outras reações que promovem o aumento dos níveis de glucose, sucrose e frutose. É por este motivo que a fruta tem um sabor mais adocicado quanto mais madura estiver (Maldonado-Celis et al., 2019).

O seu teor em proteína e aminoácidos não é muito elevado quando comparado com outros macronutrientes, no entanto a concentração de aminoácidos varia de acordo com o cultivo e com o nível de maturação. Estes tendem a aumentar com o aumento da mesma. Os lípidos estão presentes em pequena quantidade na polpa da manga, no entanto, o seu caroço e pele são boas fontes de ácidos gordos, pelo que estes componentes têm interesse comercial para o mercado farmacêutico e alimentar. Alguns exemplos dos ácidos gordos presentes no caroço da manga são ácidos palmítico, estereático, oleico e linoleico. Com o aumento da maturação a presença de ácidos gordos tende a aumentar, pelo que há uma boa constituição em triglicéridos e em menor quantidade mono e diglicéridos. Com o aumento de maturação a composição em ácidos gordos insaturados tende também a aumentar, sendo a manga uma boa fonte de ómega-6 e ómega-3 no seu estado de maturação mais avançado (Maldonado-Celis et al., 2019).

Dos micronutrientes da manga destacam-se as vitaminas. As vitaminas C e A são as predominantes na sua composição e são necessárias à saúde humana como prevenção de algumas doenças. Estudos revelam que de uma forma geral o conteúdo em vitamina C varia consoante o estado de maturação, sendo mais elevada numa manga menos madura. São também encontradas vitaminas E e K, apesar de em quantidade menores, no entanto não há registos de vitamina D na sua composição (Siddiq et al., 2017).

Os minerais encontrados na manga são os minerais essenciais, muito importantes para a saúde humana e são o cálcio, ferro, magnésio, fósforo, potássio, sódio, zinco, cobre, manganês e selénio. Destacam-se em maior teor na polpa o cálcio, potássio e fósforo e por sua vez em menor quantidade o sódio, zinco e ferro (Siddiq et al., 2017).

Relativamente aos compostos fitoquímicos, os ácidos fenólicos são metabolitos secundários das plantas e fazem parte integrante da dieta humana pela sua importância para a saúde. Os compostos fenólicos encontrados na polpa da manga são flavonoides e polifenóis que têm funções antioxidantes, anti-inflamatórias e anticancerígenas, pelo que a sua ingestão complementa a dieta nutricional. Os carotenoides também têm atividade antioxidante assim como as vitaminas C e A. Os polifenóis relevantes na polpa da manga, com capacidade antioxidante são catequinas, quercetinas, antocianinas, ácido tânico e xantonas (Gasi ski et al., 2020; Maldonado-Celis et al., 2019; Siddiq et al., 2017).

Outro tipo de componentes presentes na constituição da manga são os compostos voláteis, responsáveis pelo seu aroma. Alguns dos compostos responsáveis pelo seu aroma são éster, lactonas, álcoois, aldeídos, ácidos gordos voláteis e produtos de degradação de fenol e carotenoides presentes na fruta. Estes compostos apesar de estarem presentes em pequenas quantidades, são os que caracterizam a manga a nível de aroma (Gasi ski et al., 2020; Maldonado-Celis et al., 2019).

Condições de armazenamento

A manga como fruto subtropical deve ser conservada entre 10 °C a 15 °C após a colheita. A deterioração que geralmente, ocorre após colheita, é essencialmente por Antracnose e Diplodia, provocadas por espécies de fungos como *Colletotrichum gloeosporioides* e *Lasiodiplodia theobromae*, *Dothiorella dominicana* e *Dothiorella mangífera*, respetivamente. No entanto, a conservação a temperatura abaixo da adequada pode induzir uma doença de epiderme chamada descoloração Lenticel, onde se observam pontos vermelhos ao redor da fruta, provocadas pela síntese de antocianinas. (Brecht, 2020; Diskin et al., 2017).

A principal perda de produto ocorre após colheita do fruto, pelo que é imperativo manter as condições de armazenamento adequadas (Diskin et al., 2017). Caso isto não se verifique pode resultar em perda de qualidade do produto por amadurecimento prematuro, que se traduz num início de deterioração que é geralmente acompanhado por amolecimento do fruto. Este fenómeno pode ocorrer por exposição do fruto a temperaturas muito baixas durante o transporte ou a temperaturas mais elevadas do que as desejadas e consideradas ideais, em qualquer ponto após a colheita. Além da temperatura, é necessário que a humidade do ambiente de armazenamento seja também adequada, pelo que deve ter, no mínimo, 85% de humidade relativa, sendo o ideal entre 90% a 95%. Se esta condição não for respeitada pode ocorrer enrugamento dos tecidos. Outro fator que provoca o amadurecimento precoce da fruta é a exposição a fontes de etileno, incluindo fontes externas de combustão como a presença de outras frutas em estado de maturação ou apodrecimento que libertam mais etileno o que promove a deterioração da manga (Brecht, 2020).

Além das condições físico-químicas é importante que não haja lesões físicas que provoquem a deterioração da manga, como quedas, lesões na epiderme, compressão do fruto ou utilização de compartimentos inadequados ao transporte e armazenamento da mesma que possam criar danos (Brecht, 2020; Maldonado-Celis et al., 2019).

2.3.3 Abacaxi

O abacaxi é um fruto, subtropical saboroso e exótico, com elevado valor nutricional associado. É um fruto considerado de grandes dimensões, que apenas cortado permite que os consumidores disfrutem da sua suculência, doçura, acidez, textura, sabor e aroma sem que seja requerido algum tipo de preparação da fruta (Montero-Calderón et al., 2020). Como é um fruto não climatérico, não deve ser colhido até que pelo menos um terço ou meio da casca se apresente amarelo, caso contrário pode ser comprometida a sua qualidade e doçura. Isto porque, após a colheita, o fruto não revela amadurecimento. Tradicionalmente, era consumido *in natura* nos países onde era produzido e comercializado de forma processada para os restantes países, como produto enlatado ou em sumo. No entanto, com a crescente preocupação e procura de produtos minimamente processados, o consumo de abacaxi cortado e pronto a comer fresco, tem aumentado ao longo dos últimos 20 anos (Lobo & Siddiq, 2016).

Na receção de abacaxi é considerada a origem, a cultura, o clima e condições de crescimento, sazonalidade, estado de maturação e práticas pós-colheita. Já no

processamento são considerados o descasque, corte, forma de manuseamento, embalagem utilizada, cadeia de frio aplicada e condições de armazenamento e procedimentos adequados. Os requisitos mínimos de qualidade para o abacaxi preveem que o fruto deve ser rececionado inteiro, com ou sem coroa, consoante o destino comercial, excluindo qualquer fruto que apresente podridão ou degradação. Deve estar livre de qualquer matéria estranha visível, isento de danos provocados por pragas e isentos da sua presença, livre de qualquer cheiro ou sabor considerado estranho e, deve ter um aspeto fresco, pelo que não devem existir folhas mortas ou secas na sua coroa. Não deve apresentar manchas de escurecimento provocadas por temperatura inadequada nem escurecimento interno (Codex Alimentarius, 2011).

A maturação do fruto quando feita a receção é avaliada comercialmente de acordo com avaliação visual do aspeto da epiderme, coroa e base, o teor de sólidos totais solúveis, acidez, evolução da coloração da epiderme e da polpa. Desta forma, é feita a classificação dependente do grau de coloração da casca, tamanho (peso), ausência de doenças e defeitos. Devem ainda apresentar firmeza, “olhos” planos assim como coroa não danificada, sendo crucial o seu tamanho para classificar o fruto. Na Figura 2.3, observa-se um abacaxi que se enquadra nas características referidas, onde a cor da epiderme e os olhos correspondem aos parâmetros de receção, assim como a sua coloração interna. De acordo com o fim do comerciante em questão, pode haver procura de frutos verdes, com cor 0, ou frutas maduras ou não verdes, com coloração 1 e 2. No entanto, em qualquer um dos casos é ainda requerido um teor mínimo de 12% de teor de sólidos solúveis totais (Lobo & Siddiq, 2016; Montero-Calderón et al., 2020).

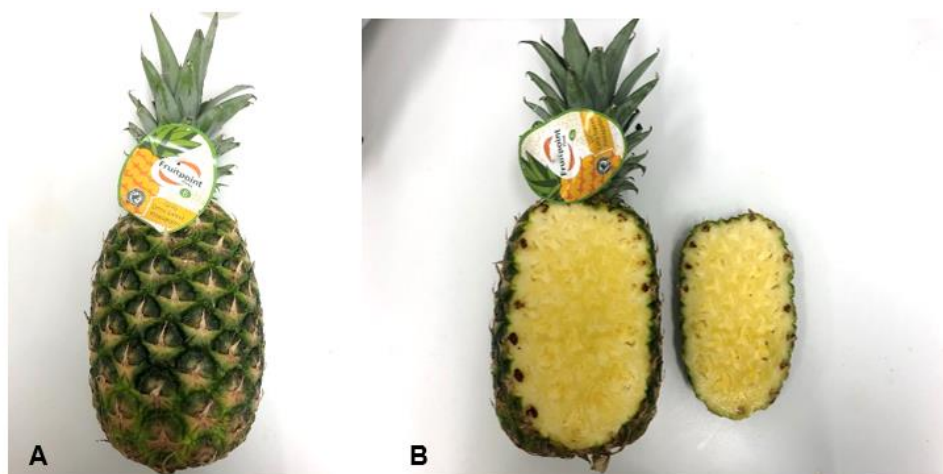


Figura 2.3 – Abacaxi analisado à receção pela Empresa L (A e B).

De acordo com as suas características, podem ser atribuídas classes ao abacaxi. De acordo com o Codex Stand, as classes através das quais se agrupam este tipo de fruta são as seguintes:

Classe Extra – Abacaxis de qualidade superior e que devem ser característicos da sua variedade e tipo comercial. Estes devem ser isentos de defeitos, com exceção de defeitos superficiais ligeiros que não influenciem o seu aspeto, qualidade, qualidade de conservação e a sua apresentação na embalagem destinada. Quando têm coroa, esta deve

ser simples e reta e deve corresponder 50 a 150% do comprimento total do fruto (Codex Alimentarius, 2011).

Classe I – Abacaxis de muito boa qualidade, também característicos da sua variedade. Nesta categoria podem ser admitidos ligeiros defeitos como alterações pouco evidentes na sua forma, ligeiros defeitos de coloração que podem incluir queimaduras solares, ou defeitos de pele como arranhões, cicatrizes e manchas desde que estes não excedam a área de 4% da superfície total. Estes defeitos não devem afetar a polpa do fruto. Na presença de coroa, esta deve ser simples, reta ou ligeiramente curvada e, deve medir entre 50 a 150% do comprimento total do fruto (Codex Alimentarius, 2011).

Classe II- Abacaxis que satisfaçam os requisitos mínimos descritos. São admitidos defeitos na forma, coloração e defeitos de pele, como cicatrizes, arranhões, hematomas e manchas, mais evidentes do que os das classes anteriores, desde que estes não excedam 8 % da superfície total da fruta. A aceitação destes defeitos não pode comprometer as suas características essenciais de qualidade, conservação e apresentação, nem a sua polpa. Na presença de coroa, esta pode ser simples ou dupla, reta ou mais curva (Codex Alimentarius, 2011).

Os grupos de tamanho são divididos de acordo com o seu peso, da seguinte forma:

Grupo A- 2750 gramas com coroa e 2280 gramas sem coroa

Grupo B- 2300 gramas com coroa e 1910 gramas sem coroa

Grupo C- 1900 gramas com coroa e 1580 gramas sem coroa

Grupo D- 1600 gramas com coroa e 1330 gramas sem coroa

Grupo E- 1400 gramas com coroa e 1160 gramas sem coroa

Grupo F- 1200 gramas com coroa e 1000 gramas sem coroa

Grupo G-1000 gramas com coroa e 830gramas sem coroa

Grupo H- 800 gramas com coroa e 660 gramas sem coroa (Codex Alimentarius, 2011).

Composição Nutricional

O abacaxi é um fruto rico em macro e micronutrientes com elevado valor nutricional o que valoriza bastante comercialmente o produto. Os nutrientes e os fitoquímicos do abacaxi podem variar de acordo com o crescimento e as condições ambientais durante o desenvolvimento do mesmo (de Ancos et al., 2016).

O seu componente maioritário é a água compreendendo cerca de 85 %. É por este fator considerado baixo em calorias além de não ter grande aporte de proteínas e gorduras, sendo que não contém gorduras saturadas ou colesterol na sua composição. A nível de macronutrientes, o seu constituinte principal são os hidratos de carbono e a fibra alimentar. Na sua polpa encontram-se também micronutrientes e compostos essenciais à saúde como é o caso de ácidos orgânicos, vitaminas e minerais (de Ancos et al., 2016; Mohd Ali et al., 2020).

Os hidratos de carbono presentes no abacaxi são maioritariamente açúcares, como a frutose, sucrose e glucose, sendo que a sucrose se apresenta em níveis mais elevados do que os monossacáridos. O seu perfil de açúcar é característico a nível de sabor e é o que despoleta a sua aceitação a nível comercial. Como o abacaxi é uma fruta não climatérica, após a sua colheita os seus níveis de açúcar estão dependentes do nível no ato da colheita, sendo que estes não aumentam. Há também amido na sua constituição, sendo que o teor deste varia de acordo com o estado de maturação, diminuindo com o aumento do nível de maturação (de Ancos et al., 2017).

O seu conteúdo em fibra é o segundo macronutriente em maior quantidade no abacaxi. O seu consumo é recomendado para prevenir e combater problemas de obesidade. Está ainda associado a outros benefícios de saúde como promoção da saciedade, aceleração do trânsito intestinal e prevenção de doenças como diverticulite e até mesmo cancro colorretal (Valderrain-Rodríguez et al., 2016).

Dos micronutrientes as vitaminas presentes no abacaxi são vitamina A, vitamina C (ácido ascórbico), vitamina B1 (tiamina), B3 (niacina), vitaminas B5 (ácido pantoténico), B6 (piridoxina) e B9 (folato). Além destas encontram-se ainda vitamina E e K em quantidade muito reduzida comparativamente às restantes. Os minerais presentes no abacaxi são cálcio, magnésio e o fósforo em maiores quantidades e, em menores o manganês, cobre, zinco e selénio. Além da sua composição nutricional é possível ainda encontrar elementos bioativos (de Ancos et al., 2016; Mohd Ali et al., 2020).

A presença de vitaminas antioxidantes como a vitamina C é requerida para a síntese de colagénio no corpo humano e essencial para a manutenção da integridade dos vasos sanguíneos, pele, órgãos e até dos ossos. O seu consumo é importante para o combate de infeções através de uma melhoria do sistema imunitário. Além das vitaminas antioxidantes existem ainda compostos fitoquímicos antioxidantes na sua constituição, como é o caso de compostos fenólicos, dos carotenoides e catequinas. Os carotenoides são precursores de pró-vitamina A e são considerados antioxidantes lipofílicos (Gardner et al., 2000; Valderrain-Rodríguez et al., 2016).

As fibras presentes na constituição da polpa do fruto são essencialmente fibras solúveis e insolúveis, como celulose, hemicelulose, lignina e pectina. Na casca existe também um teor de fibras com capacidade antioxidante. Este fator promove o aproveitamento da casca para extração da fibra para efeitos nutracêuticos dados os benefícios para a saúde como proteção de doenças cardiovasculares, alguns tipos de cancro, diabetes, doenças neurodegenerativas, hipertensão e regulação da insulina no sangue (Mohd Ali et al., 2020; Valderrain-Rodríguez et al., 2016).

No abacaxi destaca-se a presença de uma enzima chamada bromelaína, esta enzima é responsável por participar no processo de digestão através da quebra de proteínas e, tem ainda ação anti-inflamatória, antioxidante e anticancerígena. Esta pode ser extraída e utilizada para fins comerciais isolados da fruta (Valderrain-Rodríguez et al., 2016).

Condições de armazenamento

A condição ótima de armazenamento do abacaxi pressupõe uma temperatura entre 7 °C a 12 °C, durante um período de 14 a 21 dias. A humidade relativa de armazenamento recomendada é de 85% a 95%, isto deve-se ao facto de numa atmosfera com elevada humidade, haver menor perda de água do fruto, como desejável. Caso o fruto já esteja maduro este pode ser mantido a 7 °C, mas com uma menor duração, entre 10 a 14 dias. O máximo de vida útil registada é de 3 a 4 semanas a uma temperatura de 7 °C, no entanto pode surgir escurecimento enzimático interno, quando este é removido para condições ambientais se for sujeito a temperatura baixa além do tempo previsto. É importante que as condições de armazenamento sejam adequadas como forma de estender ao máximo o tempo de prateleira do produto, o que permite atingir mercados de longa distância sem que haja deterioração do mesmo (de Ancos et al., 2017; Paull & Chen, 2020).

2.4 Controlo e Qualidade alimentar

2.4.1 Materiais adequados para a indústria alimentar

Embalagens adequadas à indústria alimentar

As embalagens plásticas destinadas a fim alimentar são produzidas e certificadas especificamente para esse efeito. O material considerado adequado para a constituição destas embalagens está previsto na lei. Todas as embalagens destinadas a fim alimentar, independentemente do seu material, devem conter o símbolo representado na Figura 2.4 (Jornal Oficial da União Europeia, 2011).



Figura 2.4-Símbolo representativo para embalagens que se destinem a entrar em contacto com alimentos. (Jornal Oficial da União Europeia, 2011).

As embalagens utilizadas para indústria de transformação de fruta são, geralmente, constituídas de plástico. Estas são produzidas a partir de monómeros ou substâncias iniciadoras que através de reação química produzem um polímero que será a unidade estrutural dos plásticos, sendo que este o único material legislado para este fim. Os polímeros utilizados podem ser obtidos através de macromoléculas sintéticas ou naturais, através de poliadição ou transformação semelhante, assim como, por modificação química destas macromoléculas, ou ainda por fermentação microbiana. Tendo em conta a sua constituição com material inorgânico na maioria das vezes é necessário analisar a sua composição para averiguar sobre toxicidade e possível migração de compostos ou substâncias indesejáveis para o alimento, assim como se há alguma possibilidade de modificação da composição do alimento de forma indesejável por reação com o mesmo. No caso da migração de componentes do material estão regulamentados limites de deteção para as possíveis substâncias em que este efeito pode

ocorrer, no regulamento da união europeia. Neste âmbito, são analisadas as especificações sobre a “utilização do material e qual o tipo de alimento com o qual se destina a estar em contacto”, qual a “duração e temperatura de tratamento e armazenagem em contacto com o alimento” e também sobre o “rácio entre a área superficial em contacto com o alimento e o volume utilizado para determinar a conformidade do material ou objeto (Jornal Oficial das Comunidades Europeias, 2011).

2.5 Avaliação de Parâmetros de qualidade

2.5.1 Validação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos

Os parâmetros de validação físico-químicos vão variar de acordo com os requisitos da empresa e por vezes, requisitos do próprio cliente. Para a manga os requisitos gerais físico-químicos são: calibre entre 5 mm a 12 mm, sendo o ideal de 9 mm; Teor de sólidos solúveis totais superior a 10 °Brix, estado de maturação com polpa firme e cor entre 3 e 5 para IV gama e, polpa firme e cor entre 2 e 3 para desidratados. A Figura 2.5 apresenta a escala de cor utilizada como referência para avaliação (Empresa X, 2020).



Figura 2.5- Escala de coloração de polpa de manga para aceitação ou não do produto (Empresa X, 2020).

A nível de controlo analítico, para a manga, é feito controlo de: resíduos de pesticidas, contaminantes como cádmio e chumbo e de requisitos microbiológicos, *Listeria monocytogenes*.

Relativamente a requisitos específicos para a IV gama, são requeridas características mínimas de qualidade como: fruta inteira e com aspeto fresco; limpa e praticamente isenta de qualquer matéria estranha visível; isenta de podridão ou qualquer deterioração que as torne impróprias para o consumo; isenta de danos causados por pragas; isenta de humidade anormal; isenta de qualquer cheiro ou sabor estranho; isenta de danos causados por baixas temperaturas; isenta de manchas ou estrias necróticas pretas; isenta de hematomas marcados; isenta de qualquer alteração da polpa. Deve ainda apresentar uma consistência firme, embora possa ceder ligeiramente com a pressão dos dedos e deve estar suficientemente desenvolvida e com grau de maturidade satisfatório. Por sua vez, para desidratados os requisitos específicos são: polpa sem qualquer deterioração; pode apresentar descoloração total da epiderme; podem ser aceites frutos que apresentem desidratação, antracnose em fase inicial, deformações e defeitos epidérmicos

ligeiros, danos mecânicos, enrugamento, descoloração da casca ou escaldão solar, desde que estes não afetem a qualidade da polpa do fruto (Empresa X, 2017b).

Para o abacaxi os requisitos são: calibre entre 5 a 8 frutos, sendo o objetivo ideal de 5. Para IV gama, deve originar entre 6 stick ou 5 cubos por peça de fruta. Teor de sólidos solúveis totais acima de 12% SST. A coloração da polpa deve variar entre 1 a 3 para IV gama e entre 1 e 4 para desidratados. A nível de controlo analítico deve ser garantido o cumprimento de todos os limites máximos de resíduos relativamente a pesticidas, a presença de contaminantes como Cádmio e Chumbo e, como requisito microbiológico a presença de *Listeria monocytogenes*. (Empresa X, 2017a). É procedimento da empresa enviar amostras com periodicidade mensal para laboratório externo para análises microbiológicas. Estas têm como objetivo a confirmação da segurança alimentar dos produtos, o que reflete as boas práticas de fabrico da empresa.

Relativamente aos requisitos de qualidade do abacaxi, a fruta deve apresentar-se: inteira, sem lesões, firme e com aspeto fresco; sã, limpa e praticamente isenta de matérias estranhas visíveis; praticamente isentos de doenças ou ataques de parasitas ou danos provocados por estes; sem vestígios de podridão ou alterações que a tornem imprópria para consumo; isenta de fendas não cicatrizadas, fungos filamentosos que afetem a polpa, epiderme e cortes; isenta de ataques de parasitas na polpa; isenta de humidades exteriores anormais; isenta de odores e sabores/estranhos; isenta de alterações da polpa como translucidez ou acastanhamento; isenta de danos causados por baixas ou altas temperaturas, manchas escuras internas e devem apresentar desenvolvimento suficiente e encontrar-se num estado de maturação satisfatório. Podem apresentar ligeiras deformidades desde que não afetem a aparência geral do produto assim como a qualidade do fruto. Estes requisitos são aplicados para IV gama e desidratados (Empresa X, 2017a). Na Figura 2.6, apresenta-se a escala de coloração utilizada para validar a cor do abacaxi.



Figura 2.6-Escala de coloração de polpa de abacaxi para aceitação ou não do produto (Empresa X, 2017a).

2.5.2 Análise sensorial

A análise sensorial é um método de avaliação de um produto através da percepção dos sentidos. Esta pode ser definida como “uma disciplina científica utilizada para evocar, medir, analisar e interpretar as reações a características dos alimentos e materiais, conforme são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição” (Stone et al., 2012a). A utilização da análise sensorial pela indústria é de grande interesse comercial, na medida em que permite que sejam realizados estudos comparativos de produtos, como forma de promover vendas. Estes estudos podem ser realizados com produtos já existentes para determinar quais as preferências do consumidor, assim como, para o desenvolvimento de novos produtos (Stone et al., 2012a, 2012b).

A análise sensorial é utilizada para ganhar vantagem competitiva entre empresas, no entanto a sua metodologia é bastante complexa, na medida em que é necessário ter em atenção quais os fatores que podem afetar esta análise. Alguns exemplos são: quais os fatores que podem provocar alterações no produto (temperatura, luz, embalagem, atmosfera, condições de armazenamento, assim como quais as condições adequadas para a realização da prova, como existência de local de ensaio, sala de preparação, apresentação das amostras, qual o painel de provadores, entre outros (Noronha, 2003; Stone et al., 2012a).

A relação entre os produtos e o consumidor surge através da percepção dos sentidos, sendo através destes que surge a interação com o ambiente envolvente. As repostas sensoriais ao sabor, aroma, cor e textura que determinam as preferências e os hábitos alimentares dos mesmos (Pires et al., 2020).

