

UNIVERSIDADE EVANGÉLICA DE GOIÁS – UniEVANGÉLICA
CURSO DE AGRONOMIA

**ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DA TANGERINA “PONKAN”
EM DIFERENTES TEMPOS DE REFRIGERAÇÃO**

Dimas José de Alcantara Neto
João Vitor Silva

ANÁPOLIS, GO
2025

**DIMAS JOSÉ DE ALCANTARA NETO
JOÃO VITOR SILVA**

**ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DA TANGERINA “PONKAN”
EM DIFERENTES TEMPOS DE REFRIGERAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Evangélica de Goiás -
UniEVANGÉLICA, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Agronomia.
Área de concentração: Pós Colheita
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Klênia Rodrigues
Pacheco de Sá

ANÁPOLIS, GO

2025

Silva, João Vitor / Neto, Dimas José de Alcantara

Alterações físicas e químicas da tangerina “ponkan” em diferentes tempos de refrigeração / João Vitor Silva; Dimas José de Alcantara Neto. – Anápolis: Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025 - 23pgs.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Klênia Rodrigues Pacheco Sá

Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, 2025.

1. Citrus 2. Pós-colheita 3. Armazenamento refrigerado 4. Qualidade de frutos cítricos. I. João Vitor Silva. II. Dimas José de Alcantara Neto. Alterações físicas e químicas da tangerina “ponkan” em diferentes tempos de refrigeração.

**DIMAS JOSÉ DE ALCANTARA NETO
JOÃO VITOR SILVA**

**ALTERAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS DA TANGERINA “PONKAN” EM
DIFERENTES TEMPOS DE REFRIGERAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentada
à Universidade Evangélica de Goiás –
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título
de Bacharel em Agronomia.

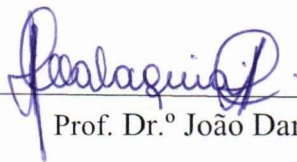
Área de concentração: Pós Colheita

Aprovada em: _____ 27/11/2025 _____

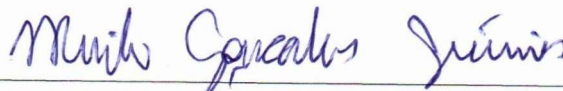
Banca examinadora



Prof.^a. Dr.^a. Klênia Rodrigues Pacheco Sá



Prof. Dr.^o João Darós



Prof.^o. Dr.^o Murilo Gonçalves Júnior

Prof. Dr. João Darós molequias junior
Prof. Dr. Murilo Gonçalves junior

Dedicamos este trabalho, primeiramente, a Deus, por ser nossa fonte de força, sabedoria e perseverança em todos os momentos desta caminhada.

Às nossas famílias, pelo amor, paciência e apoio incondicional, que nos sustentaram mesmo diante das dificuldades.

De forma especial, à minha esposa, Jennifer Gomes, pelo incentivo, compreensão e presença constante, e ao meu filho, razão diária da minha dedicação e inspiração para nunca desistir dos meus sonhos.

Também à Liliane Marques, pela parceria e auxílio nas etapas deste estudo.

E, por fim, dedicamos a nós mesmos, pela coragem de seguir em frente, pela fé em nossos propósitos e pela persistência em transformar cada desafio em aprendizado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sabedoria, saúde e perseverança que possibilitaram a superação dos desafios ao longo desta jornada acadêmica, guiando-nos e sustentando-nos em todos os momentos.

Às nossas famílias, pelo amor, paciência, incentivo e confiança depositada, fundamentais para a concretização deste objetivo. Em especial, à minha esposa Jennifer Gomes, pelo apoio incondicional e constante motivação, e à Liliane Marques, pela valiosa colaboração nas etapas de medição deste trabalho.

Aos professores, pela dedicação, paciência e contribuição indispensável à nossa formação acadêmica e profissional, em especial à orientadora Prof.^a Dra. Klênia Rodrigues Pacheco de Sá, pelo acompanhamento, orientação e incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho.

Manifestamos também nossa gratidão à empresa Triang Fruit, pela parceria e por abrir as portas do laboratório para a realização das análises que tornaram esta pesquisa possível.

Por fim, agradecemos a nós mesmos, pela determinação, esforço e coragem em jamais desistir, mesmo diante das maiores dificuldades.

“A qualidade dos frutos não termina na colheita,
mas depende do cuidado em cada etapa da pós-colheita.”