Na avaliação sensorial surgem cinco sensações gustativas básicas distintas: doce, salgado, ácido, amargo e umami. Estas são percebidas pelos recetores localizados na língua, as papilas gustativas e distribuem-se em diferentes localizações na mesma. É por este motivo que são percecionadas as diferentes sensações associadas ao gosto. (Silva, 2015).

No entanto, os estímulos e as percepções percebidas na interação com determinado produto podem ser influenciados por fatores psicológicos e fisiológicos. Estes podem induzir em erros relativamente à avaliação realizada (Silva, 2015).

Tabela 2.1- Categorias de possíveis testes realizados em provas de análise sensorial adaptado de (Stone et al., 2012b)

Categorias de testes e Exemplos de Métodos utilizados na Avaliação Sensorial	
Categoria	Tipo de Teste
Discriminação	Comparação de pares, duo-trio, triangulo, etc.
Descritiva	Análise Descritiva (perfil de sabor, análise descritiva quantitativa, etc.)
Afetiva	Aceitação, preferência (escala LAM, escala hedónica de 9 pontos)

As metodologias utilizadas na análise sensorial, como descrito na Tabela 2.1, são de provas discriminativas, descritivas ou afetivos- preferência ou hedónico. Desta

forma, análise sensorial praticada nos testes descritos é baseada em provas discriminativas, por comparação de amostras. A escolha do método de teste é feita tendo em conta o objetivo do teste e as condições em que é realizado (Silva, 2015).

OBJETIVO

O objetivo do trabalho em questão baseia-se na avaliação sensorial e instrumental de classes de fruta inferiores à classe extra, para venda de fruta minimamente processada pela empresa X.

Os requisitos associados à classe extra são os preferenciais da grande maioria dos estabelecimentos de comércio, o que resulta no desperdício de classes inferiores. Estas classes são atribuídas como forma de categorizar o produto de acordo com as suas características e, são regra geral, vendidas a um valor mais baixo para o consumidor. No entanto, como não preenchem os requisitos da classe extra, a maioria dos fornecedores que tenham quantidades consideráveis destas classes, muitas vezes não conseguem encontrar consumidores para escoar todo o produto o que leva a que o seu destino final seja a alimentação animal, como acontece com a empresa L. Nesta prática, há um grande desperdício de matérias-primas em boas condições para consumo humano e cujo seu valor comercial é quase nulo. Como forma de combater este desperdício e fazer o aproveitamento destas matérias-primas, procura-se adaptar o seu uso através do seu processamento mínimo. Este processamento requer uma seleção cuidada e o retirar de defeitos que possam existir, sendo que estes defeitos nunca comprometem a sua qualidade. Os defeitos considerados nestas classes são defeitos epidérmicos ou de forma que influenciam a sua apreciação visual, sem colocar em causa a qualidade quer a nível de segurança alimentar quer a nível dos outros atributos sensoriais. Assim, o uso destas classes em detrimento do uso de classe extra pode significar não só uma mais-valia a nível de custos, como também, uma prática que promove a sustentabilidade ambiental, acrescentando valor às matérias-primas desvalorizadas e prevenindo o desperdício alimentar.

O presente estudo é um contributo na medida em que tem como objetivo comprovar se a substituição de classe extra pela classe I ou II, permite a obtenção de um produto minimamente processado mantendo as suas qualidades sensoriais e físico-químicas.

METODOLOGIA

4.1 Material e Matérias-Primas

As matérias-primas utilizadas foram rececionadas pelos responsáveis da Empresa X, encarregados dessa função, sempre acompanhados do controlo de qualidade, de forma a aferir sobre a qualidade no ato de receção das mesmas. O controlo à receção foi realizado para diversas matérias-primas utilizadas na fábrica, incluindo as necessárias à realização deste trabalho.

4.2 Preparação das Amostras

Obtenção das amostras:

Foram recolhidas amostras diariamente durante 24 dias não consecutivos, compostas por uma amostragem de 5 elementos representativos da manga e abacaxi dos lotes utilizados para a produção diária. Foram anotados os lotes de produção para proceder à avaliação das diferentes categorias analisadas em cada lote. As amostras foram numeradas de 1 a 5, em cuvetes de 100 g de polietileno. Cada peça de fruta utilizada foi desinfetada, lavada, descascada e cortada, para posterior armazenamento nas cuvetes de forma semelhante entre todas as amostras. Tratou-se da recolha de uma amostragem significativa para obtenção de resultados mais verosímeis nas análises realizadas.

A variedade de manga utilizada neste estudo foi a Tommy Atkins e o abacaxi tinha como origem a Costa Rica.

É necessário referir que a fruta é categorizada por classes de acordo com o *Codex Alimentarius*, no entanto, na prática e ambiente empresarial, as classes correspondem às seguintes categorias:

Classe Extra- Categoria I

Classe I -Categoria II

Classe II- Categoria III

Os ensaios realizados com cada lote apresentam um número variável de amostras dada a disponibilidade dos mesmos nos dias dos ensaios. Perante a situação de pandemia atravessada no período de estágio, a produção na fábrica foi reduzida para os mínimos, e como tal, a chegada de matéria-prima era muito limitada face à situação considerada normal. Para além da redução significativa do número de encomendas realizadas, dado o confinamento que ocorria na altura, existiu ainda a obrigação de rotatividade das equipas em turnos desfasados, para que não houvesse cruzamento de pessoal. Como estudo interno, a avaliação das características organolépticas foi obtida por análise sensorial realizada pela equipa do Departamento de Controlo de Qualidade da empresa X e por análise instrumental no laboratório do mesmo departamento.

A aprovação inicial das matérias-primas foi realizada no segmento da Empresa L, por operadores treinados, através da avaliação dos parâmetros de cor, SST, dureza e sabor. Esta avaliação baseou-se na atribuição de categoria conforme ou não conforme para seguir para as áreas de produção. Após a matéria-prima ter obtido aprovação, era encaminhada para a Empresa X onde foram avaliados os parâmetros apresentados no presente estudo.

A disponibilidade das categorias utilizadas estava dependente do stock existente para encomendas da empresa X, no caso da categoria I. Por sua vez, o stock existente de categoria II e III estava dependente do excedente da empresa L.

Análise Sensorial e Físico-química:

A análise sensorial descritiva com base em escalas fornecidas pela empresa X e físico-química foi realizada no laboratório da empresa X. Procedeu-se à realização das mesmas no tempo inicial P0, que corresponde à data de recolha da amostra, seguida de uma análise passados 4 dias, que corresponde ao P3, e por último uma análise ao fim de 6 dias, P6. Nestas análises físico-químicas foram registados teores de sólidos solúveis totais e dureza (no caso da manga). Foi realizada também análise sensorial nos mesmos períodos de tempo, como forma de detetar alterações na fruta, a nível de sabor, cor, textura e acidez (no caso do abacaxi). O armazenamento foi realizado numa camara frigorífica com temperatura a 2 °C.

Durante 24 dias não consecutivos, foram recolhidas as amostras de manga e abacaxi. As mangas eram escolhidas de forma que a amostragem fosse o mais heterogénea possível, de seguida analisadas de acordo com os parâmetros estabelecidos para aferir sobre a qualidade, nomeadamente dureza com auxílio de um penetrómetro analógico de dupla escala (Akso, FT327). Seguido da análise do teor de sólidos solúveis totais, com recurso a um refratómetro digital ((LLG Labware, uniREFRACTO 2).

Apesar de as amostras terem sido analisadas em três períodos distintos, P0, P3 e P6 apenas foi considerado para discussão de resultados os valores obtidos em P0 e P6, porque os resultados obtidos em P3 pouco ou nada traduziam a nível de desenvolvimento em relação a P0. Os resultados obtidos foram tratados e são apresentados em média.

Com base nos procedimentos da empresa X, destacam-se algumas etapas para garantia da manutenção da qualidade e segurança alimentar é a desinfeção das matérias-primas na respetiva sala, sala de “Baixo Risco”. Nesta sala a temperatura é controlada como forma de não correr o risco de afetar a matéria-prima e, a formação dos colaboradores neste âmbito é garantida pela empresa. Nesta etapa é feita uma seleção da matéria-prima que vai dar entrada na área de produção. Após a receção da matéria-prima esta pode ficar armazenada até ser necessário o seu uso, dado que esta necessidade pode não ser imediata, havendo stock de reserva para as encomendas dos clientes. Assim sendo, quando a fruta passa para esta etapa, passa por uma inspeção visual para garantir que continua nas condições verificadas na receção e pelo processo desinfeção para que não haja contaminação por matérias orgânicas indesejadas ou

microrganismos. Caso haja alguma fruta que não se apresente conforme visualmente, é retirada nesta etapa. As restantes seguem para a área de produção.

Após esta etapa, a fruta inteira chega à sala do “Alto Risco”, onde se irá proceder ao processamento. Nesta sala há ainda mais requisitos de higiene e segurança e mais medidas aplicadas. A temperatura é controlada e encontra-se entre os 2 °C e os 7 °C, além disso, todo o espaço é desinfetado com a frequência necessária, assim como todo o equipamento e fardamento. As instalações estão preparadas com o uso de salas herméticas e com portas duplas. Toda a formação dos colaboradores, desinfecção e higienização garantem a segurança e qualidade alimentar do produto processado. Nesta sala é feito o embalamento do produto que segue posteriormente para a “Rotulagem e Expedição”. Em todas as etapas é feita uma verificação e controlo da qualidade e segurança das práticas e do equipamento e sala em utilização.

4.2.1 Análise de manga em P0

No tempo inicial, as amostras foram escolhidas e analisadas relativamente à medição de sólidos solúveis totais, dureza, cor, sabor e textura.

Foram recolhidas amostras de 5 exemplares de manga diariamente, como exemplificado na Figura 4.1, para obtenção de melhores resultados a recolha foi realizada com maior heterogeneidade possível do lote de produção utilizado no respetivo dia.



Figura 4.1-Manga: A-Amostragem para análise recolhida no dia 16 de Março; B- medição de dureza da manga com auxílio de penetrómetro.

Após a recolha das amostras, foi medida a dureza de cada manga com auxílio de um penetrómetro e registado o seu valor, como se observa na Figura 4.1, seguido do corte de cada peça para avaliação da coloração da polpa, Figura 4.2



Figura 4.2- Manga para amostragem do ensaio número 4 (A e B).

A classificação de cor da polpa da manga foi realizada de acordo com a escala apresentada na Figura 2.5, de acordo com os requisitos da empresa.

Na Figura 4.3, exemplifica-se a manga já cortada e pronta para as restantes análises e o refratômetro para medição de °Brix, respetivamente. Após este procedimento, realizaram-se avaliações sensoriais.

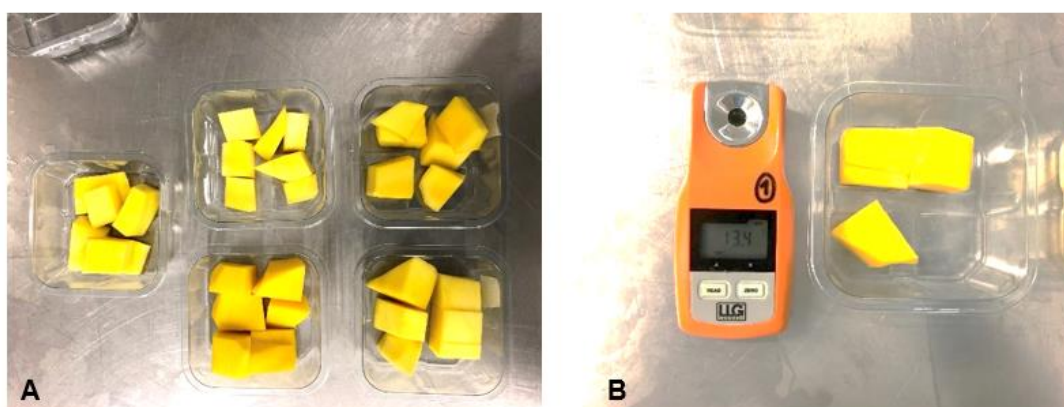


Figura 4.3- Manga processada: A-Amostragem de manga já cortada e colocada nas respetivas cuvetes; B-análise de teor de sólidos solúveis totais das amostras, com auxílio de refratômetro.

Na análise sensorial avaliou-se cada uma das amostras com objetivo de qualificar as mesmas relativamente ao seu sabor, textura e aspeto geral das amostras. A sua qualificação foi realizada de acordo com as escalas apresentadas nas Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3.

Tabela 4.1- Escala para avaliação do sabor da análise sensorial.

Sabor	1	2	3	4	5
	Muito amargo	Amargo	Agradável	Doce	Muito doce

Tabela 4.2- Escala para avaliação da textura da análise sensorial.

Textura	1	2	3	4	5
	Muito duro	Duro	Firme	Mole	Muito mole/a desfazer-se

Tabela 4.3- Escala para avaliação do aspecto geral da análise sensorial.

Aspecto Geral	1	2	3	4	5
	Extremamente podre. Deterioração muito evidente e vestígios de atividade microbiana. Impróprio para consumo.	Podre. Estado de deterioração evidente. Sem condições de qualidade para consumo.	Fraco. Limite Comercial. Sinais de deterioração evidentes. A consumir no menor espaço de tempo possível.	Bom. Pode apresentar alguns sinais de deterioração, mas que não põe em causa a qualidade do produto.	Excelente. Sinais de deterioração inexistentes.

Foram analisados nove lotes de matéria-prima, estando consideradas as categorias I, II e III. Na Tabela 4.4 apresenta-se a distribuição de ensaios e lotes, associados a cada categoria de manga.

Tabela 4.4- Distribuição de lotes de manga e respetiva categoria, utilizados nos ensaios para os testes realizados.

Lote	Ensaio	Categoria
1	1,2,3	III
2	4,5	III
3	6,7	II
4	8,9,10,11	I
5	12	I
6	13	I
7	14	I
8	15,16,17,18	I
9	19,20,21,22,23	II

4.2.2 Análise de manga em P6

Ao fim de 6 dias as amostras foram retiradas da arca frigorífica, 2 °C, onde ficavam armazenadas e procedeu-se ao registo da avaliação do parâmetro de teor de SST, cor, sabor, textura e aspecto geral, à semelhança dos realizados em P0 para posterior comparação de resultados. Na Figura 4.4 apresentam-se três exemplos de amostras utilizadas para as avaliações descritas. Foram utilizadas as mesmas escalas para que pudesse ser feita a comparação com maior rigor possível.



Figura 4.4- Amostras utilizadas nos ensaios 7, 10 e 14.

Para análise dos resultados obtidos em P6, apresenta-se a Tabela 4.5, com os intervalos aceites para cada característica avaliada.

Tabela 4.5-Resumo das escalas de classificação e intervalo de aceitação para avaliação da manga.

Caraterística Avaliada	Escala de classificação	Intervalo de aceitação (P0/P6)
Cor	1 a 5	2 a 3 / 2 a 4
Textura	1 a 5	2 a 3/ 2 a 4
Sabor	1 a 5	3 a 5
Aspetto Geral	1 a 5	>3

4.2.3 Análise de abacaxi em P0

Para a realização das análises de medição de sólidos solúveis totais, cor, sabor, textura, acidez e aspeto geral, foram selecionados por dia, 5 amostras diferentes como demonstrado na Figura 4.5, de forma a tentar obter a seleção mais heterógena possível para analisar.

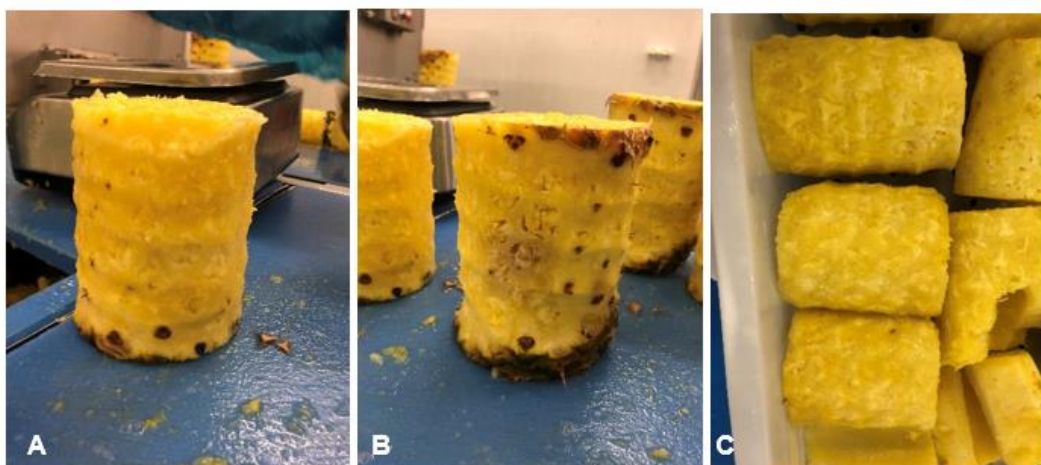


Figura 4.5- Amostragem de abacaxi escolhido para análises dos ensaios 6 (A e B) e 8 (C).

Após seleção dos abacaxis, as amostras foram preparadas para as respectivas cuvets e devidamente identificadas, Figura 4.6A. Procedeu-se à medição do teor de sólidos solúveis totais com auxílio de refratômetro digital ((LLG Labware, uniREFRACTO 2), apresentado na Figura 4.6B. Foi medida a acidez do abacaxi com medidor de pH (HANNA INSTRUMENTS, HI98121).

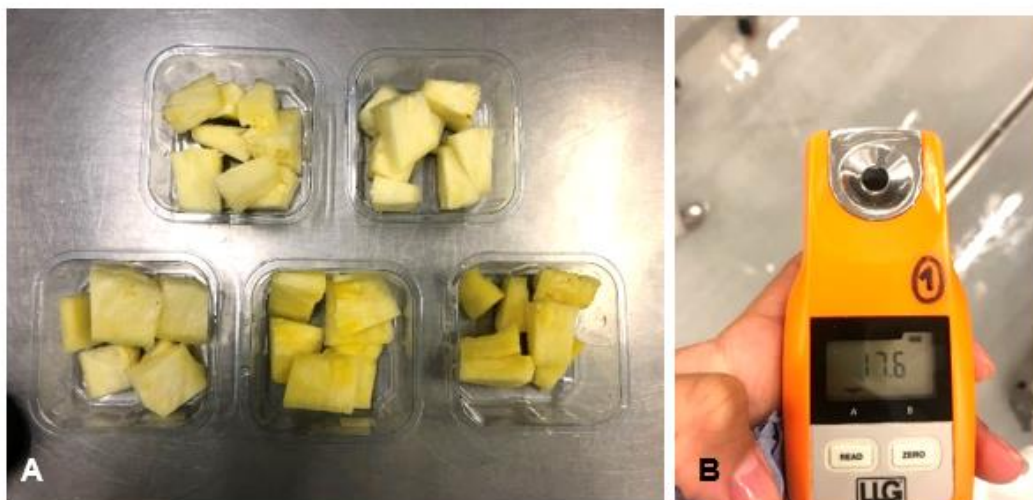


Figura 4.6- Análise de abacaxi: A, Distribuição das amostras nas cuvets para análise e embalagem; B, Refratômetro.

Após recolha das amostras e da medição de sólidos solúveis totais, procedeu-se à prova sensorial onde foram avaliados pedaços de cada uma das amostras, com objetivo de qualificar as mesmas relativamente à sua cor, textura, sabor, acidez e aspeto geral, de acordo com as escalas fornecidas pela empresa. A sua qualificação foi realizada de acordo com as escalas apresentadas nas Tabelas 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9.

Tabela 4.6- Escala para avaliação do sabor da análise sensorial.

Sabor	1	2	3	4	5
	Muito amargo	Amargo	Agradável	Doce	Muito doce

Tabela 4.7- Escala para avaliação da textura da análise sensorial.

Textura	1	2	3	4	5
	Muito duro	Duro	Firme	Mole	Muito mole/ Pastoso

Tabela 4.8- Escala para avaliação da acidez da análise sensorial.

Acidez	1	2	3	4	5
	Nada ácido	Algo ácido	Pouco ácido	Ácido	Muito ácido

Tabela 4.9- Escala para avaliação de aspeto geral para análise sensorial.

Aspeto Geral	1	2	3	4	5
	Extremamente podre. Deterioração muito evidente e vestígios de atividade microbiana. Impróprio para consumo.	Podre. Estado de deterioração evidente. Sem condições de qualidade para consumo.	Fraco. Limite Comercial. Sinais de deterioração evidentes. A consumir no menor espaço de tempo possível.	Bom. Pode apresentar alguns sinais de deterioração, mas que não põe em causa a qualidade do produto	Excelente. Sinais de deterioração inexistentes.

Foram analisados oito lotes de matéria-prima, estando consideradas as categorias I e II. Na Tabela 4.10 apresenta-se a distribuição de ensaios e lotes de abacaxi associados a cada categoria, utilizados nos testes do presente trabalho.

Tabela 4.10- Distribuição de lotes de abacaxi utilizados nos ensaios para os testes realizados.

Lote	Ensaio	Categoria
1	1	II
2	2,3,4,5	I
3	6,7,8,9,10,11	II
4	12	I
5	13,14,15	II
6	16,17	I
7	18,19,20,21,22	II
8	23,24	I

4.2.4 Análise de abacaxi em P6

Ao fim de 6 dias as amostras foram retiradas da arca frigorífica onde ficavam armazenadas e procedeu-se ao registo da repetição dos testes realizados em P0, para posterior comparação de resultados, como apresentadas na Figura 4.7. Foram utilizadas as mesmas escalas que em P0.

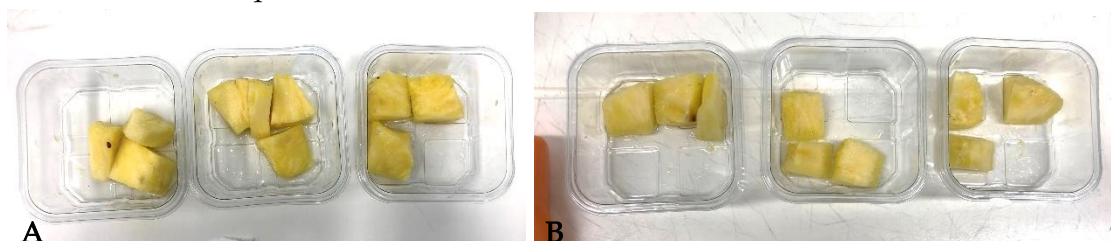


Figura 4.7-Amostras a analisar em P6 dos ensaios 6 (painel A) e 10 (painel B), após seis dias de conservação.

De uma forma geral, através da análise dos resultados obtidos, observa-se um aumento de maturação ao longo do tempo, após o corte e embalamento do abacaxi. É importante referir que não houve adição de qualquer substância conservadora ou antioxidante a nenhuma das amostras. Pelo que a sua evolução ocorre de forma natural.

Para análise dos resultados obtidos em P6, apresenta-se a Tabela 4.11, com os intervalos aceites para cada característica avaliada.

Tabela 4.11- Resumo das escalas de classificação e intervalo de aceitação para avaliação do abacaxi.

Caraterística Avaliada	Escala de classificação	Escala de aceitação
Cor	1 a 6	2 a 3/ 2 a 5
Textura	1 a 5	2 a 3 /2 a 4
Sabor	1 a 5	3 a 5
Acidez	1 a 5	2 a 4
Aspetto Geral	1 a 5	>3

4.2.5 Testes de Higienização

Foram realizados testes de higienização com recurso ao material instrumental RIDA CHECK, como forma de comprovar a importância da higienização para segurança e qualidade alimentar da matéria-prima e das embalagens utilizadas pela empresa. Utilizaram-se quatro amostras em recipientes de plástico, tendo cada um 3 pedaços de manga. Foram identificados aos pares, como limpo e não limpo, para distinção das amostras. Os dois ensaios denominados “não limpo” foram propositadamente contaminados através das mãos, após toque em superfícies na parte exterior da fábrica como corrimões, portas e outras superfícies de possível contaminação.