— Embrapa, 2010

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1. TANGERINA PONKAN.....	13
2.2. PÓS-COLHEITA E REFRIGERAÇÃO.....	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

RESUMO

A tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) possui elevada importância no agronegócio brasileiro, sendo amplamente valorizada pelo sabor e facilidade de consumo. No entanto, sua alta perecibilidade e suscetibilidade a perdas pós-colheita demandam a otimização de tecnologias de conservação, como a refrigeração. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi analisar as alterações físicas e químicas da tangerina ‘Ponkan’ em diferentes tempos de armazenamento refrigerado. O ensaio foi conduzido com o delineamento inteiramente casualizado, avaliando quatro períodos de armazenamento sob refrigeração (7, 14, 21 e 28 dias). As análises incluíram o registro de perda de massa e as variáveis químicas de pH e Sólidos Solúveis Totais (SST/Brix) do suco. Os resultados demonstraram que a refrigeração foi altamente eficaz no controle das perdas físicas, não se observando diferenças estatisticamente significativas no peso dos frutos ao longo dos 28 dias, o que atesta a manutenção da turgidez e da qualidade visual. Nos parâmetros químicos, observou-se a elevação do pH, refletindo o consumo dos ácidos orgânicos durante a senescência, enquanto os valores de SST/Brix se mantiveram estáveis ou apresentaram leve incremento por efeito de concentração. A alteração gradual e aceitável desses parâmetros é crucial, que define o equilíbrio de sabor. Conclui-se que a tangerina ‘Ponkan’ pode ser armazenada com sucesso por, no mínimo, 28 dias sob refrigeração, período que garante a preservação das características físico-químicas e viabiliza a logística e a comercialização de longo prazo da fruta.

Palavras-chave: *Citrus*; pós-colheita; armazenamento refrigerado; qualidade de frutos.

1. INTRODUÇÃO

A citricultura ocupa posição de destaque no agronegócio brasileiro, contribuindo significativamente para a geração de renda, emprego e segurança alimentar. A tangerina ‘Ponkan’ (*Citrus reticulata* Blanco) destaca-se entre as variedades mais cultivadas, sendo valorizada por sua facilidade de descascamento, sabor adocicado e boa aceitação no mercado consumidor. Apesar de suas qualidades, o fruto apresenta elevada perecibilidade, o que exige cuidados rigorosos durante o manuseio e a comercialização (SANTOS, 2011; DANTAS et al, 2017).

A elevada suscetibilidade da tangerina a perdas após a colheita reforça a necessidade de práticas adequadas de conservação, a qualidade pós-colheita das tangerinas depende de fatores que vão desde as condições de colheita até o armazenamento. A ausência de técnicas eficazes pode comprometer aspectos como cor, textura, sabor e valor nutricional, tornando-se fundamental o desenvolvimento de estratégias que preservem a integridade do fruto durante a distribuição (BRAGA, 2013).

Essas perdas estão geralmente associadas a alterações fisiológicas, como perda de massa fresca, enrugamento da casca, redução da firmeza da polpa e degradação de pigmentos, que impactam negativamente a aparência e o valor de mercado da fruta. Tais alterações estão diretamente relacionadas à atividade metabólica do fruto, que continua mesmo após a colheita, por meio dos processos de respiração e transpiração (VALE et al., 2006).

Dentre as tecnologias utilizadas na tentativa de retardar esses processos, a refrigeração destaca-se como uma das mais eficazes, uma vez que o armazenamento em temperaturas reduzidas desacelera a atividade enzimática e a taxa respiratória dos frutos, contribuindo para a preservação de suas propriedades sensoriais e bioquímicas (MOURA, 2022).

Contudo, o tempo de exposição à refrigeração deve ser cuidadosamente controlado (SANTOS, 2011). Moura (2022) ressalta que a conservação prolongada em ambientes muito frios pode induzir a sintomas de injúrias por frio, como o escurecimento da casca e a perda de textura, comprometendo a aparência e a qualidade do fruto. Assim, definir o período ideal de refrigeração torna-se um desafio técnico relevante para a manutenção da qualidade da tangerina ‘Ponkan’ (MOURA, 2022; SANTOS, 2011).

Nesse sentido, Cantillano et al. (2011) e Detone et al. (2009) destacam que a associação entre refrigeração e técnicas complementares, como o uso de recobrimentos ou atmosferas modificadas, potencializa a conservação e assegura melhor estabilidade físico-química e

sensorial dos frutos ao longo do armazenamento. A eficácia dessas práticas pode ser avaliada por meio de parâmetros de qualidade, como os teores de sólidos solúveis totais (SST) e a acidez titulável (AT), amplamente utilizados para indicar o estado de maturação e a conservação de frutas cítricas (VALE et al., 2006).