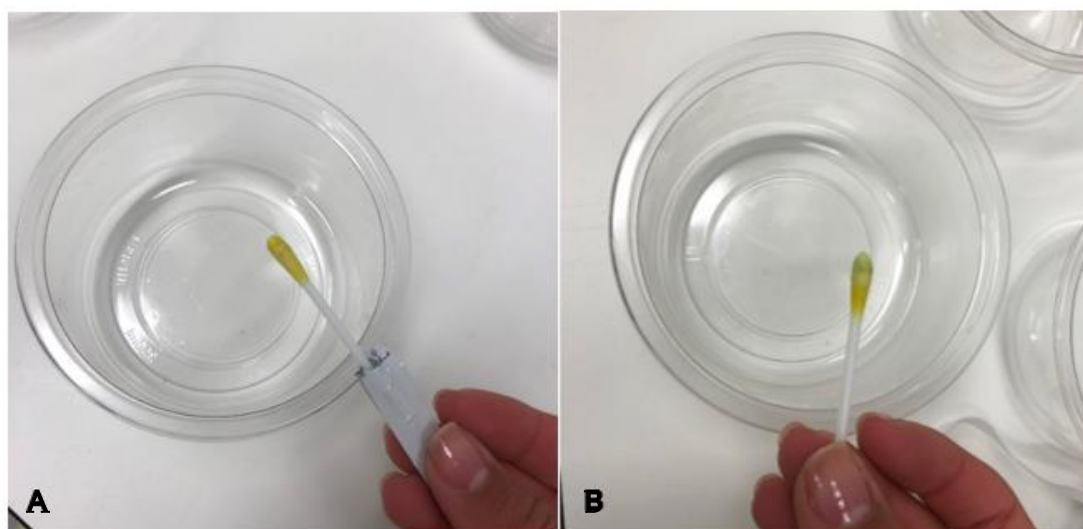


Figura 4.8- Teste de higienização com resultado negativo (A) e com resultado positivo (B).

Na Figura 4.8, apresenta-se o dispositivo de controlo de higienização RIDA CHECK, onde amarelo significa negativo para contaminação e amarelo-esverdeado/verde significa positivo para contaminação. Após desinfecção das cuvetes destinadas ao controlo e possível contaminação das cuvetes para teste, utilizou-se este sistema para deteção e comprovação do estado das embalagens.

Tabela 4.12 apresentam-se os valores dos limites legais para os microrganismos indicadores de higiene e de alteração referentes a produtos de IV Gama. São realizadas

periodicamente com frequência mensal, as análises microbiológicas com recurso a um laboratório externo à empresa X.

Tabela 4.12- Microrganismos indicadores de higiene e de alteração em alimentos prontos para consumo de IV Gama, adaptado de (Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, 2019)

Microrganismos indicadores de higiene e de alteração	Satisfatório Contagens (ufc/g)	Questionável Contagens (ufc/g)	Não Satisfatório Contagens (ufc/g)
Microrganismos Totais a 30°C/Contagem aeróbios mesófilos	Razão CAM/BAL 100	$10^6 - 10^8$	$>10^8$
Leveduras	$<10^5$	$10^5 - 10^6$	$>10^6$
Bolores	$<5 \times 10^2$	$5 \times 10^2 - 10^3$	$>10^3$
Entereobacteriaceae 37°C	$<10^5$	$10^5 - 10^6$	$>10^6$
Escherichia coli	Não detetado		
Listeria	<10	$10 - 10^2$	$>10^2$

ufc /g – unidades formadoras de colónias por grama

CAM – Microrganismos aeróbios mesófilos

BAL – Bactérias ácido-láticas

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Manga

Os parâmetros avaliados em cada ensaio foram a alteração da cor, de sabor, textura e aspeto geral ao fim do período de conservação, comparando sempre o estado inicial, com o estado de conservação após os 6 dias. Os ensaios foram avaliados com n=5 para P0 e n=3 para P6, tendo-se procedido às médias dos valores obtidos em cada ensaio. A evolução do estágio de maturação ocorreu de forma natural, sem adição de qualquer substância conservadora ou antioxidante a nenhuma das amostras.

Os resultados obtidos encontram-se dentro dos valores esperados, observando-se uma evolução de maturação ao longo do tempo, tendo em conta as diferentes categorias utilizadas e o seu estágio de maturação inicial.

5.1.1 Sólidos Solúveis Totais

Da análise dos resultados obtidos na quantificação do teor de sólidos solúveis totais, observa-se nas Figura 5.1 e Figura 5.2, que os valores obtidos das medições após 6 dias de embalamento, não sofreram alterações atendendo aos valores médios apresentados.

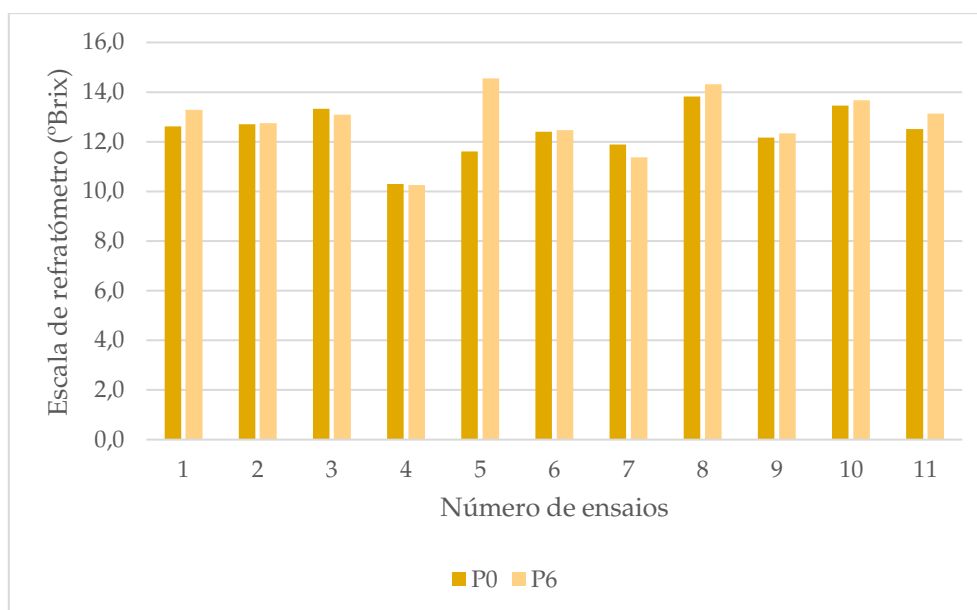


Figura 5.1- Teor de sólidos solúveis totais para os ensaios de manga de 1 a 11.

No gráfico da Figura 5.1, apresentam-se os valores de SST para as amostras dos ensaios de 1 a 11, sendo que a variação dos teores de SST após 6 dias de embalamento não apresentou valores muito díspares, o que se traduz de uma forma geral na manutenção dos teores observados entre P0 e P6.

Considerando o metabolismo associado à maturação da fruta, poderia esperar-se que em condições de continua maturação o teor de SST aumentasse. No entanto, após corte da fruta, a maior área de exposição ao oxigénio é responsável por acelerar processos oxidativos e aumento da taxa de respiração do fruto (Siddiq et al., 2017). O aumento da taxa respiratória da fruta pode provocar uma diminuição dos açúcares através do seu uso como fonte energética para a respiração. Pode ocorrer inicialmente um aumento de SST associado à hidrólise do amido da fruta, pela ação da amilase. Durante o armazenamento, este aumento cessa e posteriormente verifica-se a diminuição do mesmo pelo seu consumo. Este fenómeno de acumulação de açúcares evidencia-se no ensaio número 5, quando se verificou o aumento de teor de SST medido (Sharma & Rao, 2017). No entanto para os restantes ensaios não se observaram grandes variações nos valores medidos.

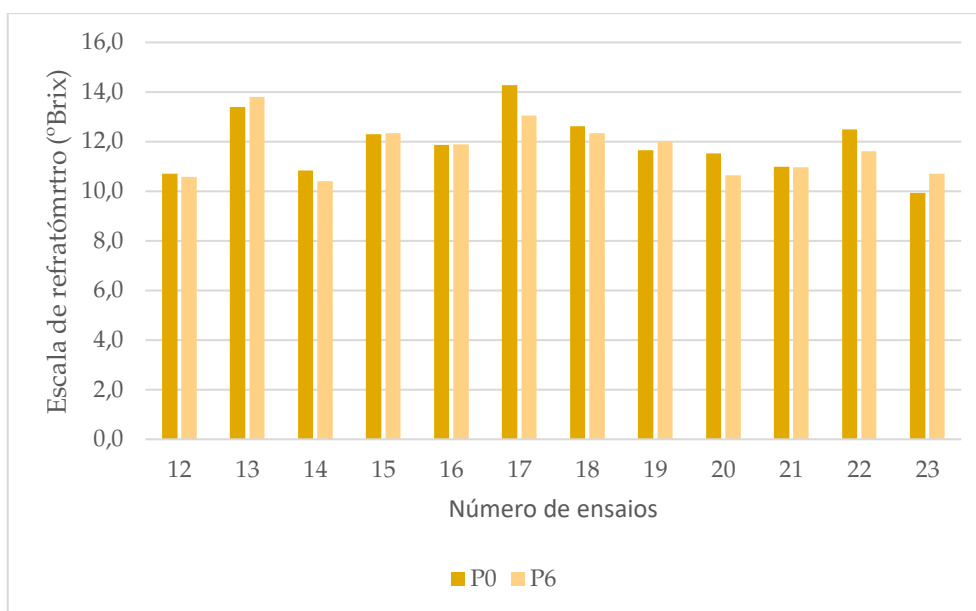


Figura 5.2- Teor de sólidos solúveis totais para os ensaios de manga de 12 a 23.

À semelhança dos resultados das amostras de 1 a 11, na Figura 5.2 estão ilustrados os resultados de SST para os ensaios de 12 a 23. Dos resultados obtidos observa-se mais uma vez, que na conservação a 2 °C, não existem grandes variações a nível de teores de SST, mantendo-se, regra geral, a média dos valores obtidos. A temperatura é um fator que permite abrandar os efeitos associados ao tempo de armazenamento (Sharma & Rao, 2017). Em algumas amostras observou-se uma ligeira diminuição dos teores de SST, o que está associado ao aumento da taxa de respiração da manga, após processamento efetuado, no entanto, os valores obtidos são aceitáveis e encontram-se de acordo com a literatura (Siddiq et al., 2013; Muhammad Siddiq et al., 2017).

As variações observadas nos resultados obtidos nestes ensaios podem ser justificadas através do estágio de maturação das mangas. Dependendo do mesmo momento de preparação, a manga pode estar verde ou madura, e as suas características serão influenciadas (Ngamchuachit et al., 2015). Tendo em conta que as mangas escolhidas para cada ensaio surgem de uma seleção heterogénea, é expectável que se verifiquem variações como aquelas que foram encontradas no presente estudo.

5.1.2 Cor

De acordo com a evolução de maturação da manga, seria de esperar que a avaliação do parâmetro da cor, apresentasse um aumento em todas as amostras (Siddiq et al., 2017). Este efeito verificou-se em todos os ensaios, com exceção do ensaio 11, que aparentemente não evoluiu de acordo com a escala de cor utilizada. Independentemente da categoria utilizada em cada ensaio, verifica-se a evolução de maturação pelo aumento na escala de cor.

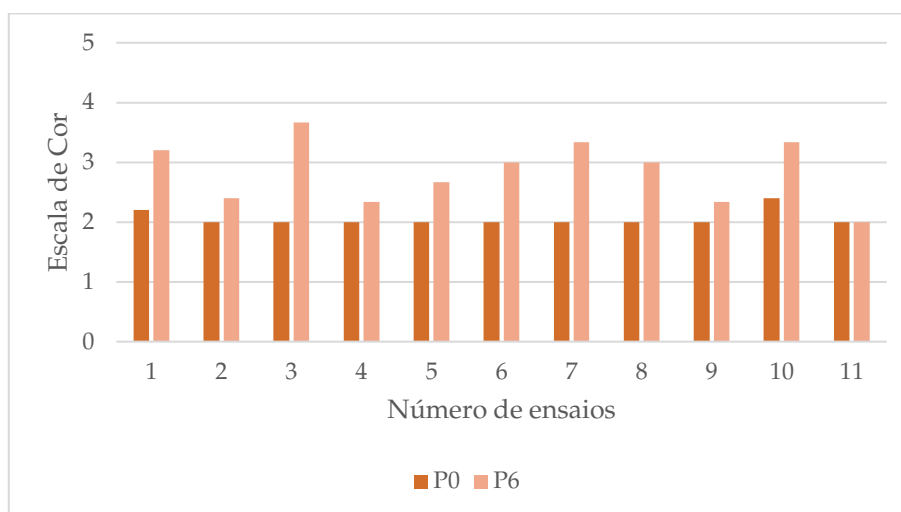


Figura 5.3- Avaliação de cor para os ensaios de manga de 1 a 11.

Da análise do gráfico da Figura 5.3, observa-se que houve evolução da cor em quase todos os ensaios das amostras 1 a 11, como seria de esperar com o aumento da maturação.

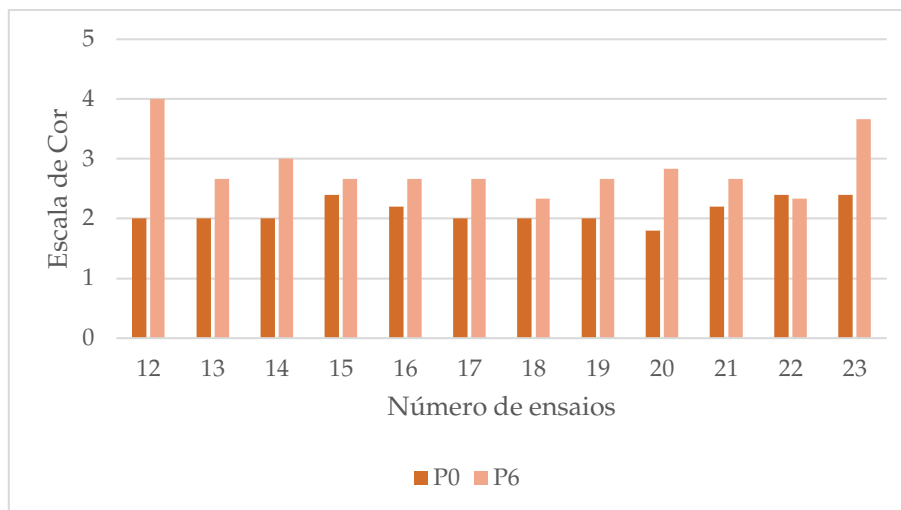


Figura 5.4- Avaliação de cor para os ensaios de manga de 12 a 23.

A análise dos ensaios das amostras de 12 a 23, apresentam-se semelhantes às anteriores, na medida em que se verifica uma evolução da cor, com o aumento da maturação e das reações bioquímicas associadas, apresentados na Figura 5.4. Aparentemente o uso de diferentes categorias não parece ter influenciado a avaliação deste parâmetro.

Os valores obtidos na análise deste parâmetro são justificados pelo aumento da taxa respiratória da fruta, que após colheita, aumenta significativamente. A manga como fruta climatérica, produz etileno quando inicia a sua maturação. É a produção de etileno que provoca a ativação do metabolismo da manga sendo observado pela alteração da sua cor. O facto de a fruta estar cortada e descascada faz com que a área de superfície exposta a oxigénio seja muito superior à fruta inteira ou cortada em segmentos maiores, quanto menor o segmento de corte maior a sua área de exposição. Dada a sua maior área de exposição, os resultados obtidos estão de acordo com o esperado. Apesar de a fruta não estar diretamente exposta a ar, o filme de selagem apresenta permeabilidade, o que permite que haja trocas gasosas e promove as alterações registadas (Brecht, 2020; Siddiq et al., 2017).

5.1.3 Sabor

A avaliação do sabor foi realizada por análise sensorial, como descrito anteriormente. Na escala de 1 a 5, de acordo com a agradabilidade de sabor, que compreende o equilíbrio entre a doçura e amargueza, com a escala da Tabela 4.1.

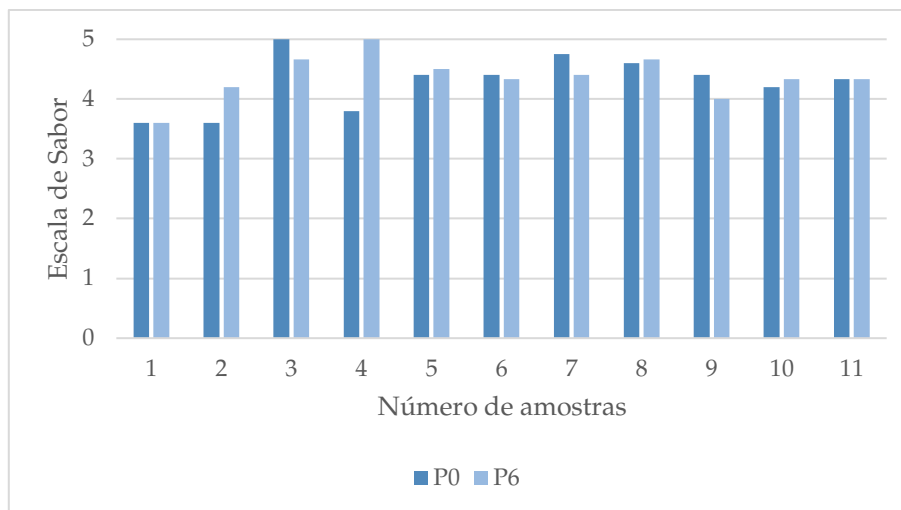


Figura 5.5- Avaliação de sabor para os ensaios de manga de 1 a 11.

Da Figura 5.5, é possível observar que em alguns ensaios a avaliação de sabor foi favorecida pelo tempo de conservação, que se traduz num aumento de maturação, como referido anteriormente. De um modo geral, houve uma boa relação da avaliação feita tanto no tempo inicial como após os 6 dias de embalamento. Apesar de não se ter verificado uma variação notória a nível dos teores de SST medidos, este pode não estar associado diretamente ao sabor avaliado sensorialmente, mas os teores de acidez da fruta têm tendência a diminuir com o tempo de armazenamento, o que promove a sensação de agradabilidade de sabor (Ngamchuachit et al., 2015).

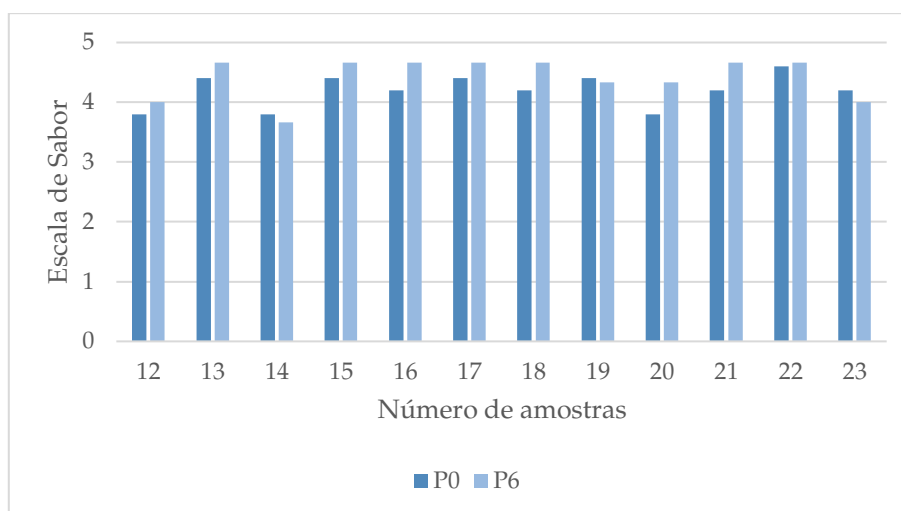


Figura 5.6- Avaliação de sabor para os ensaios de manga de 12 a 23.

Relativamente à avaliação dos ensaios 12 a 23, ilustrado na Figura 5.6, observa-se que a avaliação de sabor das amostras destes ensaios não revela grandes oscilações com as diferentes categorias utilizadas. Sendo que na maior parte dos ensaios se observa que a avaliação de sabor tende a melhorar e a ser mais apreciada com a evolução da maturação. Com o aumento da taxa respiratória e da atividade metabólica, esperava-se um aumento mais acentuado dos teores de SST. No entanto, pelos teores medidos não se observaram grandes alterações, mas a avaliação da cor demonstra a evolução do estágio de maturação que costuma ser o responsável pela agradabilidade de sabor na fruta mais

madura, como referido anteriormente, apesar de não ter sido medida a acidez (pH) nem os teores de acidez titulável da manga, o seu sabor parece ter sido influenciado pelas reações bioquímicas que ocorrem no fruto (Ngamchuachit et al., 2015; Siddiq et al., 2013).

5.1.4 Textura

As texturas das amostras utilizadas para os testes de análise sensorial foram avaliadas com base na escala apresentada anteriormente na Tabela 4.2. A tendência esperada para a evolução da textura era de menor firmeza com o aumento de maturação, ou seja, perda de firmeza à medida que se prolonga o tempo de conservação das amostras. Este é um dos fatores que mais se pronuncia nos produtos minimamente processados, dada a maior área de exposição que promove reações bioquímicas após o corte (Dea et al., 2010; Siddiq et al., 2013).

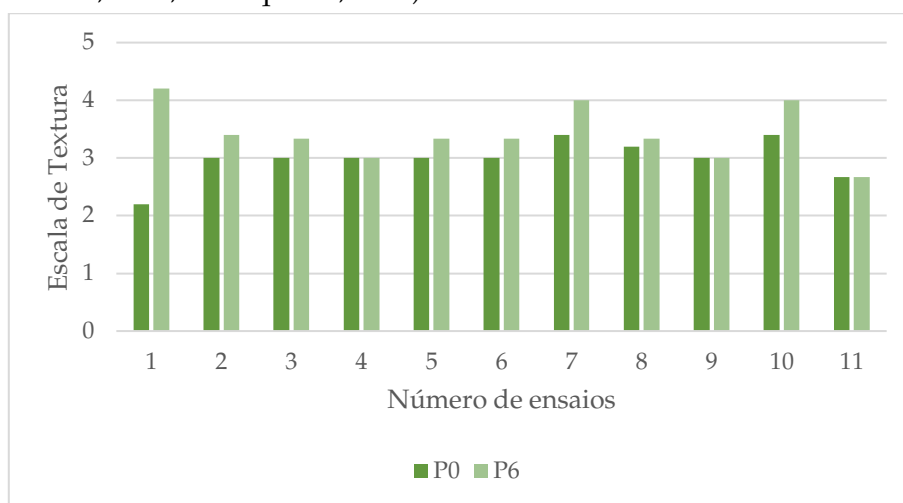


Figura 5.7- Avaliação de textura para os ensaios de manga de 1 a 11.

Nos primeiros ensaios houve maior tendência para diminuição de firmeza, observando-se um aumento na escala proposta (Figura 5.7). O aumento na maturação traduz-se numa diminuição da textura da manga, o que explica os resultados obtidos.

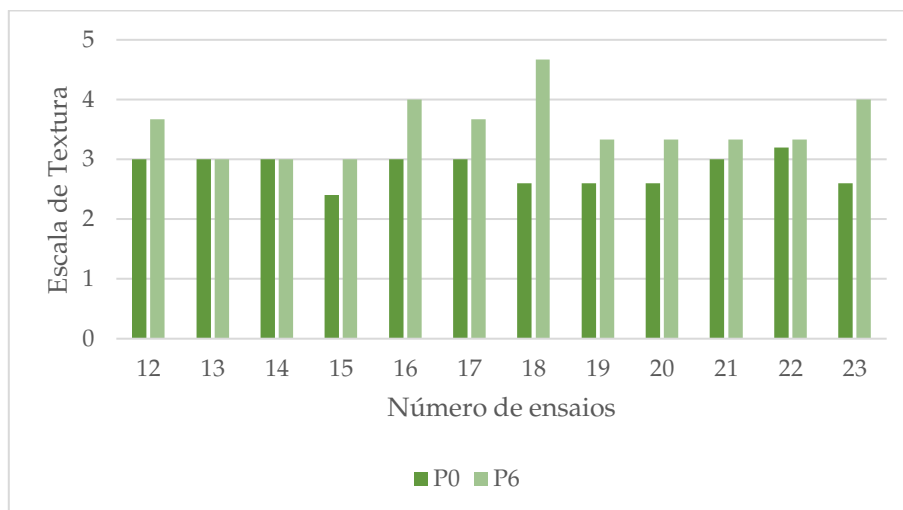


Figura 5.8- Avaliação de textura para os ensaios de manga de 12 a 23.