Diante da relevância comercial da tangerina ‘Ponkan’ e de sua reconhecida sensibilidade às condições de armazenamento, conforme relatam Zanetti (2022) e Santos. (2011), torna-se essencial compreender como o tempo de refrigeração influencia suas propriedades físico-químicas. Como afirma Dantas et al. (2017) e outros pesquisadores, o estudo dessas alterações pode embasar práticas mais eficazes no manejo pós-colheita, promovendo maior durabilidade e qualidade do fruto até o momento da comercialização.

Estudos realizados por Vale et al. (2006) demonstraram que a refrigeração pode prolongar o tempo de conservação da tangerina ‘Ponkan’, mantendo estáveis os teores de sólidos solúveis e acidez durante as primeiras semanas de armazenamento. Por outro lado, Dantas et al. (2017) observaram que períodos prolongados de refrigeração tendem a causar perda de massa e aumento do pH, indicando o limite de tempo seguro para manutenção da qualidade. Tais resultados evidenciam que o tempo de armazenamento exerce papel determinante na preservação físico-química dos frutos, variando conforme a cultivar e as condições de conservação adotadas.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar as alterações físicas e químicas da tangerina ‘Ponkan’ em diferentes tempos de refrigeração, contribuindo para o aprimoramento das estratégias de conservação pós-colheita e agregando valor à cadeia produtiva citrícola.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. TANGERINA PONKAN

A tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata*) destaca-se na citricultura brasileira por sua relevância econômica, impulsionada pela aceitação no mercado interno e pelo crescimento das exportações. Contudo, o setor enfrenta desafios no pós-colheita, fase crucial para a manutenção da qualidade dos frutos (SANTOS, 2011; DANTAS et al, 2017). Conforme Dantas et al. (2017), perdas expressivas podem ocorrer nesse estágio, principalmente devido a falhas no armazenamento, no transporte e na escolha inadequada das embalagens, o que afeta diretamente a viabilidade econômica da produção.

A compreensão da diversidade das tangerinas, como a 'Ponkan', exige o entendimento da estrutura taxonômica do gênero *Citrus*, pertencente à família Rutaceae. Esse grupo reúne as espécies cítricas de maior interesse comercial no mundo, como laranjas, limões, tangerinas e pomelos. A elevada diversidade morfológica presente nesses frutos é resultado da facilidade de hibridação entre as espécies, processo esse que é favorecido por mecanismos reprodutivos como a poliembrionia, responsável pela geração de clones idênticos à planta-mãe (CABÚS, 2023).

No Brasil, o termo “tangerina” é amplamente utilizado para denominar diferentes cultivares, e sua designação varia regionalmente, sendo chamada de “mexerica” no Sudeste e “bergamota” no Sul. Essa variação terminológica está associada à grande diversidade genética existente entre as variedades e às frequentes mutações cromossômicas que influenciam diretamente em características como sabor, aparência e comportamento agrônomo das plantas (CABÚS, 2023).

Essa complexidade do gênero *Citrus* reflete-se também na dificuldade de identificar com precisão as origens e os cruzamentos entre suas espécies. Entre as variedades mais conhecidas encontram-se a laranja doce (*Citrus sinensis*), a mexerica do Rio (*Citrus deliciosa*), o limão cravo (*Citrus limonia*), a tangerina Cleópatra (*Citrus reshui*), o pomelo (*Citrus paradisi*), a tangerina sunki (*Citrus sunki*), a cidra (*Citrus medica*) e a própria tangerina ponkan (*Citrus reticulata* Blanco), além da murcot (*Citrus reticulata sinensis*). Todas essas cultivares evidenciam a complexidade genética do grupo e sua facilidade de hibridação (ZANETTI, 2022; OLIVEIRA et al., 2018).

Nesse cenário, a citricultura nacional se destaca como a maior produtora mundial de cítricos, desempenhando papel estratégico no desenvolvimento socioeconômico do país (IBGE, 2022). Segundo Zanetti (2022), além de contribuir expressivamente para a balança comercial

brasileira, essa atividade configura-se como importante fonte de geração de emprego e renda, especialmente nas áreas rurais. Inserida no contexto do agronegócio, a citricultura compreende diversas espécies do gênero *Citrus*, como laranjas doces, tangerinas, limões, limas ácidas, pomelos e outras frutas de menor expressão comercial (IBGE, 2022).