Da análise dos resultados apresentados no gráfico da Figura 5.8, observa-se também uma diminuição da firmeza da polpa da manga com o aumento da maturação, tal como o observado nos ensaios das amostras 1 a 11. Nos ensaios em que não houve diminuição, manteve-se a avaliação de firmeza realizada no tempo de recolha, não havendo evolução da mesma após os 6 dias. Nestes ensaios foram utilizadas 3 categorias diferentes, no entanto, as diversas categorias não parecem afetar os resultados dos diferentes ensaios.

5.1.5 Aspeto Geral

O aspeto geral foi um parâmetro considerado importante na análise de avaliação realizada à fruta, na medida em que nos permite categorizar as amostras dos ensaios com base nos parâmetros avaliados anteriormente. Esta avaliação fez-se de acordo com a escala descrita na Tabela 4.3.

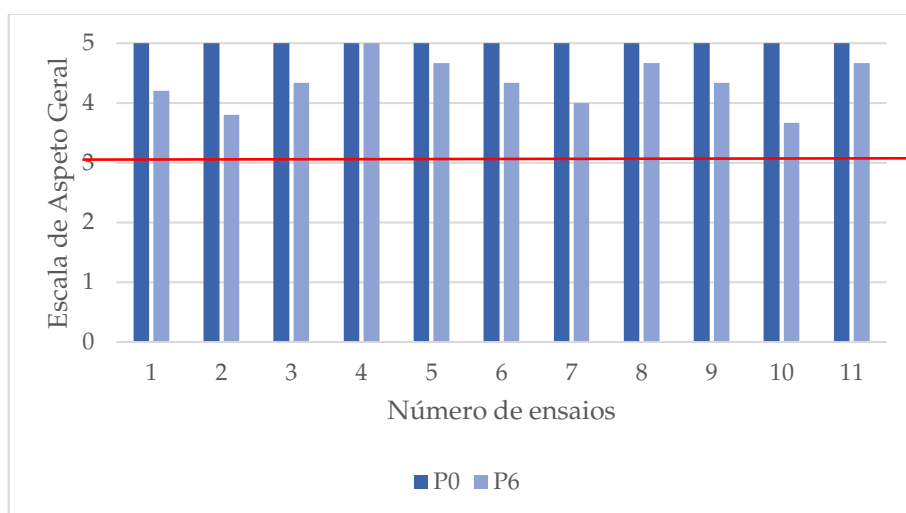


Figura 5.9- Avaliação do aspeto geral para os ensaios de manga de 1 a 11. A linha vermelha indica o limite comercial para o produto.

Na Figura 5.9, apresentam-se os resultados relativos à avaliação feita a nível de aspeto geral, seria de esperar que os ensaios ou mantivessem o seu nível de satisfação máximo, ou que a sua diminuição não ultrapassasse o limite comercial de 3, como se verifica nos resultados apresentados. Neste sentido, a diminuição da sua apreciação geral não inviabiliza a qualidade das amostras, sendo que os resultados demonstram que todos os ensaios se encontram entre 3,5 e 5 na escala utilizada.

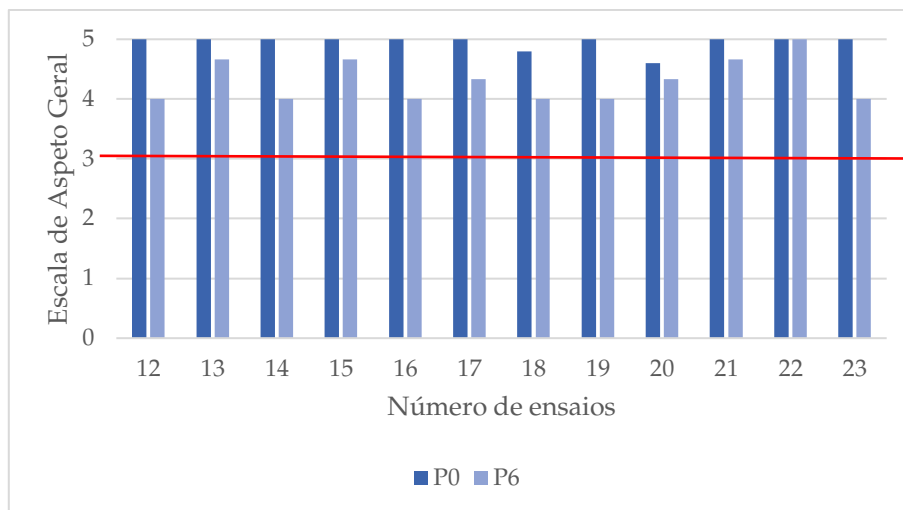


Figura 5.10- Avaliação do aspeto geral para os ensaios de manga de 12 a 23. A linha vermelha indica o limite comercial para o produto.

Da análise do gráfico da Figura 5.10, observa-se que os resultados são semelhantes aos apresentados na Figura 5.9, sendo bastante aceitáveis os resultados após os 6 dias de embalamento, não havendo nenhum ensaio cuja sua apreciação fosse inferior ao limite comercial, assinalado a vermelho nas figuras. Ao analisar os resultados obtidos, pode afirmar-se que não houve perda acentuada de qualidade em praticamente nenhum ensaio, pelo que os resultados obtidos foram bastante satisfatórios, independentemente das diversas categorias representadas nos vários ensaios.

5.1.6 Análise Comparativa por Categorias

Como forma de comparar mais exatamente qual a diferença entre os resultados obtidos nos lotes de diferentes categorias utilizados em cada ensaio, apresentam-se os gráficos das Figura 5.11 a 4.21 para análise comparativa de resultados agrupados por categoria, entre P0 e P6.

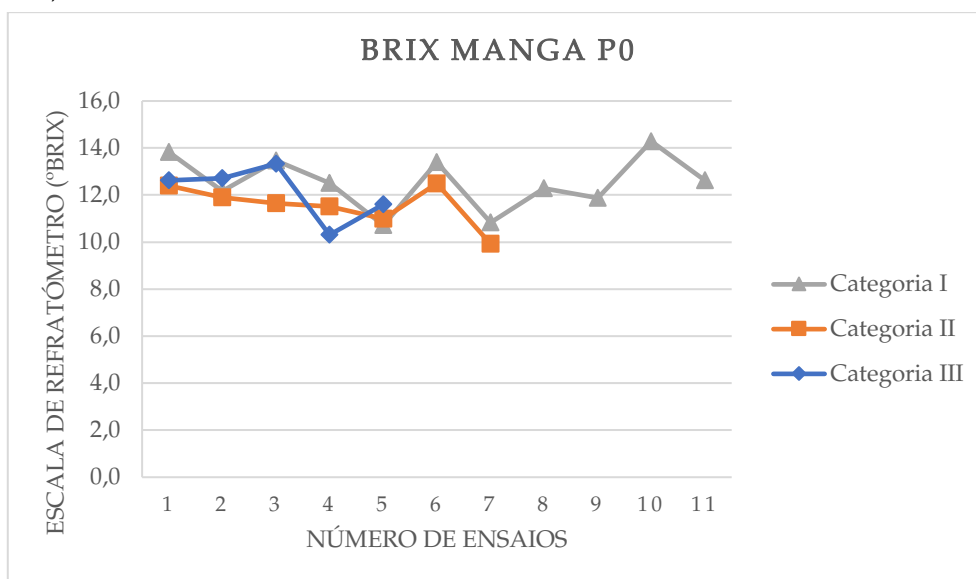


Figura 5.11- Teor de SST da manga no dia de embalamento.

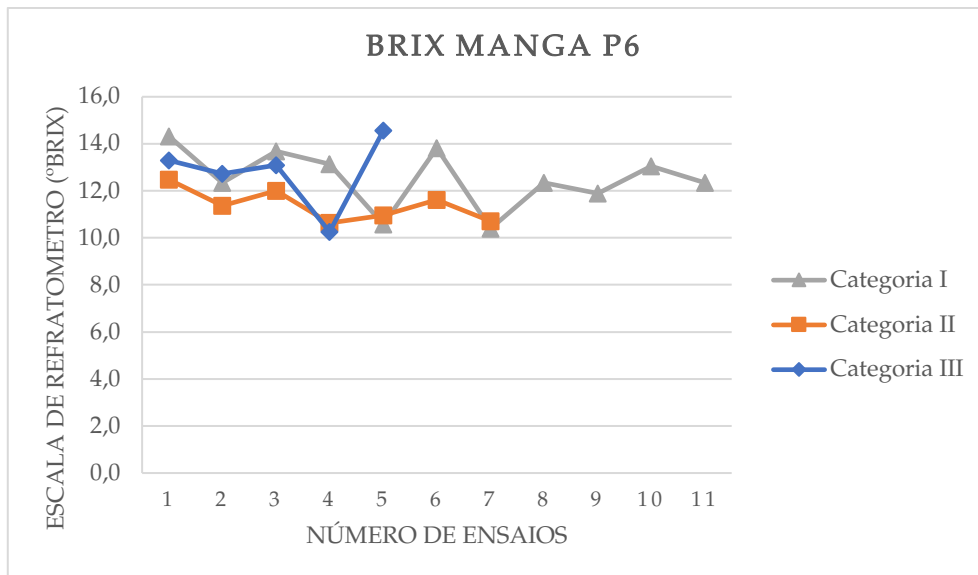


Figura 5.12- Teor de SST da manga após sexto dia de embalagem.

Analisando os resultados obtidos, ilustrados na Figura 5.11, observa-se que os valores de SST das amostras das diferentes categorias, no dia de embalagem, se encontram num intervalo relativamente próximo para todos os ensaios, estando compreendidos entre 10 e 14 °Brix. Comparativamente aos resultados após os 6 dias, representado na Figura 5.12, os resultados obtidos devem-se ao aumento da maturação da fruta, sendo que os fatores associados às diferenças observadas são o aumento da taxa de respiração e da ação do complexo enzimático da fruta (Siddiq et al., 2013). Sendo o requisito mínimo de teor de SST um valor de 10 °Brix, todos os ensaios revelam que as amostras cumprem com os requisitos necessários. Observa-se que há uma tendência nos ensaios de categoria I na manutenção dos valores registados. Para a categoria II e III, observam-se alterações dentro dos valores aceitáveis. No caso da categoria III, através da análise dos restantes parâmetros como cor e sabor, é notável a evolução da maturação e esta evolução traduz-se nos resultados obtidos.

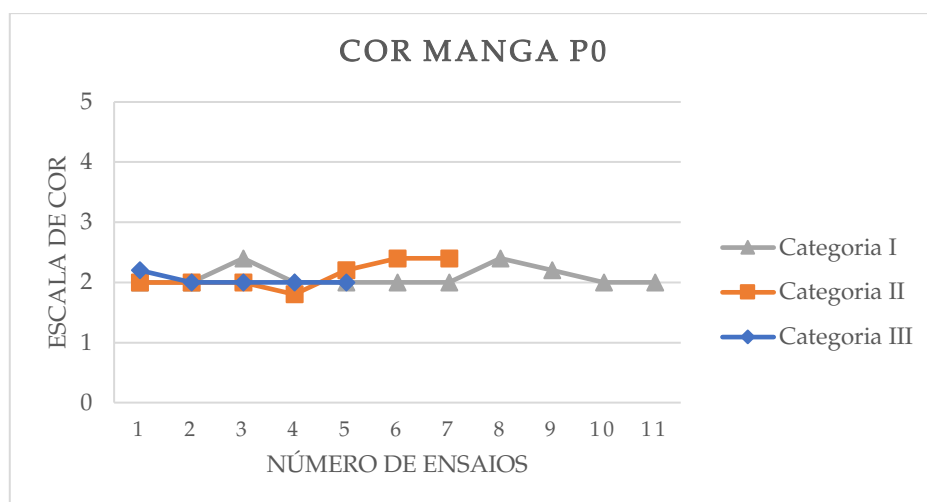


Figura 5.13- Avaliação de cor atribuída aos ensaios de manga no dia de embalagem.

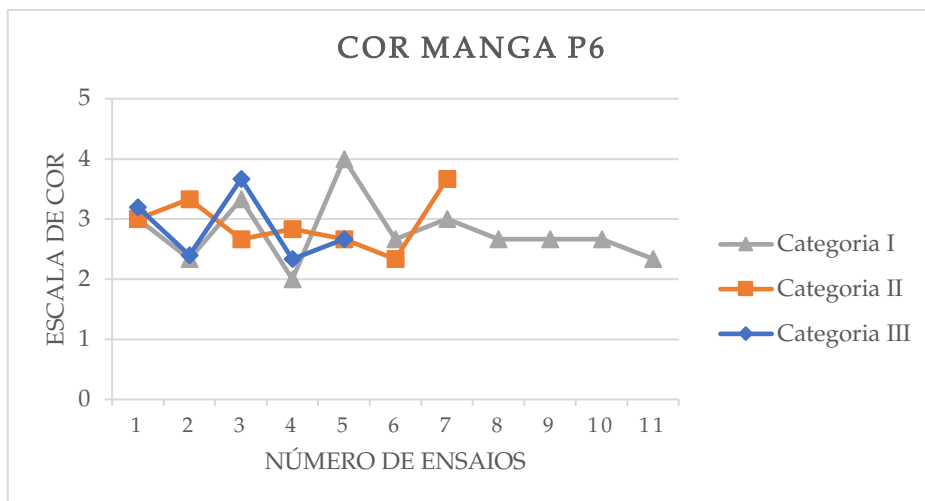


Figura 5.14- Avaliação de cor atribuída aos ensaios de manga após sexto dia de embalamento.

Os resultados da análise da cor, ilustrado na Figura 5.13, relativos ao dia do embalamento em cada categoria, demonstram que todas as categorias, apresentam valores de cor que se encontram dentro dos limites aceites, estando compreendidos entre 2 e 4 na escala da cor. Ao fim dos 6 dias de embalamento, representado na Figura 5.14, a evolução de cor é notória na generalidade dos ensaios, observando-se uma evolução em todos os ensaios, apesar de inicialmente apresentarem coloração semelhante em todas as categorias. Nos ensaios de categoria I, II e III, todos apresentaram coloração dentro dos limites aceites, apresentando uma evolução satisfatória deste parâmetro comparativamente a P0. Através da avaliação deste parâmetro com o teor de SST, pode confirmar-se que houve evolução do estágio de maturação. No entanto, a evolução de cor altera-se de forma mais evidente do que o SST.

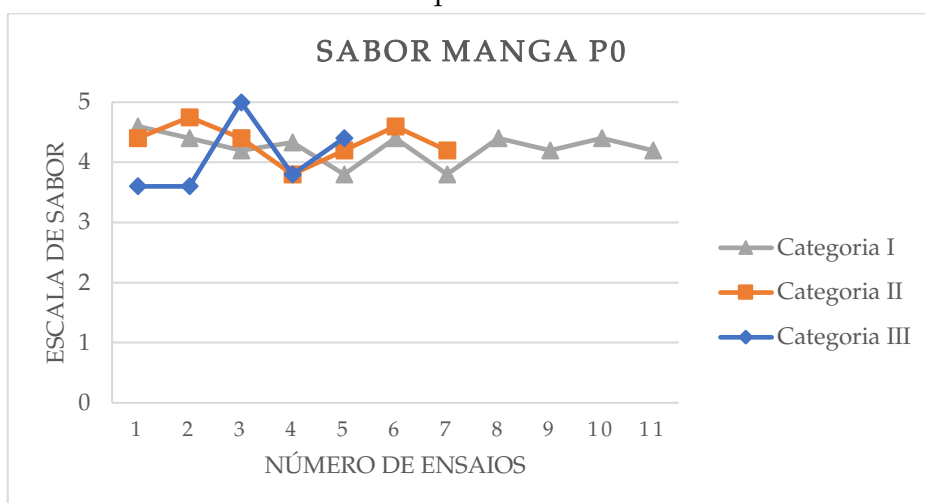


Figura 5.15- Avaliação de sabor atribuído aos ensaios de manga no dia de embalamento.

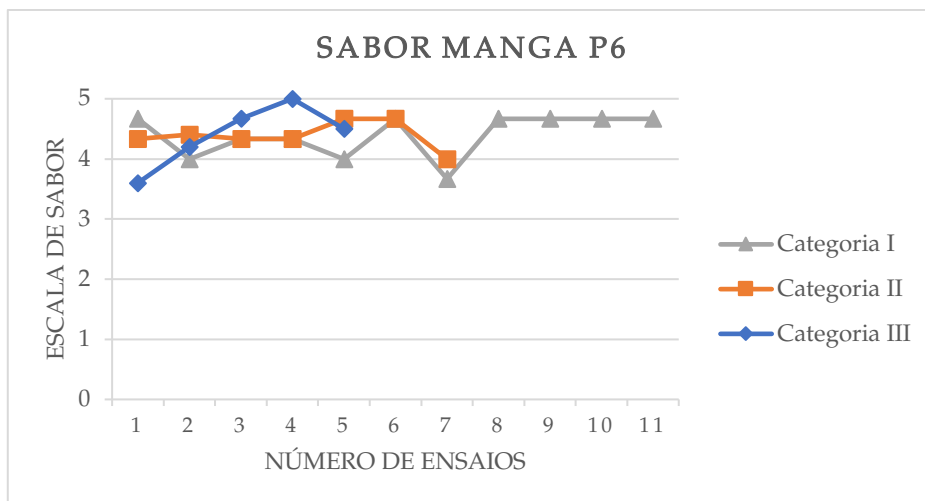


Figura 5.16- Avaliação de sabor atribuído aos ensaios de manga após sexto dia de embalagem.

Como se observa na Figura 5.15, a utilização de diversas categorias não influencia negativamente os resultados obtidos para a avaliação de sabor, sendo que para qualquer uma das categorias apresentadas se encontra entre 3 e 5, tendo em consideração que o limite de aceitação é 3. Através da comparação dos resultados apresentados na Figura 5.15, com os resultados apresentados na Figura 5.16, a evolução da maturação parece ter promovido a apreciação de sabor da fruta (Ngamchuachit et al., 2015).

Comparando os resultados dos teores de SST, cor e sabor, todas os ensaios evoluíram, após os 6 dias de embalagem. Relacionando as avaliações destes parametros é perceptível que houve uma maior evolução do estágio de maturação na categoria III, seguido da categoria II e por fim, também na categoria I, apesar de menos notório. Dos três parametros, as categorias I e II cumprem com os padrões requeridos, no entanto a categoria III, não fica validada pela avaliação da cor, apresentando excesso de maturação.

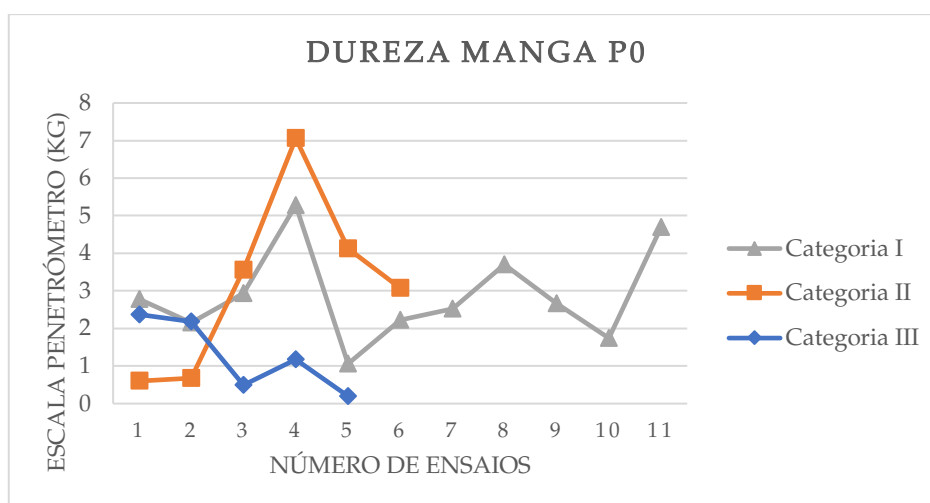


Figura 5.17- Dureza medida nos ensaios de manga no dia de embalagem.

Dada a heterogeneidade dos lotes apresentados, a dureza medida em cada amostra apresentou valores mais diversificados, como ilustrado no gráfico na Figura 5.17.

No ensaio número 11, em que duas mangas se encontravam podres por dentro, estas pareciam aparentemente sãs, com cor de pele satisfatória e foi possível fazer a medição da dureza das mesmas. Estas mangas eram de categoria I, o que traduz que apesar de ser de uma categoria superior a outras amostras, nestas não foi possível perceber, sem proceder ao corte da mesma, que se encontrava inadequada para consumo e as durezas dessas amostras foram de 6,0 e 2,1 kg respetivamente. Assim, a dureza das mangas não é traduzida necessariamente pelo aspeto ou categoria atribuída, o que leva a concluir que são as práticas de colheita e armazenamento que podem originar este tipo de situações. Como explicado por Diskin e colaboradores, existem microrganismos patogénicos como bactérias e fungos, que podem ser causadores de doenças transmitidas internamente através do caule da manga, iniciando a sua deterioração interna. Estes agentes podem viver de forma endofítica no tecido do caule até que os frutos sejam colhidos. Após colheita, a maturação do fruto pode revelar alterações fisiológicas pela presença destes agentes, como alterações na casca do fruto, no entanto, o crescimento destes microrganismos pode ser indetetável pela avaliação do seu aspeto exterior (Diskin et al., 2017). Estas mangas não foram avaliadas nos restantes parâmetros. No entanto, foram avaliadas as restantes mangas representativas deste ensaio.

Os restantes ensaios revelam que os ensaios onde foram observados maiores valores de dureza, apresentavam um menor estágio de maturação quando se analisam os restantes parâmetros. Os ensaios de categoria III, apresentaram valores mais baixos de dureza e revelaram uma maior evolução de cor e sabor após os seis dias de embalagem. Por sua vez, os ensaios 4 e 11 também apresentam uma evolução menor do estágio de maturação comparativamente a outras amostras, sendo os valores mais elevados medidos nos ensaios de categoria I. O ensaio número 4 de categoria II, registou um valor de 7 kg na medida de dureza, sendo o valor mais alto registado em todos os ensaios. Este ensaio parece ter uma menor evolução de maturação através da análise conjunta da dureza, com os parâmetros de cor e sabor. Dos parâmetros medidos e avaliados, pode perceber-se que, de um modo geral, as frutas que apresentam maiores valores de dureza, parecem encontrar-se num estado de maturação inferior às frutas que apresentam valores mais baixos.

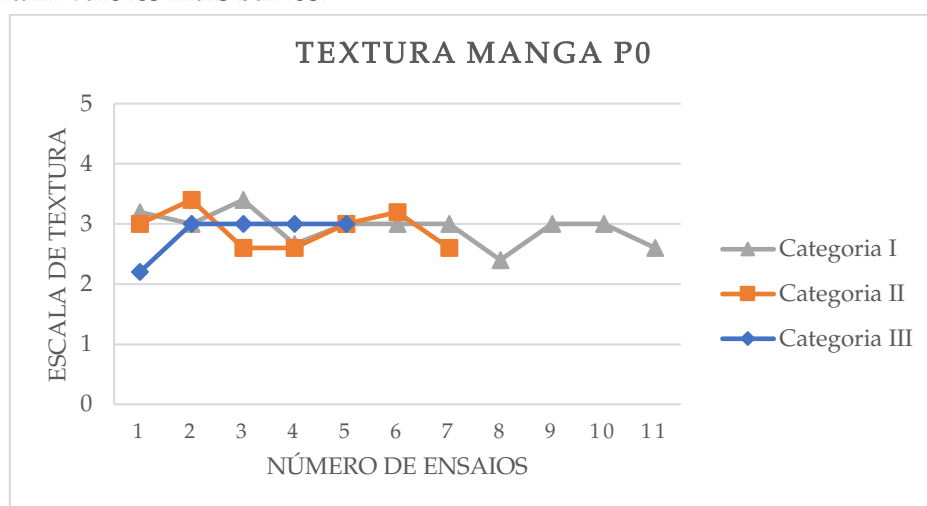


Figura 5.18- Avaliação de textura atribuída aos ensaios de manga no dia de embalagem.

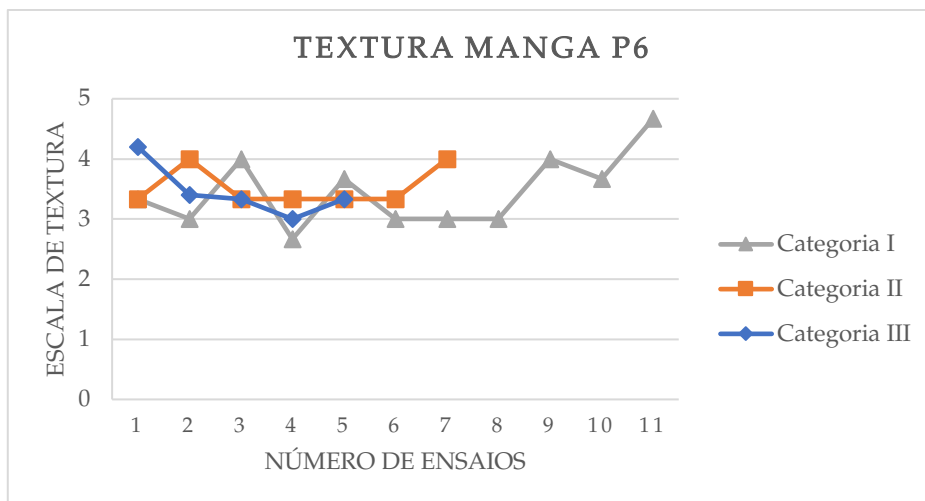


Figura 5.19- Avaliação de textura atribuída aos ensaios de manga após sexto dia de embalagem.

Da avaliação da textura, após os 6 dias de embalagem, através da análise do gráfico da Figura 5.19, observa-se que a evolução da textura parece variar nas diferentes amostras, não havendo correspondência entre as alterações e as categorias em questão após os 6 dias de embalagem, Figura 5.18. Relembrando que quanto maior o valor atribuído a este parâmetro, maior a perda de firmeza associada às amostras em questão. Após análise do gráfico, pode até observar-se que as amostras de categoria I, apresentam perda de firmeza nos ensaios 1, 3, 5, 8, 9, 10 e 11, sendo o ensaio 11, onde se verifica uma maior perda a nível de textura.

Para a categoria II, em todos os ensaios se observa perda de firmeza, com a exceção do ensaio número 6. Observa-se que os valores medidos de textura vão de encontro à avaliação atribuída de textura, no tempo inicial. Nos ensaios que apresentam maiores valores de dureza, a avaliação da textura é efetivamente menor na escala utilizada. O contrário também se verifica para outros ensaios, quanto menor o registo de dureza, menor a firmeza e consequentemente, maior a atribuição de acordo com a escala utilizada. A evolução de cor e sabor corrobora as evidências de evolução de maturação deste parâmetro. Na categoria III, observa-se também uma perda de firmeza na maioria dos ensaios, com a exceção do ensaio número 4, o que indica que as amostras destes ensaios se encontravam num estágio mais avançado de maturação, assim como a avaliação dos parâmetros de cor e sabor.

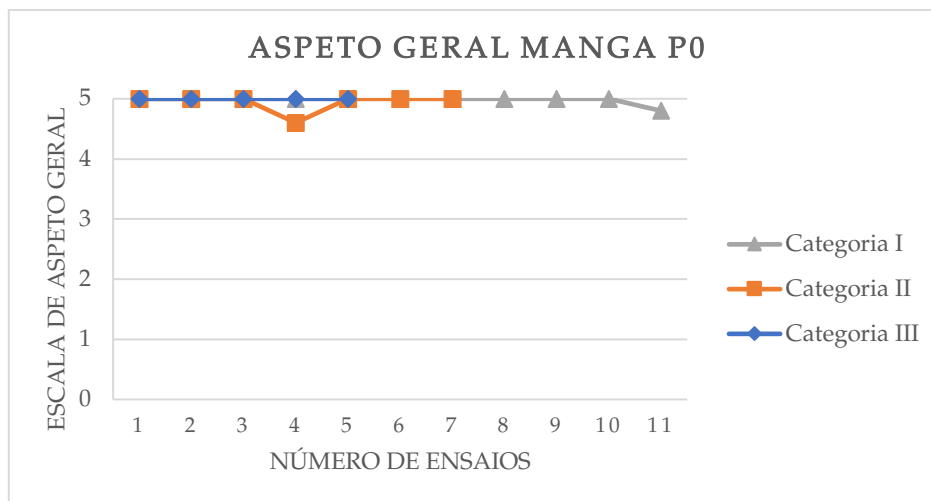


Figura 5.20- Avaliação de aspecto geral atribuído aos ensaios de manga no dia de embalagem.

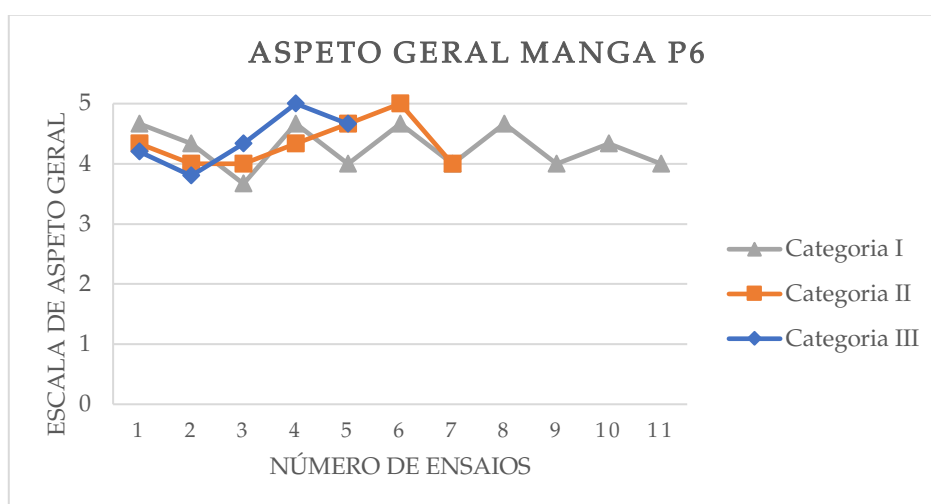


Figura 5.21- Avaliação de aspecto geral atribuído aos ensaios de manga após sexto dia de embalagem.

Analisando os resultados obtidos na Figura 5.20 e comparando com Figura 5.21, a apreciação geral das amostras de todos os ensaios, em qualquer categoria, apresentam uma apreciação entre 3 e 5, o que são resultados bastantes promissores, ao fim de 6 dias de embalagem para a fruta sem qualquer adição de substâncias que permitam prolongar a vida útil do produto. Analisando os resultados obtidos é possível aferir que quer para a matéria-prima de categoria I, categoria II ou categoria III, é possível obter um produto minimamente processado com qualidade equivalente e que pode ser igualmente apreciado.

5.2 Abacaxi

Os parâmetros avaliados em cada ensaio foram alteração da cor, de sabor, textura, acidez e aspecto geral ao fim do período de conservação, comparando sempre o estado inicial, com o estado de conservação ao longo dos 6 dias. Os ensaios foram avaliados com n=5 para P0 e n=3 para P6, tendo-se procedido às médias dos valores obtidos em cada ensaio. A evolução do estágio de maturação ocorreu de forma natural, sem adição de qualquer substância conservadora ou antioxidante a nenhuma das amostras.

Dos resultados obtidos observa-se a evolução de maturação ao longo do tempo, tendo em conta as diferentes categorias utilizadas e o seu estágio de maturação inicial.

5.2.1 Teor de Sólidos Solúveis Totais

Nas análises de teor de sólidos solúveis totais seria de esperar que com um aumento de maturação, pudesse aumentar o valor deste teor, dado ter-se verificado um aumento na doçura da fruta. No entanto, como o abacaxi é um fruto não climatérico, após a sua colheita não ocorre maturação pronunciada do fruto e, conseqüentemente não se verifica aumento do teor de SST (de Ancos et al., 2016; Mohd Ali et al., 2020). Os resultados obtidos revelam este mesmo efeito, sendo que não se verificaram grandes alterações do teor de sólidos solúveis totais do abacaxi.

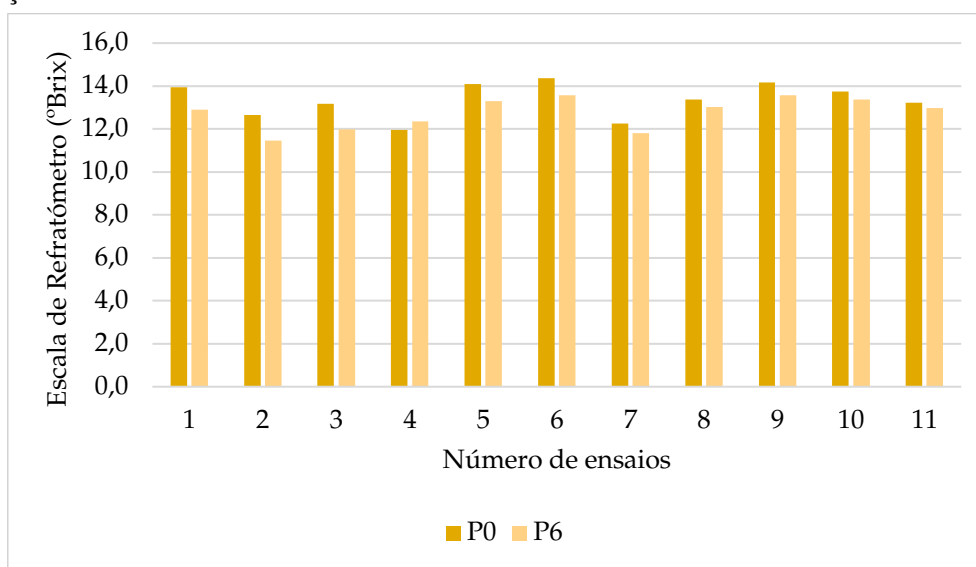


Figura 5.22- Teor de sólidos solúveis totais para os ensaios de abacaxi de 1 a 11.

Nos primeiros ensaios, de 1 a 11, foram testadas variadas categorias dos lotes de cada amostra. Há uma tendência para a diminuição dos valores de SST em algumas amostras, como representado na Figura 5.22. Esta diminuição dos teores de SST no abacaxi pode ser justificada pela taxa de transpiração da fruta que pode causar a diminuição dos teores medidos, tendo em conta que não seria expectável um aumento deste teor, dado que é esperado após a entrada em período de senescência com o aumento do tempo de armazenamento (Mandal & Vanlalawmpuia, 2020; Yousuf & Srivastava, 2019)

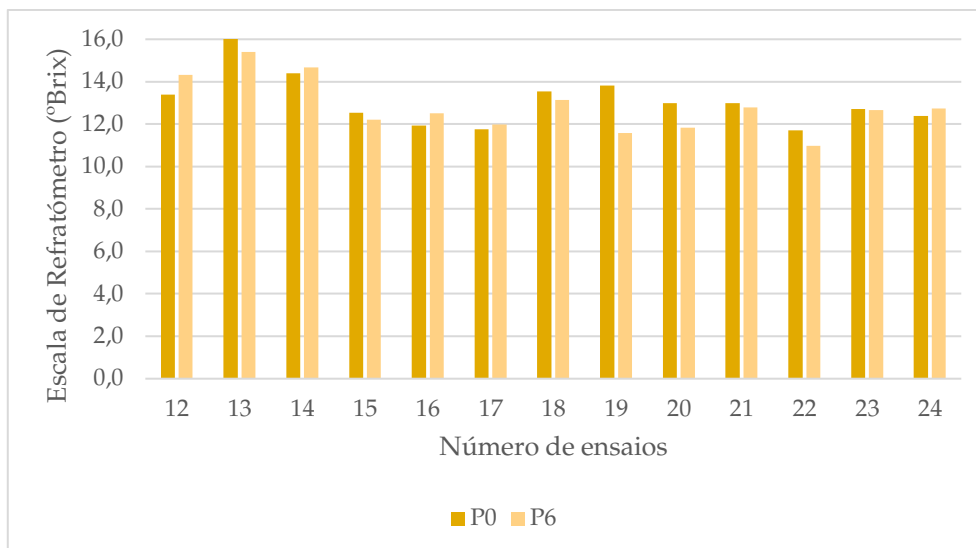


Figura 5.23- Teor de sólidos solúveis totais para os ensaios de abacaxi de 12 a 24.

Nas restantes amostras, apresentadas na Figura 5.23, observa-se que os resultados obtidos nestes ensaios também diminuem após corte e armazenamento, na sua maioria como para os anteriores, como demonstrado por Zhou et al. (Zhou et al., 2021). Contudo, em alguns destes ensaios é possível verificar que em alguns ensaios se apresenta um ligeiro aumento ou manutenção dos valores. Dado as condições de conservação terem sido semelhantes para todos os ensaios, a causa para estas variações pode advir da matéria-prima, dado que as condições de colheita e pós colheita determinam as características da matéria-prima (Mohd Ali et al., 2020; Yousuf & Srivastava, 2019).

5.2.2 Cor

Observou-se de um modo geral, uma evolução na cor do abacaxi, sendo esta bastante acentuada ao fim dos 6 dias de embalamento, como se observa na Figura 5.24. A evolução da cor das amostras deve-se ao facto de o tempo de embalamento após corte da fruta promover a evolução de cor. O fato de área de exposição após corte ser bastante significativa pode favorecer o escurecimento enzimático do fruto, estando este exposto ao oxigénio. Apesar de ter sido efetuada selagem das amostras, os filmes protetores são permeáveis à semelhança do descrito nos ensaios anteriores com a manga (Lapcharoensuk et al., 2019; Latifah et al., 2011).

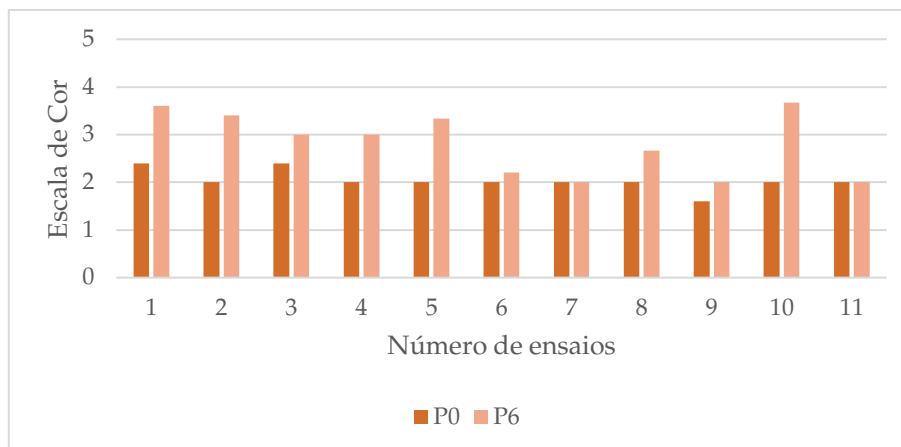


Figura 5.24- Avaliação de cor dos ensaios de abacaxi de 1 a 11.

Com base nos resultados da Figura 5.24, é perceptível uma evolução de cor em todos os ensaios, exceto no ensaio 7 e 11, nos quais a avaliação de cor se manteve após os 6 dias. O intervalo de aceitação de cor para o abacaxi após 6 dias de embalamento é entre 2 e 5, para P6, sendo sempre atingido este valor no tempo de análise. No ensaio número 4, observou-se escurecimento enzimático pronunciado. A utilização de diferentes categorias não parece ter um impacto importante nas alterações verificadas.

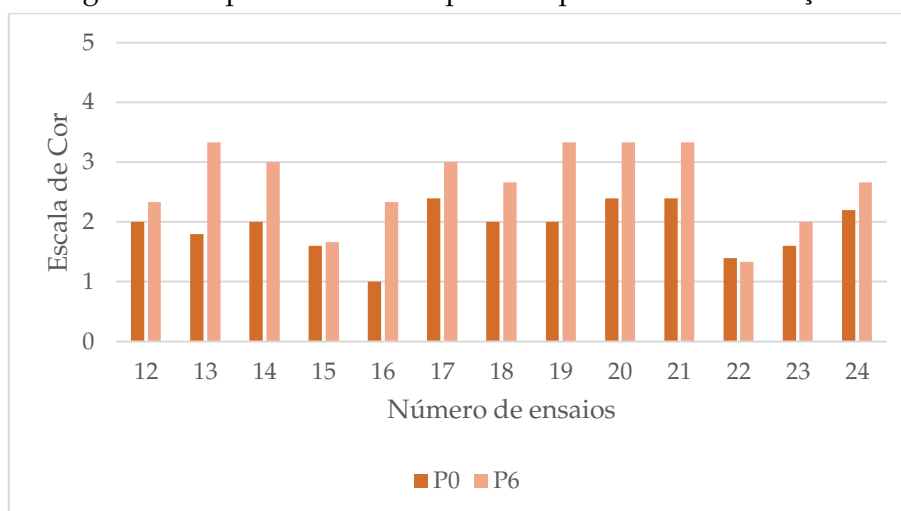


Figura 5.25- Avaliação de cor dos ensaios de abacaxi de 12 a 24.

Assim como na Figura 5.24, observa-se na Figura 5.25 que existe em quase todas as amostras uma evolução da cor após os seis dias de embalamento.

Com a evolução da maturação, a reação bioquímica que explica a passagem de cor mais branca para um tom mais amarelo é a degradação de clorofila da casca que antecede a acumulação de carotenoides na polpa e se manifesta no aparecimento de cor mais pronunciada, sendo que este fenómeno ocorre até à colheita do fruto, tendo em conta que o abacaxi não amadurece de forma pronunciada após a colheita, a evolução da cor observada advém de escurecimento da polpa (Montero-Calderón et al., 2020).

5.2.3 Sabor

O sabor do abacaxi foi avaliado de acordo com a escala apresentada na Tabela 4.6. É apreciada a doçura da fruta equilibrada com a acidez da mesma, sobressaindo a doçura para avaliação do sabor. Ao longo do processo de maturação a tendência do teor de SST é aumentar e do teor de ácido, diminuir. Quando as frutas estão pouco maduras o conteúdo em ácido é superior, no entanto, com a evolução da maturação, há tendência para que parte dos ácidos orgânicos se convertam em açúcares através de reações enzimáticas. É por este motivo que o sabor tende a ser mais doce e mais apreciado com o aumento da maturação. As alterações de rácio destes dois parâmetros são responsáveis pelas alterações de sabor ao longo da maturação da fruta. Após colheita, e respetivo processamento a perda de água pelo corte, pode provocar uma concentração dos açúcares da fruta, apesar de nos ensaios não se ter verificado grandes alterações a nível de SST. Verificaram-se algumas alterações a nível da apreciação de sabor e observou-se uma diminuição dos teores medidos de SST que pode ser o fator que influenciou o sabor do abacaxi (Lapcharoensuk et al., 2019; Padrón-Mederos et al., 2020; Sun et al., 2016).

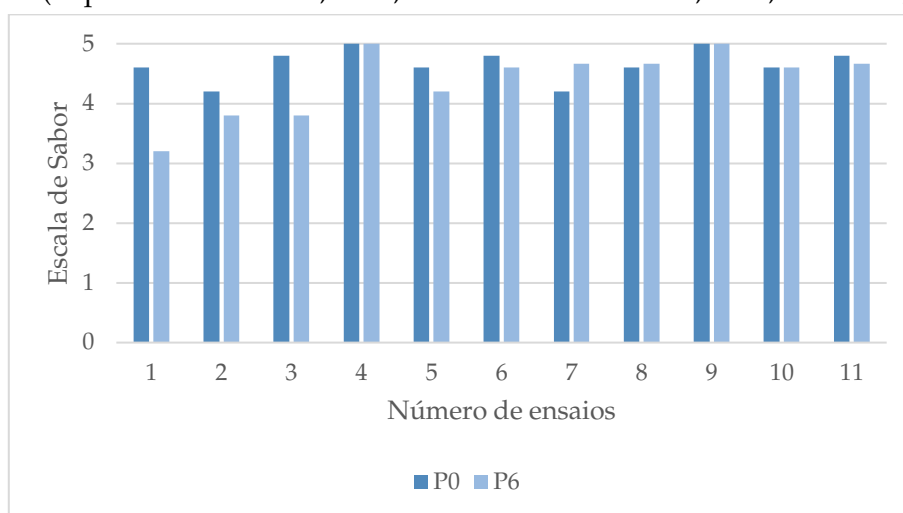


Figura 5.26- Avaliação de sabor dos ensaios de abacaxi de 1 a 11.

A nível dos resultados obtidos para análise de sabor observa-se, na Figura 5.26 que os resultados foram bastante positivos ao fim dos 6 dias de embalamento, verificando-se que as ligeiras diferenças observadas do tempo inicial para o sexto dia podem ser justificadas pela heterogeneidade dos lotes das amostras. No entanto, os ensaios 1, 2 e 3, apresentam uma diminuição da sua apreciação de sabor mais notória, sendo que as amostras destes ensaios evoluíram mais rapidamente no seu estado de senescência comparativamente às restantes (Padrón-Mederos et al., 2020)

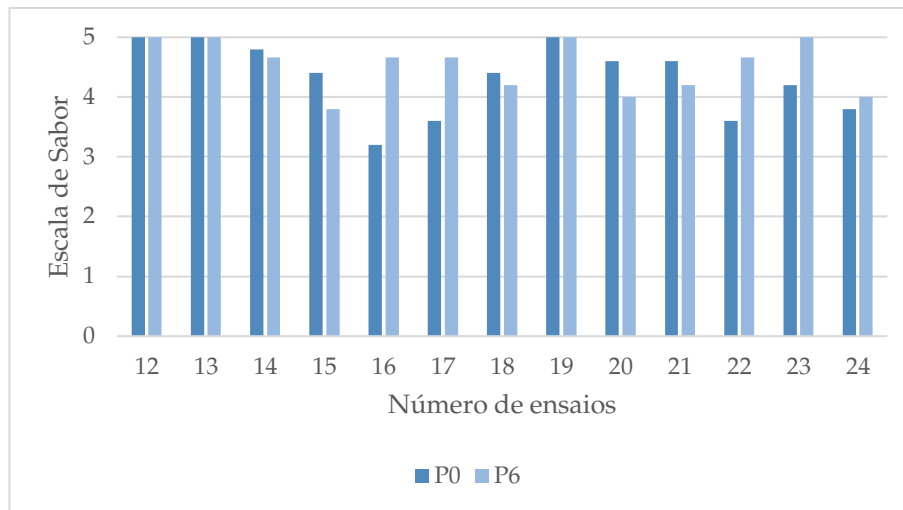


Figura 5.27- Avaliação de sabor dos ensaios de abacaxi de 12 a 24.

Da análise dos resultados dos ensaios 12 a 24, representados na Figura 5.27, observa-se que a apreciação de sabor foi diversificada. Em Nos ensaios 12, 13 e 19 não se apresenta alteração da sua avaliação, no entanto, noutros ensaios, observa-se uma diminuição o que pode estar relacionado com avanço do estado de senescência mais pronunciado. Por outro lado, nas restantes amostras a avaliação de sabor parece ter sido favorecida pelo tempo de conservação.

O sabor do abacaxi tende a tornar-se mais doce à medida que a sua maturação evolui e a perder a acidez associada ao fruto mais verde. Desta forma, o momento de colheita e práticas associadas, assim como transporte e armazenamento vão determinar como vai evoluir o teor de SST e acidez e, conseqüentemente o seu sabor (Lobo & Yahia, 2016; Padrón-Mederos et al., 2020).

5.2.4 Textura

A textura do abacaxi foi avaliada com base na escala da Tabela 4.2. De um modo geral, a textura é dos aspetos onde se verificam mais alterações após a colheita da fruta. Este facto deve-se à perda de água da fruta e à ação enzimática, que afeta diretamente a firmeza da polpa da fruta. O facto de a fruta ser cortada acelera a perda de água e a ação das enzimas do próprio fruto, o que favorece o amolecimento dos tecidos (Lapcharoensuk et al., 2019; Latifah et al., 2011; Mantilla et al., 2013).

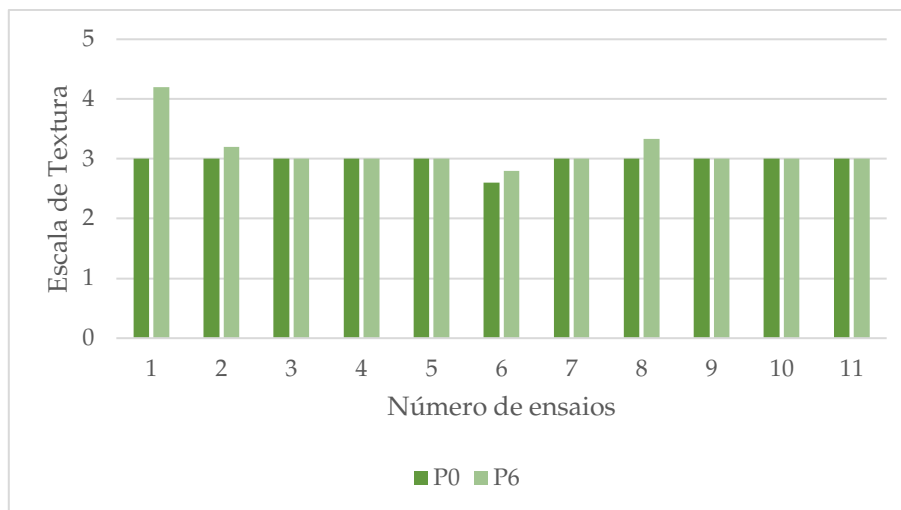


Figura 5.28- Avaliação de textura dos ensaios de abacaxi de 1 a 11.

No gráfico da Figura 5.28, pode observar-se que a textura do abacaxi não é afetada significativamente de P0 para P6. Observa-se uma maior perda de firmeza nos ensaios 1, 2, 6 e 8. Sendo que o ensaio número 1 foi o que apresentou alterações mais notórias, assim como nos restantes parâmetros avaliados, o que pode estar relacionado com o estado do fruto mais, avançado de acordo com o seu estado no momento de colheita e com o momento do corte, o que não se verifica com as amostras dos restantes ensaios (Mantilla et al., 2013).

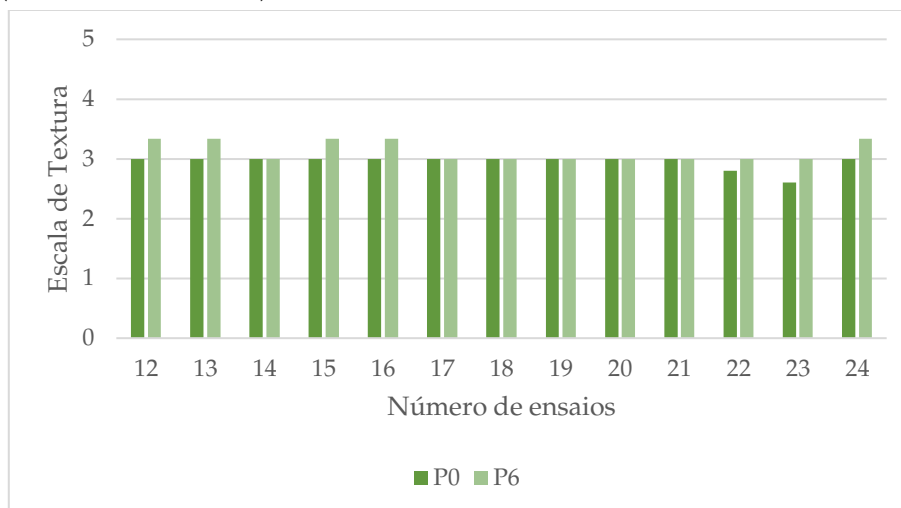


Figura 5.29- Avaliação de textura dos ensaios de abacaxi de 12 a 24.

Os restantes ensaios corroboram os resultados observados anteriormente. Através da análise do gráfico apresentado na Figura 5.29, observa-se uma manutenção da textura do abacaxi quando comparado P0 com P6. Desta forma, as diferentes categorias utilizadas não parecem ter um impacto relevante na avaliação deste parâmetro. O facto de não se verificar perda de textura, pode estar relacionado com a evolução controlada do estado do abacaxi, através da utilização da temperatura de refrigeração. Desta forma, foi possível manter o estado mais aproximado ao inicial, em praticamente todos os ensaios. O uso das embalagens adequadas parece também prevenir a perda de água regra geral associada à perda de firmeza (Benítez et al., 2012; Latifah et al., 2011).

5.2.5 Acidez

A acidez foi avaliada na prova de análise sensorial com recurso à escala apresentada na Tabela 4.8.

A acidez da fruta tende a diminuir com o aumento da maturação, através da conversão enzimática de ácido em açúcares, pelo que o esperado seria a diminuição da acidez. Como não se observa maturação significativa do abacaxi após colheita, pode haver maior concentração de açúcares por perda de água da fruta, o que pode sugerir na avaliação sensorial uma diminuição do teor de acidez (de Ancos et al., 2016; Lapcharoensuk et al., 2019)

Pressupõe-se que os resultados obtidos pudessem revelar uma diminuição da acidez ao longo do período de conservação, de P0 a P6, sendo que há evolução do estado da fruta. Apesar da temperatura de conservação retardar algumas reações bioquímicas que ocorrem na polpa, a diminuição da acidez é um fator esperado após processamento do abacaxi (Leneveu-jenvrin et al., 2020; Rahmadhanni et al., 2020)

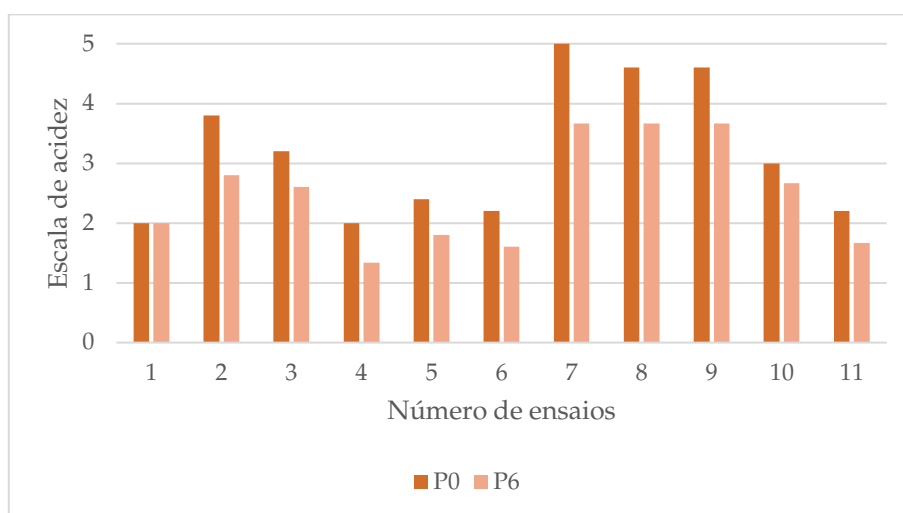


Figura 5.30- Avaliação de acidez dos ensaios de abacaxi de 1 a 11.

Os resultados apresentados na Figura 5.30 demonstram uma diminuição geral da acidez, independentemente da categoria utilizada das diversas amostras.

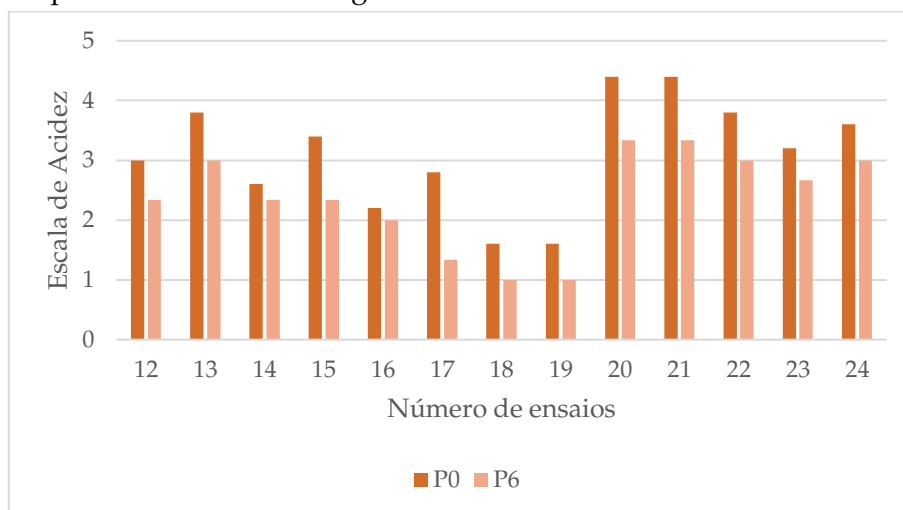


Figura 5.31- Avaliação de acidez dos ensaios de abacaxi de 12 a 24.

Os restantes resultados dos ensaios na Figura 5.31, estão de acordo com o que se concluiu na figura anterior, em que a acidez diminui consideravelmente em todos os ensaios. Nestes ensaios ambas as categorias analisadas apresentam alterações após os 6 dias de embalagem.

5.2.6 Aspeto Geral

Assim como para a manga, o aspeto geral foi um parâmetro considerado importante na análise de avaliação realizada à fruta, na medida em que nos permite categorizar as amostras dos ensaios com base no seu aspeto. É um dos fatores mais importantes para garantir a venda deste tipo de produtos no supermercado. São considerados os restantes fatores já mencionados anteriormente de acordo com a escala descrita na Tabela 4.9 para uma melhor avaliação das amostras em questão e, para que estas possam ser consideradas conformes ou não conformes perante a avaliação para o mercado.

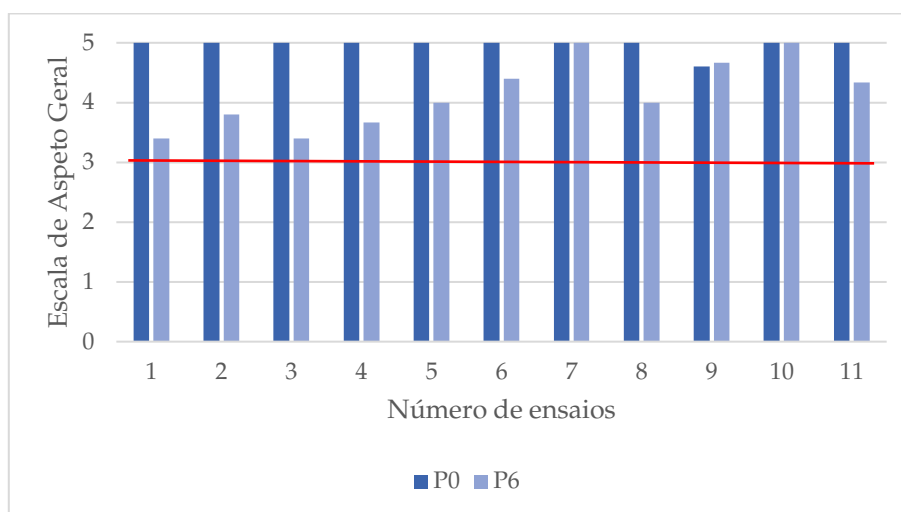


Figura 5.32-Avaliação do aspeto geral dos ensaios de abacaxi de 1 a 11. A linha vermelha indica o limite comercial para o produto.

A avaliação feita a nível do aspeto geral encontra-se na Figura 5.32. Como esperado os resultados apresentam-se acima do limite comercial, nível 3, sendo a sua maioria avaliada em estado nível 4, Bom ou 5, Excelente. Dada a qualidade da fruta e os procedimentos efetuados, a qualidade manteve-se na maioria dos ensaios.

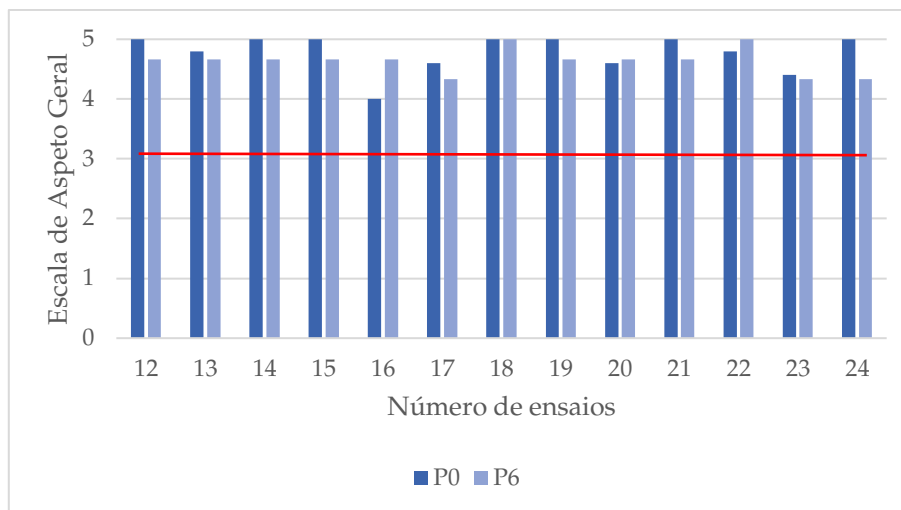


Figura 5.33- Avaliação do aspeto geral dos ensaios de abacaxi de 12 a 24. A linha vermelha indica o limite comercial para o produto.

Através da análise do gráfico da Figura 5.33, observa-se que os resultados são semelhantes aos apresentados para as amostras anteriores, tendo-se obtido uma avaliação de bom (nível 4) para todos os ensaios realizados. Deste modo, os resultados evidenciam que a qualidade do produto se mantém durante o tempo de prateleira analisado no presente estudo. Mais uma vez, independente das diversas categorias representadas nos vários ensaios.

5.2.7 Análise Comparativa por Categorias

À semelhança da análise realizada para a manga, como forma de comparar mais exatamente qual a diferença entre os resultados obtidos utilizando lotes de diferentes categorias em cada ensaio, apresentam-se nas Figura 4.34 a 4.47, para análise comparativa de resultados agrupados por categoria, entre P0 e P6.

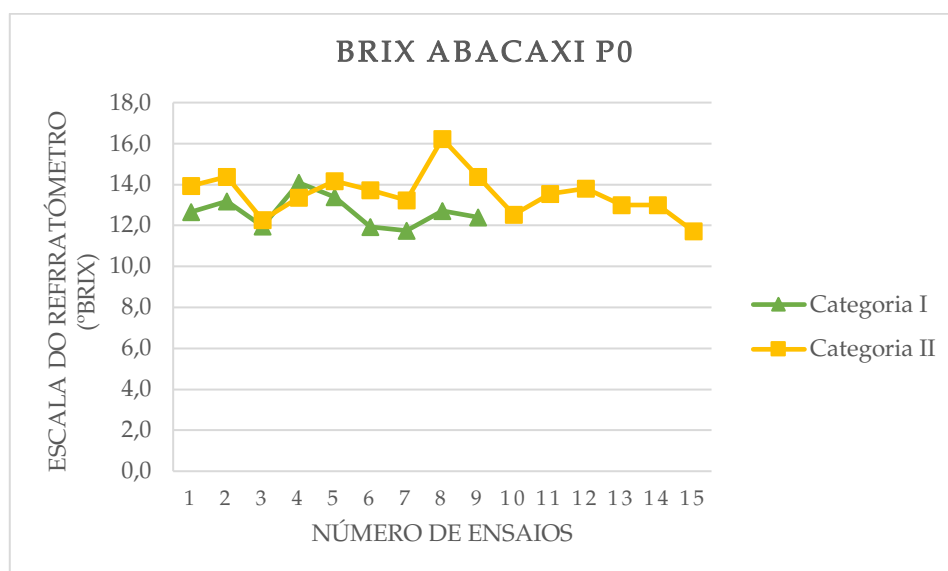


Figura 5.34- Teor de SST de abacaxi no dia de embalamento.

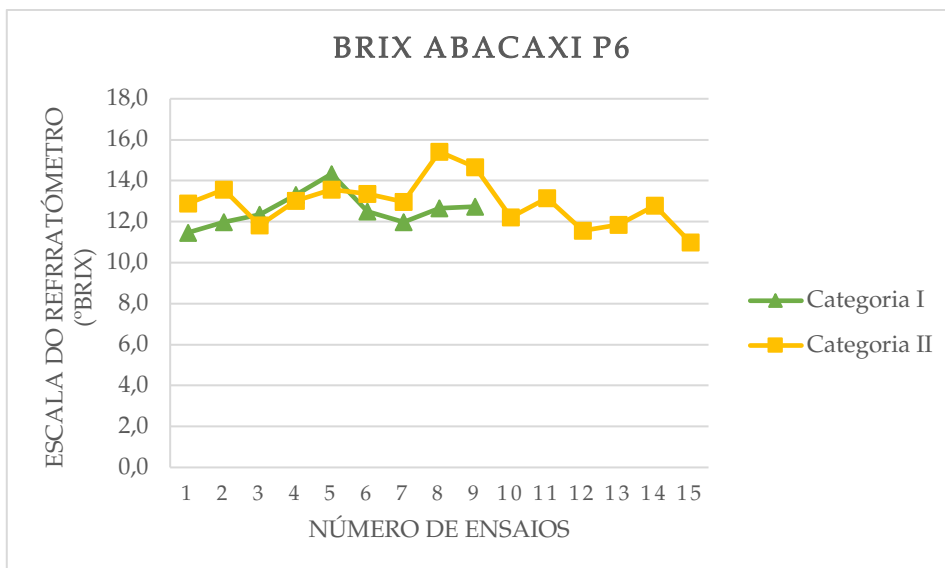


Figura 5.35- Teor de SST de abacaxi após sexto dia de embalagem.

Na Figura 5.34, ilustram-se os resultados da medição do teor de SST no dia de embalagem. Comparativamente com a Figura 5.35, onde se apresentam as medições relativas ao teor de SST para o sexto dia, observa-se que não houve alterações pronunciadas relativamente a estes valores. Como já referido anteriormente, como fruta não climatérica, não seria de esperar evolução neste parâmetro.

No entanto, para qualquer uma das categorias é possível perceber que os valores de SST dos ensaios realizados se encontram entre os aproximadamente 10 °Brix e os 14 °Brix. Sendo o mínimo considerado aceitável de 12 °Brix. Tendo em conta que as amostras foram sujeitas a temperaturas de 2 °C, o teor de SST não sofre evolução significativa em qualquer uma das categorias e observa-se até que os valores registados se encontram todos dentro do mesmo intervalo. Desta forma, as categorias em questão não parecem influenciar negativamente os resultados obtidos.

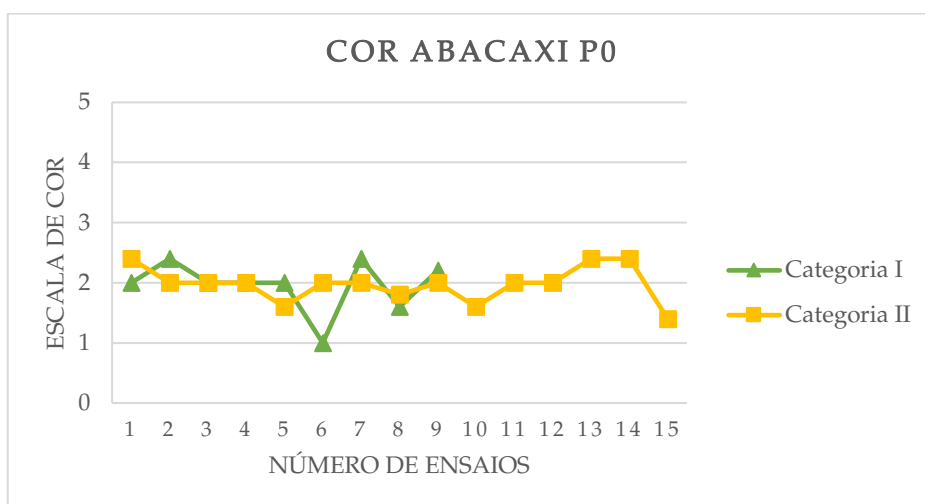


Figura 5.36- Avaliação de cor atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalagem.

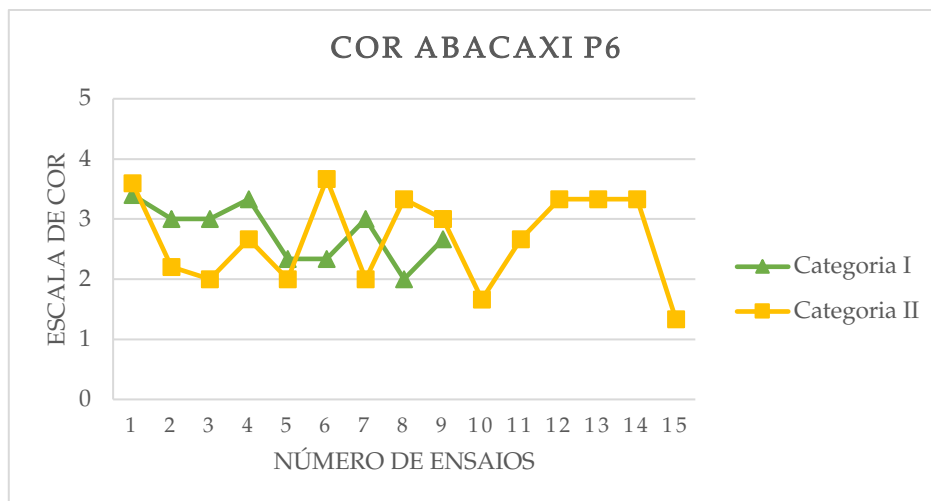


Figura 5.37- Avaliação de cor atribuída aos ensaios de abacaxi após sexto dia de embalagem.

Dos resultados apresentados na Figura 5.36 e 4.37, pode fazer-se a comparação da cor entre as categorias I e II. Ao contrário do que se verifica no teor de SST, a evolução de cor é mais notória. Este aumento está relacionado com o aumento da taxa respiratória e como tal a alteração de cor torna-se mais evidente (Leneveu-jenvrin et al., 2020; Lobo & Yahia, 2016)

Alguns dos lotes utilizados em alguns ensaios apresentavam uma coloração um pouco baixa para o sexto dia após corte e embalagem. O facto da cor inicial destes ensaios ser menor pode explicar que não se tenha verificado tanto desenvolvimento de cor como noutros ensaios, apesar de na sua maioria, estarem dentro do limite aceitável, com a exceção dos ensaios 10 e 15, que se apresentam ligeiramente abaixo, de acordo com Tabela 4.11. Estes dados traduzem que dentro da mesma categoria podem ser experienciadas diferentes cores. Como a cor e maturação do abacaxi está dependente de condições de cultivo, colheita, transporte e armazenamento os resultados obtidos indicam que a cor que o fruto apresenta na altura da colheita determina a evolução deste parâmetro (Paull et al., 2016). No entanto, observa-se pela comparação dos resultados que a categoria I apresenta valores mais homogêneos. Um dos motivos para esta diferença entre categorias pode ser o facto de a fruta de categoria II ser menos escoada e como tal pode ser fruta que estando armazenada mais tempo, demonstre mais efeitos de senescência, quando se verifica maior coloração para categoria II. Neste caso, observa-se que algumas amostras que compuseram estes ensaios ainda não tinham a coloração suficiente e desejada.

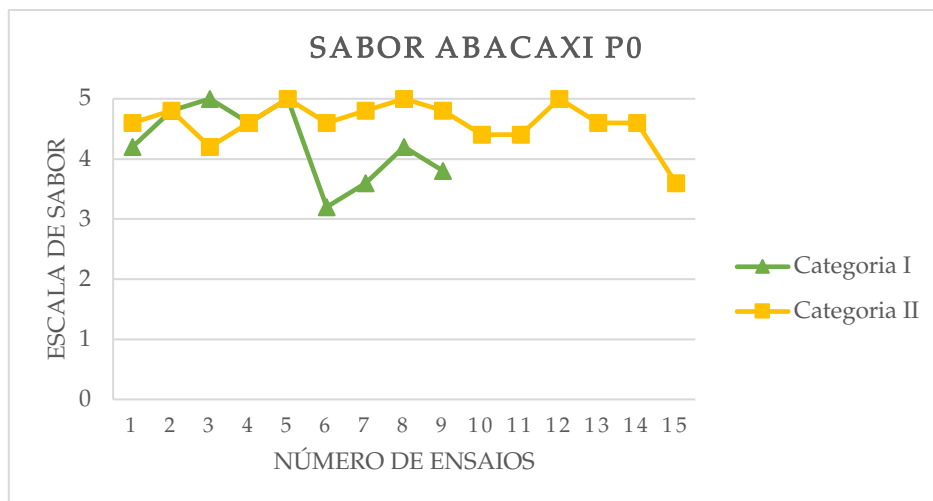


Figura 5.38- Avaliação de sabor atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalamento.

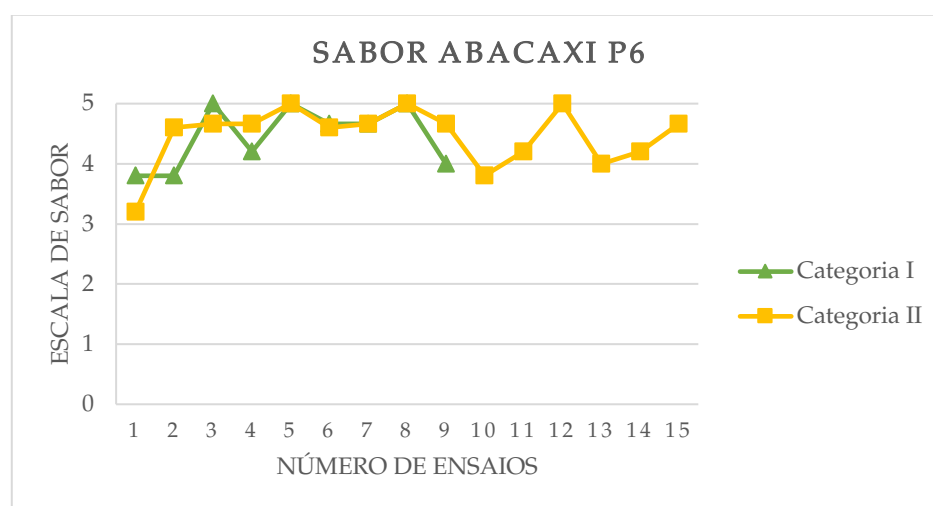


Figura 5.39- Avaliação de sabor atribuída aos ensaios de abacaxi após sexto dia de embalamento.

Através da comparação da avaliação atribuída entre o dia de embalamento, Figura 5.38 e o sexto dia após embalamento, Figura 5.39 observa-se que, assim como na avaliação da cor, o tempo de conservação resulta em alterações a nível do sabor.

Nas avaliações das duas categorias observa-se que a sua cotação foi sempre superior a 3 e em alguns ensaios foi de 5, estando sempre compreendida entre este intervalo. No entanto, em três ensaios, 1, 10 e 13, não se observa melhoria na apreciação do sabor. O ensaio 1, revela uma maior evolução de cor e todos os 3 ensaios pertencem a lotes de categoria II, o que corrobora com a possibilidade de maior tempo de armazenamento poder influenciar a qualidade da fruta. Estes resultados permitem-nos perceber que de um modo geral, a evolução do abacaxi em condições adequadas, permite obter o produto com as características apreciadas (Latifah et al., 2011; Padrón-Mederos et al., 2020; Siddiq et al., 2017).

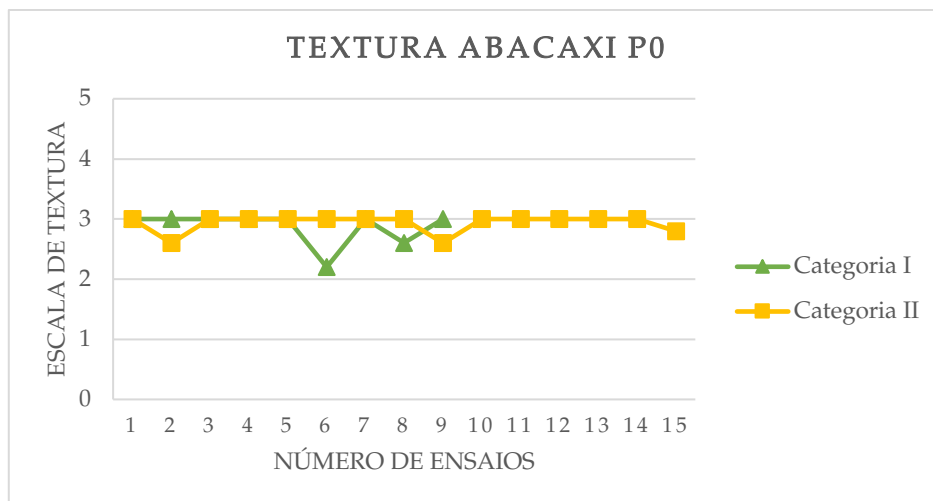


Figura 5.40- Avaliação de textura atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalagem.

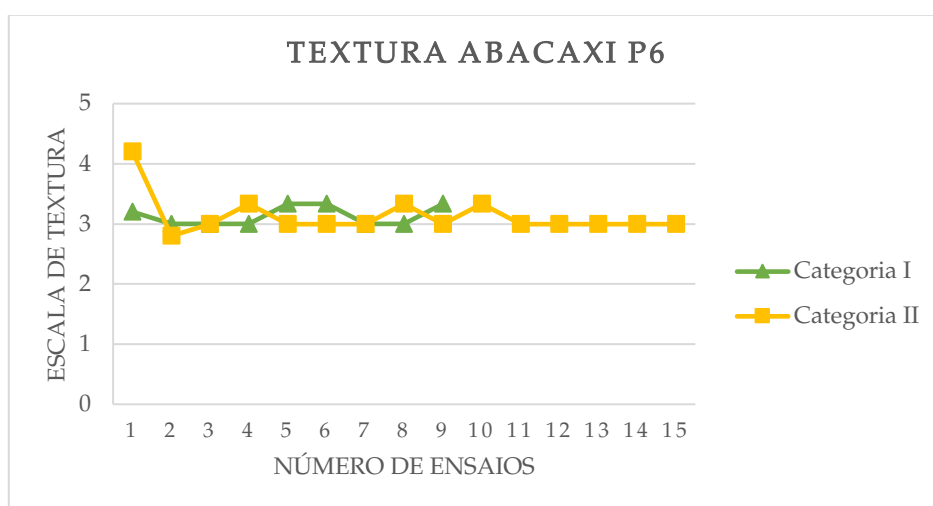


Figura 5.41- Avaliação de textura atribuída aos ensaios de abacaxi após sexto dia de embalagem.

Da avaliação da textura no dia de embalagem, Figura 5.40 e após os 6 dias de embalagem, Figura 5.41, observa-se que não houve perda considerável de textura na maioria dos ensaios. No entanto, o ensaio 1, destaca-se também na avaliação deste parâmetro, onde se verifica que é o ensaio onde se observa uma maior perda de firmeza. Seria de esperar que uma das manifestações mais pronunciadas além da evolução da cor nas amostras, fosse a perda de firmeza, no entanto, na avaliação deste parâmetro, houve manutenção da firmeza (Benítez et al., 2012; Mantilla et al., 2013). Analisando os parâmetros anteriores com a textura, observa-se que, apesar de haver uma maior homogeneidade de resultados para a categoria I, de uma forma geral, a categoria II, apresenta resultados compreendidos dentro dos limites de aceitação. Analisando os resultados de outros parâmetros já descritos anteriormente, a alteração a nível de perda de firmeza parece estar relacionada com o estado da matéria-prima (Paull & Chen, 2020). De uma forma geral, todos os ensaios apresentam valores satisfatórios na avaliação desta característica, apesar de alguns ensaios apresentarem um pouco menos firme, a qualidade e apreciação da fruta não é influenciada negativamente.

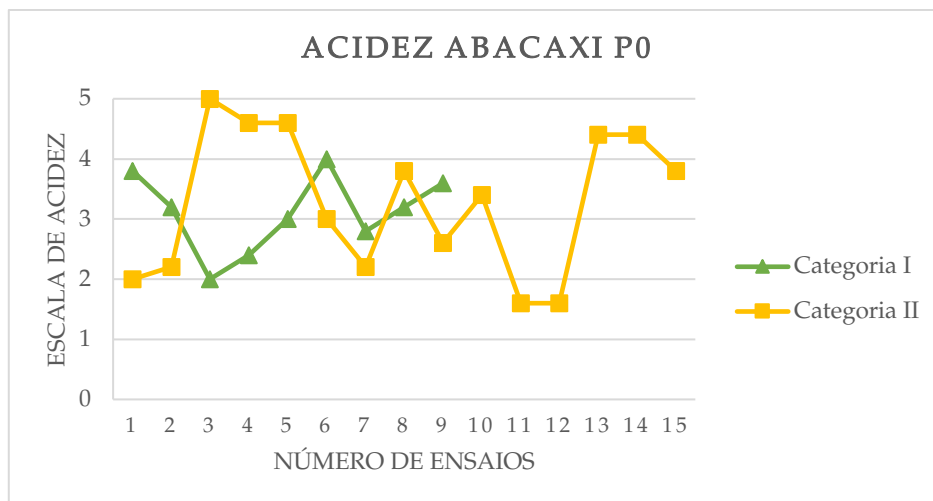


Figura 5.42- Avaliação de acidez atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalagem.

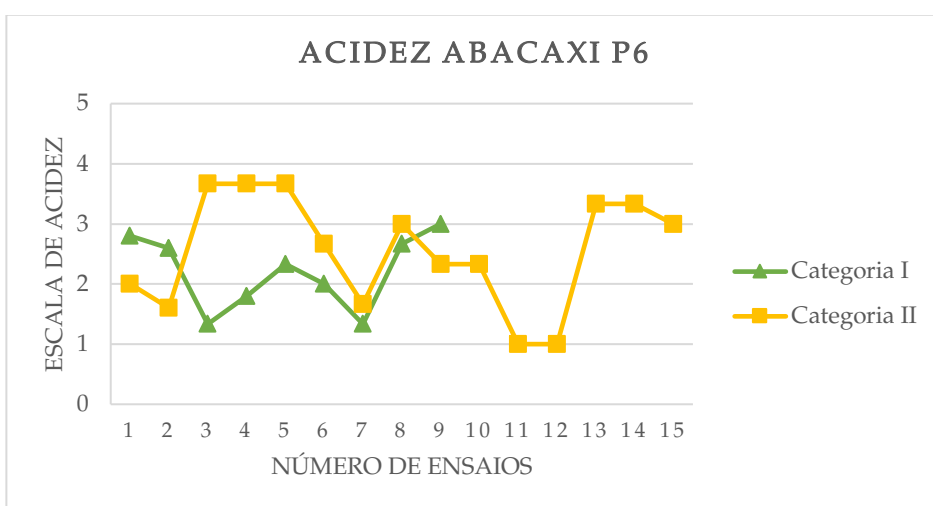


Figura 5.43- Avaliação de acidez atribuída aos ensaios de abacaxi no dia de embalagem.

Da avaliação sensorial da acidez, apresentadas na Figura 5.42, para o tempo de embalagem e na Figura 5.43, para sexto dia após embalagem, é possível observar que após o tempo de conservação, a acidez tende a diminuir ou a manter-se. Na categoria I, observa-se uma menor discrepância de valores nos ensaios, tendo-se obtido amostras com menor teor de acidez após os seis dias, no entanto, a acidez inicial também era inferior. Para a categoria II, houve valores mais díspares, considerando que a acidez do abacaxi tem tendência a diminuir com a maturação. No entanto, em alguns ensaios de categoria II, estão representadas amostras cuja matéria-prima foi rececionada com menor grau de maturação, o que pode ter influenciado os resultados obtidos, dado que, quando comparado com os restantes parâmetros avaliados, foram as amostras que apresentavam menor teor de SST, menor coloração e sabor mais baixo, como é o caso dos ensaios 3, 4 e 5, representativos do mesmo lote. Em contrapartida, as amostras 11 e 12 com menor acidez, provenientes de categoria II, apresentavam maior coloração e sabor, o que sugere maior maturação do fruto, o que se traduz em menor acidez. Os resultados obtidos permitem perceber que dentro da mesma categoria é possível obter diferentes níveis de acidez consoante o estado inicial da matéria-prima. (Latifah et al., 2011; Leneveu-jenvrin et al., 2020; Siddiq et al., 2017).

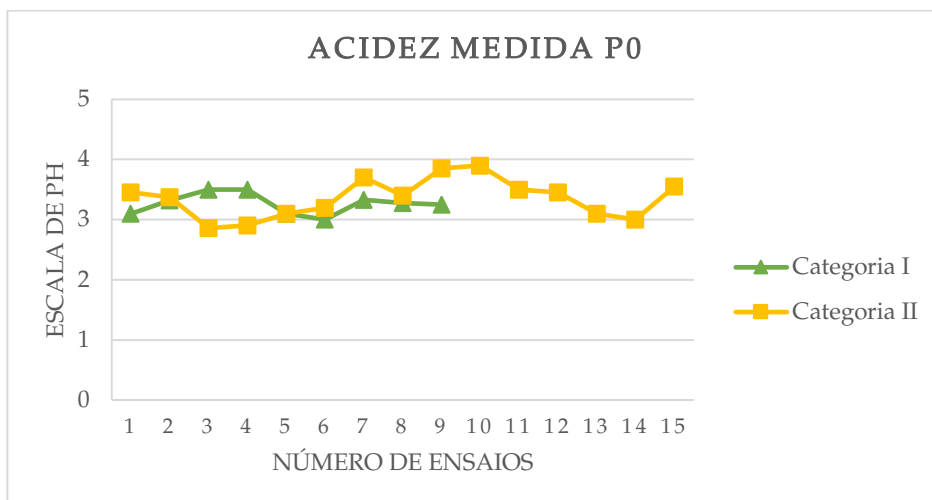


Figura 5.44- Avaliação de acidez medida nos ensaios de abacaxi no dia de embalagem.

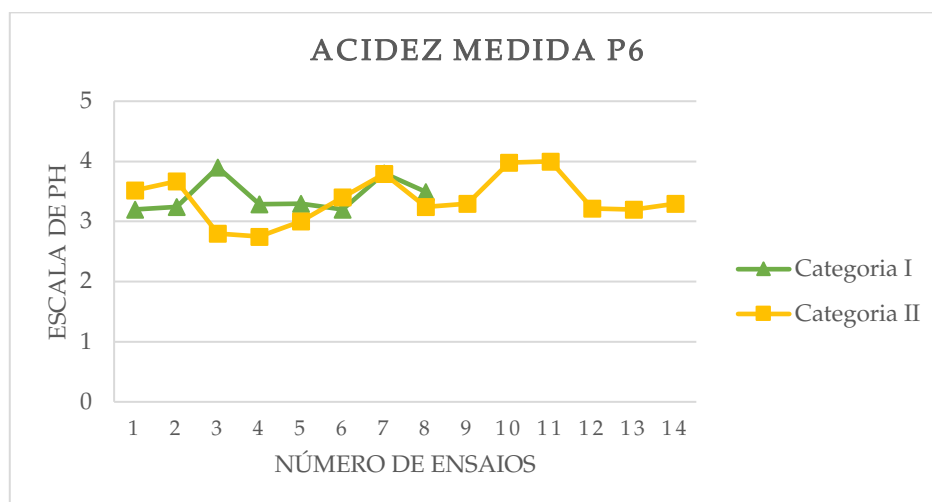


Figura 5.45- Avaliação de acidez medida nos ensaios de abacaxi após sexto dia de embalagem.

Além da análise sensorial à acidez, realizou-se também análise instrumental. Comparando os resultados das medições de pH nos dois tempos de análise na Figura 5.44 e Figura 5.45, observa-se que as medições corroboram as avaliações sensoriais relativamente à descida de acidez das amostras dos ensaios selecionados. O que se verifica ao analisar os valores medidos instrumentalmente é que não há tanta discrepância a nível de medições como na sensação gustativa de acidez. Estando os valores medidos compreendidos entre 3 e 4 na escala de pH. Comparando as medições de acidez e os valores de SST dos ensaios, observa-se que regra geral, um maior teor de SST tem um menor valor de acidez e vice-versa, como descrito na literatura (de Ancos et al., 2016; Rahmadhanni et al., 2020).

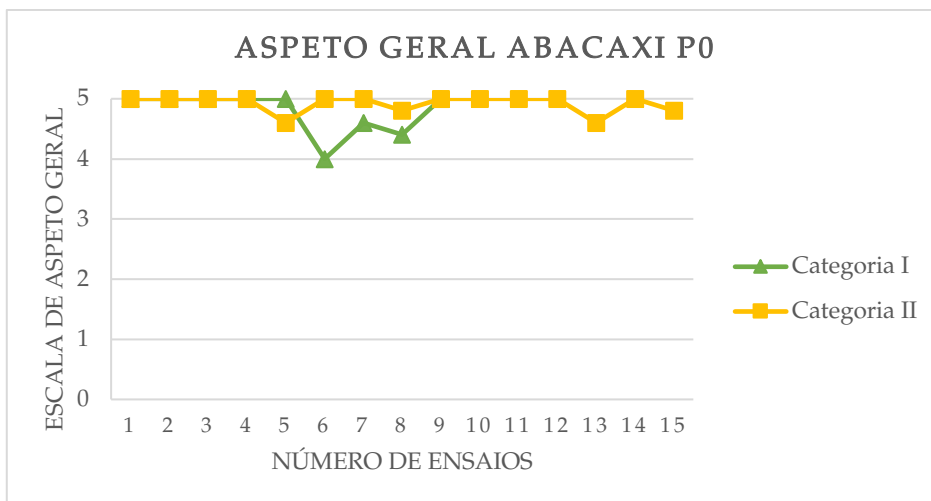


Figura 5.46- Avaliação do aspeto geral atribuído aos ensaios de abacaxi no dia de embalamento.

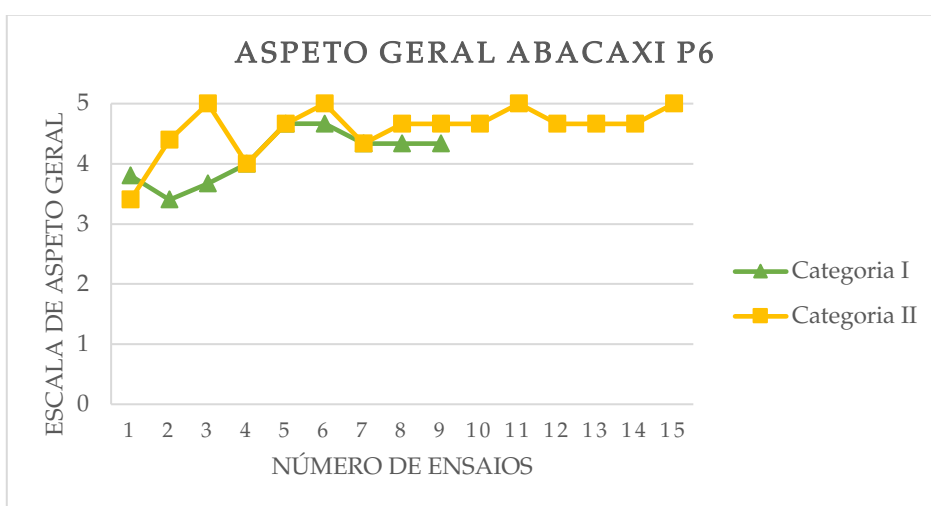


Figura 5.47- Avaliação do aspeto geral atribuído aos ensaios de após sexto dia de embalamento.

Por fim, através da análise de todos os parâmetros descritos até ao momento, é possível proceder à análise das amostras analisadas. Através do gráfico da Figura 5.46, que inicialmente todas as amostras têm avaliação máxima ou quase máxima, sendo que os ensaios de categoria I que não obtiveram classificação de 5, apresentavam um estágio de menor maturação, eram menos doces e com coloração mais clara, apesar de estarem considerados nível 2, na escala de cor, tinham uma tonalidade mais clara, não sendo suficiente para a classificação inferior de cor. No entanto, este facto diferenciou-as comparativamente às restantes. Através da comparação com a Figura 5.47, observa-se que todos os ensaios demonstram que ao fim de 6 dias de processamento e embalamento, a apreciação geral do produto é entre 3 e 5, o que é uma avaliação bastante positiva para a fruta sem qualquer adição de conservantes. Sendo o limite comercial de 3, qualquer uma das amostras consideradas nestes ensaios apresenta boas características de qualidade, sendo bastante apreciadas ambas as categorias I e II. Desta forma, o uso das diferentes categorias não colocou em causa a apreciação das amostras.

5.3 Testes de Higienização

As amostras foram dispostas nas cuvetes e avaliadas ao fim de 6 dias para observar o crescimento de possíveis microrganismos, como observável na Figura 5.48.

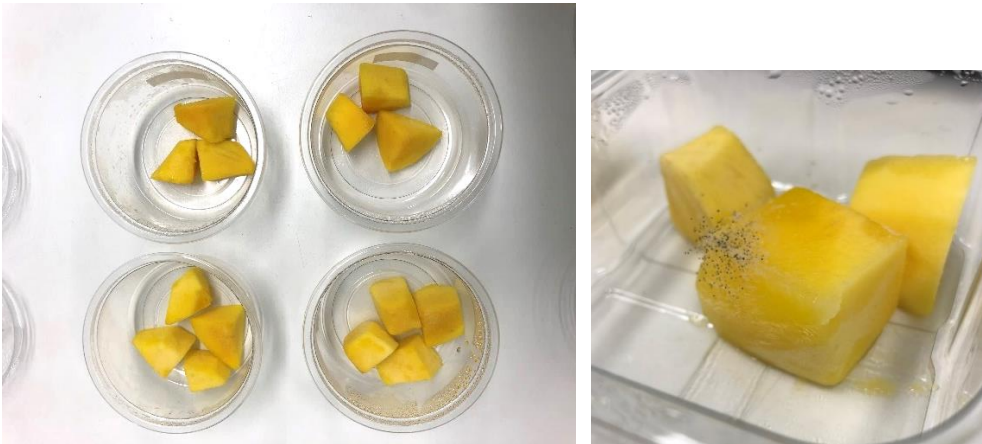


Figura 5.48- Resultados dos testes de higienização.

Dos resultados obtidos é possível perceber que a higienização é um fator deveras importante para a qualidade dos produtos. Na Figura 5.48, observa-se que numa das cuvetes contaminadas, houve crescimento microbiano e que o mesmo não se verificou nas cuvetes limpas. Foram realizadas análises microbiológicas aos lotes utilizados neste estudo, sendo que os mesmos foram realizados por um laboratório externo à empresa X. Os resultados destas análises encontram-se em anexo, na Tabela A.1. De acordo com os resultados obtidos neste âmbito é possível concluir sobre a importância da higienização dos materiais e sobre o cumprimento de todas as normas de segurança aplicadas no ambiente fabril, como forma de não comprometer a qualidade do produto e acima de tudo, a segurança do consumidor.

CONCLUSÕES

Depois da análise detalhada de todos os parâmetros avaliados para cada fruta, de acordo com os lotes e classes respectivas é possível prever que a substituição de classes superiores por classes inferiores permite manter a qualidade do produto processado pronto a consumir.

A utilização de classes I e classe II, não influenciam negativamente a qualidade do produto. Considerando os procedimentos de higiene e segurança anteriormente descritos na metodologia, é garantida não só a qualidade, como a segurança do produto final. Desta forma, a utilização de diferentes classes, parece ser uma aposta promissora.

Na expectativa de uma reformulação das práticas de compra da empresa, é oportuno que se faça o aproveitamento das classes inferiores da fruta considerada subproduto.

Em média é possível fazer um aproveitamento entre 80 a 90% das classes que eram consideradas inferiores. De uma classe extra é possível fazer aproveitamento de 90% da fruta, estando a considerar as classes inferiores, a margem de aproveitamento vai ser menor, por terem de ser retirados alguns defeitos, no entanto continua a ser bastante promissor. Neste sentido, sendo que de 50 toneladas de fruta, 3 toneladas são consideradas lixo, para uma classe extra, prevê-se que o aproveitamento das classes que não seriam aproveitadas para consumo humano seja bastante vantajoso.

Esta prática pode prevenir o desperdício a longo prazo e uma melhoria da economia pelo aproveitamento de recursos, sem colocar em causa qualquer tipo de apreciação e qualidade do produto a ser comercializado.

Tendo em consideração o aproveitamento de fruta das classes anteriormente descritas, pode estender-se o conceito para outra segmentação de produto.

É possível com recursos a congelação fazer o aproveitamento da mesma noutros setores.

Por vezes, há desperdício de matéria-prima neste tipo de indústria porque determinadas frutas podem estar em condições de consumo ótimo, mas não cumprem requisitos específicos da empresa ou de um cliente. Como é o caso da cor, a fruta pode apresentar bom estado de maturação, teor de SST, sabor e textura aceitáveis para consumo, mas não ter a cor requerida por alguma das partes. Nestes casos, esta não pode ser vendida e como tal, é considerada desperdício. Ou pode ocorrer algo semelhante, mas com a maturação da fruta, neste caso, bom teor de SST, sabor e aparência estarem dentro dos requisitos para consumo imediato, mas não ser possível que estes se mantenham até à data de vida útil prevista. Nestes casos, a congelação pode servir como alternativa para aproveitamento desta matéria-prima, a qual já foi desinfetada, lavada, cortada e como tal já tem processamento nela investido. Como forma de recuperar este investimento e de rentabilizar a matéria-prima que pode gerar outro tipo de produto, através da sua congelação. Dado que a congelação (-18 °C) permite a durabilidade da fruta por períodos

de tempo mais longos até à sua utilização, através da inibição de alterações bioquímicas e atividade microbiana (Bonat Celli et al., 2016)

A utilização de polpa de fruta congelada pode ser utilizada como base para incorporação em gelados, iogurtes, preparados de fruta para bebés e para compotas, o que são indústrias rentáveis nos dias de hoje. Assim como a preparação dos concentrados de sumos naturais, que têm ganho visibilidade pela importância do consumo de fruta. (Bakke et al., 2020; D. Torreggiani, 2019; Pavlyuk et al., 2018)

À semelhança do aproveitamento de fruta para a IV Gama da empresa X, deve ser possível começar a tornar estes procedimentos como práticas comuns na indústria e não apenas quando haja grande necessidade de matéria-prima indisponível ou o desperdício seja muito significativo. Ao ser adotada esta prática podem rentabilizar-se ainda mais os recursos disponíveis, favorecendo a aproveitamento de matérias-primas que necessitam de algum tratamento, mas que se encontram em perfeitas condições para consumo.

BIBLIOGRAFIA

- Allothman, M., Bhat, R., & Karim, A. A. (2009). UV radiation-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *10*(4), 512–516. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.03.004>
- Alur, M. D., & Venugopal, V. (1999). Dried Foods. In P. D. Robinson, R. K., Batt, C. A., Patel (Ed.), *Encyclopedia of Food Microbiology* (pp. 530–537). Academic Press. <https://doi.org/10.1006/rwfm.1999.0445>
- Bakke, A. J., Carney, E. M., Higgins, M. J., Moding, K., Johnson, S. L., & Hayes, J. E. (2020). Blending dark green vegetables with fruits in commercially available infant foods makes them taste like fruit. *Appetite*, *150*, 104652. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.104652>
- Benítez, S., Chiumenti, M., Sepulcre, F., Achaerandio, I., & Pujolá, M. (2012). Modeling the effect of storage temperature on the respiration rate and texture of fresh cut pineapple. *Journal of Food Engineering*, *113*(4), 527–533. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.07.022>
- Bonat Celli, G., Ghanem, A., & Su-Ling Brooks, M. (2016). Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. *Food Reviews International*, *32*(3), 280–304. <https://doi.org/10.1080/87559129.2015.1075212>
- Brecht, J. K. (2020). Tropical fruits: Mangoes. In R. Gil, M. I., Beaudry (Ed.), *Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce* (pp. 363–372). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804599-2.00023-5>
- Bustos, M. E., Enkerlin, W., Reyes, J., & Toledo, J. (2004). Irradiation of mangoes as a postharvest quarantine treatment for fruit flies (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, *97*(2), 286–292. <https://doi.org/10.1093/jee/97.2.286>
- Chen, Y. Q., Cheng, J. H., & Sun, D. W. (2020). Chemical, physical and physiological quality attributes of fruit and vegetables induced by cold plasma treatment: Mechanisms and application advances. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *60*(16), 2676–2690. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1654429>
- Codex Alimentarius. (2011). *Standart for Pineapples*. https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B182-1993%252FCXS_182e.pdf
- Codex Stand. (2005). *CODEX STAN 184-1993*. 4–7.
- Colapinto, C. K., Graham, J., & St-pierre, S. (2018). Health Reports Trends and correlates of frequency of fruit and vegetable consumption. *Health Reports*, *29*(January), 12–13.
- Torreggiani, G. B. (2019). High-Quality Fruit and Vegetable Products Using Combined Processes. In P. Fito, A. Chiralt, J. M. Barat, W. E. L. Spiess, & D. Behsnilian (Eds.), *Osmotic Dehydration & Vacuum Impregnation* (pp. 1–8). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429132216>
- de Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., & González-Aguilar, G. A. (2016). Pineapple composition and nutrition. In *Handbook of Pineapple Technology* (pp. 221–239). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118967355.ch12>

- de Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., & González-Aguilar, G. A. (2017). Handbook of Pineapple Technology. In M. G. Lobo & R. E. Paull (Eds.), *Handbook of Pineapple Technology*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118967355>
- Dea, S., Brecht, J. K., Nunes, M. C. N., & Baldwin, E. A. (2010). Occurrence of chilling injury in fresh-cut "Kent" mangoes. *Postharvest Biology and Technology*, *57*(1), 61–71. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.02.005>
- Denoya, G. I., Vaudagna, S. R., & Polenta, G. (2015). Effect of high pressure processing and vacuum packaging on the preservation of fresh-cut peaches. *Lwt*, *62*(1), 801–806. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.09.036>
- Diskin, S., Feygenberg, O., Maurer, D., Droby, S., Prusky, D., & Alkan, N. (2017). Microbiome alterations are correlated with occurrence of postharvest stem-end rot in mango fruit. *Phytobiomes Journal*, *1*(3), 117–127. <https://doi.org/10.1094/PBIOMES-05-17-0022-R>
- Empis, M. M. M. J. (2000). *Produtos Hortofrutícolas Frescos ou Minimamente Processados- Processamentos Mínimos*. (Novabase).
- FAO/WHO. (2003a). Assuring Food Safety and Quality. In *Food and Nutrition Paper* (Vol. 76). Food Agriculture Org. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y8705e/y8705e00.pdf>
- Fellows, P. J. (2009). Dehydration. In P. J. Fellows (Ed.), *Food Processing Technology* (pp. 481–524). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781845696344.3.481>
- FAO/WHO. (2003b). IMPORTANT FOOD ISSUES. In *Assuring Food Safety and Quality: Guidelines for Strengthening National Food Control Systems* (p. 73). Food & Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/3/Y8705E/y8705e03.htm#bm03.1>
- Gardner, P. T., White, T. A. C., McPhail, D. B., & Duthie, G. G. (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, *68*(4), 471–474. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(99\)00225-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(99)00225-3)
- Gasi ski, A., Kawa-Rygielska, J., Szumny, A., Czubaszek, A., G sior, J., & Pietrzak, W. (2020). Volatile Compounds Content, Physicochemical Parameters, and Antioxidant Activity of Beers with Addition of Mango Fruit (*Mangifera Indica*). *Molecules*, *25*(13), 3033. <https://doi.org/10.3390/molecules25133033>
- Hall, J. N., Moore, S., Harper, S. B., & Lynch, J. W. (2009). Global Variability in Fruit and Vegetable Consumption. *American Journal of Preventive Medicine*, *36*(5), 402-409.e5. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2009.01.029>
- Hervert-Hernández, D., García, O. P., Rosado, J. L., & Goñi, I. (2011). The contribution of fruits and vegetables to dietary intake of polyphenols and antioxidant capacity in a Mexican rural diet: Importance of fruit and vegetable variety. *Food Research International*, *44*(5), 1182–1189. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.09.021>
- Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. (2019). *Interpretação de resultados de ensaios microbiológicos em alimentos prontos para consumo e em superfícies do ambiente de preparação e distribuição alimentar*, pp 26 <http://repositorio.insa.pt/handle/10400.18/5610>

- Kader, A. (2001). Importance of Fruits, Nuts, and Vegetables in Human Nutrition and Health. *Perishables Handling Quarterly*, 106, 4-6. www.usda.gov/cnpp%0Ahttps://ucanr.edu/datastoreFiles/234-104.pdf
- Kang, M., Park, B., & Ha, J.-H. (2021). Kinetic Modeling of Slightly Acidic Electrolyzed Water Decay Characteristics in Fresh Cabbage Disinfection Against Human Norovirus. *Frontiers in Microbiology*, 12, 616297. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.616297>
- Ketnawa, S., Reginio, F. C., Thuengtung, S., & Ogawa, Y. (2021). Changes in bioactive compounds and antioxidant activity of plant-based foods by gastrointestinal digestion: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–22. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1878100>
- Krebs-Smith, S. M., Heimendinger, J., Patterson, B. H., Subar, A. F., Kessler, R., & Pivonka, E. (1995). Psychosocial Factors Associated with Fruit and Vegetable Consumption. *American Journal of Health Promotion*, 10(2), 98–104. <https://doi.org/10.4278/0890-1171-10.2.98>
- Lapcharoensuk, R., Phannote, N., & Kasetyangyunsapa, D. (2017). Physicochemical Properties of Pineapple at Difference Maturity. *The 17th TSAE National Conference and the 9th TSAE International Conference, September 2017*, 65-69.
- Latifah, M. N., Abdullah, H., Fauziah, O., Talib, Y., Ab Aziz, I., & Faridah, M. S. (2011). Handling of fresh-cut pineapple for fresh consumption. *Acta Horticulturae*, 902, 409–414. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.902.49>
- Leneveu-jenvrin, C., Quentin, B., Assemat, S., Hoarau, M., Meile, J. C., & Remize, F. (2020). Changes of quality of minimally-processed pineapple (*Ananas comosus*, var. 'queen victoria') during cold storage: Fungi in the leading role. *Microorganisms*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/microorganisms8020185>
- Lobo, M. G., & Siddiq, M. (2016). Overview of pineapple production, postharvest physiology, processing and nutrition. *Handbook of Pineapple Technology: Postharvest Science, Processing and Nutrition*, 1–15. <https://doi.org/10.1002/9781118967355.ch1>
- Lobo, M. G., & Yahia, E. (2016). Biology and postharvest physiology of pineapple. In *Handbook of Pineapple Technology* (pp. 39–61). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118967355.ch3>
- Lock, K., Pomerleau, J., Causer, L., Altmann, D. R., & McKee, M. (2005). The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: Implications for the global strategy on diet. *Bulletin of the World Health Organization*, 83(2), 100–108. <https://doi.org/S0042-96862005000200010>
- Maldonado-Celis, M. E., Yahia, E. M., Bedoya, R., Landázuri, P., Loango, N., Aguillón, J., Restrepo, B., & Guerrero Ospina, J. C. (2019). Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: Nutritional and Phytochemical Compounds. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1073. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01073>
- Mandal, D., & Vanlalawmpuia, C. (2020). Impact of postharvest use of essential oils on quality and shelf life of Indian pineapple. *Journal of Postharvest Technology*, 08(3), 96–105.
- Mantilla, N., Castell-Perez, M. E., Gomes, C., & Moreira, R. G. (2013). Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple

(*Ananas comosus*). *LWT - Food Science and Technology*, 51(1), 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.10.010>

Marín, A., Tudela, J. A., Garrido, Y., Albolafio, S., Hernández, N., Andújar, S., Allende, A., & Gil, M. I. (2020). Chlorinated wash water and pH regulators affect chlorine gas emission and disinfection by-products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 66, 102533. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102533>

Mohd Ali, M., Hashim, N., Abd Aziz, S., & Lasekan, O. (2020). Pineapple (*Ananas comosus*): A comprehensive review of nutritional values, volatile compounds, health benefits, and potential food products. *Food Research International*, 137, 109675. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109675>

Montero-Calderón, M., Martín-Belloso, O., & Soliva-Fortuny, R. (2020). Fresh-cut fruits: Pineapple. In *Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce* (pp. 511–518). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804599-2.00040-5>

Ngamchuachit, P., Sivertsen, H. K., Mitcham, E. J., & Barrett, D. M. (2015). Influence of cultivar and ripeness stage at the time of fresh-cut processing on instrumental and sensory qualities of fresh-cut mangos. *Postharvest Biology and Technology*, 106, 11–20. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.03.013>

Niemira, B. A., & Fan, X. (2014). FRUITS AND VEGETABLES | Advances in Processing Technologies to Preserve and Enhance the Safety of Fresh and Fresh-Cut Fruits and Vegetables. In M. L. Batt, C. A. & Tortorello (Eds.), *Encyclopedia of Food Microbiology* (pp. 983–991). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00428-6>

Noronha, J. F. (2003). Análise Sensorial - Metodologia. *Apontamentos de Análise Sensorial*, 74. http://www.esac.pt/noronha/A.S/Apontamentos/sebenta_v_1_0.pdf

Oguntibeju, O. O., Truter, E. J., & Esterhuyse, A. J. (2013). The Role of Fruit and Vegetable Consumption in Human Health and Disease Prevention. In Oguntibeju, O. O., Truter, E. J., & Esterhuyse, A. J. (Eds.), *Diabetes Mellitus - Insights and Perspectives* (pp. 117–130). InTech. <https://doi.org/10.5772/50109>

Oliveira, A., Amaro, A. L., & Pintado, M. (2018). Impact of food matrix components on nutritional and functional properties of fruit-based products. *Current Opinion in Food Science*, 22, 153–159. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.04.002>

Padrón-Mederos, M., Rodríguez-Galdón, B., Díaz-Romero, C., Lobo-Rodrigo, M. G., & Rodríguez-Rodríguez, E. M. (2020). Quality evaluation of minimally fresh-cut processed pineapples. *LWT*, 129, 109607. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109607>

Paull, R. E., & Chen, N. J. (2020). Tropical fruits: Pineapples. In M. Gil & R. Beaudry (Eds.), *Controlled and Modified Atmospheres for Fresh and Fresh-Cut Produce* (pp. 381–388). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804599-2.00025-9>

Paull, R. E., Chen, N. J., & Saradhulhat, P. (2016). Pineapple harvesting and postharvest handling. *Handbook of Pineapple Technology: Postharvest Science, Processing and Nutrition*, 89–107. <https://doi.org/10.1002/9781118967355.ch5>

Pavlyuk, R., Pogarska, V., Pavlyuk, V., Pogarskiy, A., Kakadii, I., Stukonozhenko, T., & Telenkov, O. (2018). The development of new method of production of healthy ice-cream-sorbet of fruits and vegetables with record as bas content. *EUREKA: Life Sciences*, 6(6), 33–40. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2018.00805>

- Pires, M. A., Pastrana, L. M., Fuciños, P., Abreu, C. S., & Oliveira, S. M. (2020). Sensorial Perception of Astringency: Oral Mechanisms and Current Analysis Methods. *Foods*, 9(8), 1124. <https://doi.org/10.3390/foods9081124>
- Pop, S. Z., Dracea, R., & Vladulescu, C. (2018). Comparative Study of Certification Schemes for Food Safety Management Systems in the European Union Context. *Www.Amfiteatruconomic.Ro*, 20(47), 9. <https://doi.org/10.24818/EA/2018/47/9>
- Rahmadhanni, D. S. D., Reswandha, R., Rahayoe, S., Bintoro, N., Prasetyatama, Y. D., & Karyadi, J. N. W. (2020). The effect of cold storage temperatures on respiration rate and physical quality of crownless pineapple (*Ananas comosus* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 542(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/542/1/012006>
- Rana, S., Siddiqui, S., & Gandhi, K. (2018). Effect of individual vacuum and modified atmosphere packaging on shelf life of guava. *International Journal of Chemical Studies*, 6(2), 966–972.
- Regulamento (CE) N.º 1935/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho*. Jornal Oficial da União Europeia. 1-14
- Regulamento (UE) N.º 10/2011 da Comissão*. Jornal Oficial da União Europeia. 1–89.
- Sharma, S., & Rao, T. V. R. (2017). Responses of fresh-cut products of four mango cultivars under two different storage conditions. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1689–1702. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2601-0>
- Siddiq, M., Sogi, D. S., & Dolan, K. D. (2013). Antioxidant properties, total phenolics, and quality of fresh-cut “Tommy Atkins” mangoes as affected by different pre-treatments. *LWT - Food Science and Technology*, 53(1), 156–162. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.01.017>
- Siddiq, Muhammad, Brecht, J. K., & Sidhu, J. S. (2017). Handbook of Mango Fruit. In Muhammad Siddiq, J. K. Brecht, & J. S. Sidhu (Eds.), *Handbook of Mango Fruit*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781119014362>
- Silva, A. (2015). *Introdução à análise sensorial de géneros alimentícios e sua aplicação na Indústria Alimentar*. Mestrado Integrado em Medicina Veterinária, Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto
- Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2012a). Introduction to Sensory Evaluation. In Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (Eds), *Sensory Evaluation Practices* (pp. 1–21). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382086-0.00001-7>
- Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (2012b). The Organization and Operation of a Sensory Evaluation Program. In Stone, H., Bleibaum, R. N., & Thomas, H. A. (Eds), *Sensory Evaluation Practices* (pp. 23–79). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382086-0.00002-9>
- Sun, G.-M., Zhang, X.-M., Soler, A., & Marie-Alphonsine, P. (2016). Nutritional Composition of Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.). In Simmonds M.S.J. & Preedy V.R. (Eds), *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* (pp. 609–637). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00025-8>
- Suslow, T. V. (2004). Oxidation-Reduction Potential (ORP) for Water Disinfection Monitoring, Control, and Documentation. In *Oxidation-Reduction Potential (ORP) for*

Water Disinfection Monitoring, Control, and Documentation. University of California, Agriculture and Natural Resources. <https://doi.org/10.3733/ucanr.8149>

Tarancón, P., Fernández-Serrano, P., & Besada, C. (2021). Consumer perception of situational appropriateness for fresh, dehydrated and fresh-cut fruits. *Food Research International*, *140*, 110000. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110000>

Valderrain-Rodríguez, G. R., de Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., & González-Aguilar, G. A. (2016). Functional properties of pineapple. In *Handbook of Pineapple Technology* (pp. 240–257). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118967355.ch13>

Wang, D. D., Li, Y., Bhupathiraju, S. N., Rosner, B. A., Sun, Q., Giovannucci, E. L., Rimm, E. B., Manson, J. E., Willett, W. C., Stampfer, M. J., & Hu, F. B. (2021). Fruit and Vegetable Intake and Mortality. *Circulation*, *143*(17), 1642–1654. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.120.048996>

Wilna, O., & Egal, A. (2016). Community Nutrition for Developing Countries. In N. Temple & N. Steyn (Eds.), *Community Nutrition for Developing Countries* Athabasca University Press. <https://doi.org/10.15215/aupress/9781927356111.01>

Wu, J. Y., & Hsiao, H. I. (2021). Food quality and safety risk diagnosis in the food cold chain through failure mode and effect analysis. *Food Control*, *120*, 107501. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107501>

X, S. (2017a). *Abacaxi - Caderno de Encargos*. 1–3.

X, S. (2017b). *Manga - Caderno de Encargos*. 1–5.

X, S. (2020). *Manga- Caraterísticas Mínimas*. 16000801.

X, & SA. (2019). *Resumo das Especificações para Avaliação Qualitativa de Matéria-Prima* *Resumo das Especificações para Avaliação Qualitativa de Matéria-Prima*. 1–2.

Yousuf, B., & Srivastava, A. K. (2019). Impact of honey treatments and soy protein isolate-based coating on fresh-cut pineapple during storage at 4 °C. *Food Packaging and Shelf Life*, *21*, 100361. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2019.100361>

Zhou, D., Liu, Q., Wu, C., Li, T., & Tu, K. (2021). Characterization of soluble sugars, glycosidically bound and free volatiles in fresh-cut pineapple stored at different temperature. *Food Bioscience*, *43*(1), 101329. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101329>

A. APÊNDICE

A Tabela A.1 apresenta os resultados das análises microbiológicas realizadas por laboratório externo, relativas à matéria-prima de abacaxi e manga, utilizadas no estudo.

Tabela A.1-Resultados de análises microbiológicas realizadas por laboratório externo a amostras de estudo

Código de Parâmetro	Parâmetro	Resultado Tratamento	Método de Análise	Expressão Resultado	Cumpre	CAT	Sistema	Ponto de Amostragem	Descrição
972	Contagem de Leveduras	5,50E+02	ISO 21527:2008	ufc/g	OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+0
972	Contagem de Leveduras	2,10E+05	ISO 21527:2008	ufc/g	OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
972	Contagem de Leveduras	5,50E+03	ISO 21527:2008	ufc/g	OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+0
972	Contagem de Leveduras	2,10E+04	ISO 21527:2008	ufc/g	OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+0
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>4,9e+6	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13)	ufc/g	OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>4,9e+3	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13)	ufc/g	OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+0
735	Contagem de Enterobacteriaceae	2,5e+4	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06)	ufc/g	OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+0
735	Contagem de Enterobacteriaceae	1,7e+4	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06)	ufc/g	OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+0
972	Contagem de Leveduras	2,40E+05	ISO 21527:2008		OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6
972	Contagem de Leveduras	5,50E+04	ISO 21527:2008		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6
972	Contagem de Leveduras	4,0e+5	ISO 21527:2008	ufc/g	OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
972	Contagem de Leveduras	2,1e+5	ISO 21527:2008	ufc/g	OK	CAT III	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
735	Contagem de Enterobacteriaceae	>4,9e+4	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06)	ufc/g	OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
735	Contagem de Enterobacteriaceae	>5,1e+3	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06)	ufc/g	OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>4,9e+4	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13)		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6

Tabela A.1-Resultados de análises microbiológicas realizadas por laboratório externo a amostras de estudo (continuação)

Código de Parâmetro	Parâmetro	Resultado Tratamento	Método de Análise	Expressão Resultado	Cumpr	CAT	Sistema	Ponto de Amostragem	Descrição
735	Contagem de Enterobacteriaceae	2,5e+4	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+0
735	Contagem de Enterobacteriaceae	1,7e+4	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+0
972	Contagem de Leveduras	2,40E+02	ISO 21527:2008		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+0
735	Contagem de Enterobacteriaceae	>6,3e+4	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06	ufc/g	OK	CAT III	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>4,4e+4	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13	ufc/g	OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>3,8e+5	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13	ufc/g	OK	CAT III	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+6
735	Contagem de Enterobacteriaceae	>4,9e+4	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6
972	Contagem de Leveduras	1,90E+05	ISO 21527:2008		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	3,00E+05	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13		OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>2,9e+3	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13		OK	CAT III	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+0
972	Contagem de Leveduras	1,90E+04	ISO 21527:2008	ufc/g	OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+0
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>3,9e+2	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13		OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+0
735	Contagem de Enterobacteriaceae	2,70E+04	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06		OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+0
735	Contagem de Enterobacteriaceae	>4,9e+1	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6
735	Contagem de Enterobacteriaceae	>2,9e+2	TEMPO® EB- AFNOR BIO 12/21-12/06		OK	CAT II	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>3,1e+4	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13		OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Abacaxi P+6
972	Contagem de Leveduras	5,50E+03	ISO 21527:2008	ufc/g	OK	CAT III	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+0
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>4,9e+3	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13	ufc/g	OK	CAT III	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+0
730	Contagem de Microrganismos Totais a 30°C	>4,9e+3	TEMPO® AC-AFNOR BIO 12/35-05/13	ufc/g	OK	CAT I	Alimentos	Produtos IV Gama Fim de Validade	: Manga P+0



2021

CATARINA PIMENTA

CRITÉRIOS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS PARA A VALORIZAÇÃO DE FRUTAS

Nova

NOVA SCHOOL OF
SCIENCE & TECHNOLOGY