Entre as cultivares mais expressivas da citricultura brasileira está a tangerina 'Ponkan', amplamente cultivada, sobretudo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, devido à sua ampla aceitação por parte do consumidor. O fruto destaca-se por características desejáveis como casca solta, sabor adocicado e aroma agradável. No entanto, sua alta perecibilidade impõe desafios logísticos e de conservação, uma vez que alterações físicas e químicas durante a pós-colheita comprometem sua qualidade. Diante dessa realidade, a refrigeração tem sido uma das estratégias mais eficazes no controle da deterioração, contribuindo para prolongar a vida útil do fruto e manter suas propriedades nutricionais e sensoriais (SANTOS, 2011).

2.2 PÓS-COLHEITA E REFRIGERAÇÃO

O manejo pós-colheita é fundamental para reduzir perdas na qualidade da tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco), cultivar sensível a danos físicos e alterações fisiológicas, exigindo cuidados específicos de conservação Oliveira et al. (2018). Cantillano et al. (2011) enfatizam que falhas no armazenamento e no transporte podem comprometer rapidamente atributos como firmeza, coloração e teor de sólidos solúveis, aspectos diretamente relacionados à aceitação comercial do fruto. Assim, práticas pós-colheita bem conduzidas são fundamentais para preservar a qualidade da 'Ponkan' durante sua distribuição e comercialização.

Com foco na conservação da 'Ponkan', diversos estudos demonstram que a eficácia do armazenamento refrigerado depende da combinação entre temperatura e umidade relativa adequadas Oliveira et al. (2018). Santos. (2011) verificaram que temperaturas próximas de 5 °C, associadas a umidade relativa superior a 90%, foram eficazes na preservação da firmeza da polpa e na redução da perda de massa. Além disso, essas condições retardaram o surgimento de podridões, prolongando a vida útil do fruto.

De forma complementar, Santos (2011) avaliou o uso de diferentes atmosferas controladas durante o armazenamento de tangerinas 'Ponkan' e observou que o acondicionamento a 3 °C ou 7 °C, com 5% de CO₂ ou 10% de O₂, foi eficiente em manter os parâmetros físico-químicos desejáveis por até 35 dias (CANTILLANO et al., 2011).

De acordo com Oliveira et al. (2018) ambientes refrigerados entre 5 °C e 7 °C, com umidade relativa elevada (85%–90%), são eficazes na conservação da tangerina. Nesses parâmetros, ocorre o retardamento da perda de massa, degradação da casca e amolecimento da polpa. Além disso, o equilíbrio entre ventilação e umidade é crucial, pois influencia diretamente no prolongamento da vida útil do fruto e na manutenção de suas características sensoriais.

Santos. (2011) ressalta que temperaturas excessivamente baixas, inferiores a 4 °C, podem provocar danos fisiológicos por frio, enquanto a ausência de refrigeração adequada acelera a degradação de sólidos solúveis e acidez titulável. Assim, recomenda-se o armazenamento da tangerina 'Ponkan' em temperaturas entre 5 °C e 8 °C e umidade relativa entre 85% e 90% para preservar suas propriedades físico-químicas e retardar o amadurecimento.

No entanto, os benefícios da refrigeração só se concretizam quando seu tempo e intensidade são bem controlados. O armazenamento prolongado em temperaturas muito baixas pode causar injúrias fisiológicas, como o aparecimento de manchas e alterações sensoriais, conforme relatam Santos. (2011) e Dantas et al. (2017). Santos. (2011) alerta que, para evitar tais danos, é necessário adotar uma abordagem equilibrada que reduza a atividade metabólica dos frutos sem comprometer sua integridade. A seleção criteriosa dos frutos e o uso de embalagens protetoras são estratégias complementares que auxiliam nesse processo.

Além do controle térmico, a logística exerce um papel crucial na preservação da qualidade dos frutos no pós-colheita Santos. (2011) e Dantas et al. (2017). Segundo Silva et al. (2020), o uso de embalagens ventiladas, transporte refrigerado e tecnologias de monitoramento ambiental contribuem de forma significativa para a manutenção de características como firmeza, acidez e sabor. Essas estratégias também ajudam a reduzir perdas durante o transporte até os centros consumidores, ao mesmo tempo em que protegem os frutos contra impactos mecânicos que aceleram sua deterioração.

Nesse mesmo contexto, o tipo de embalagem adotado é decisivo para a proteção dos frutos. A escolha de materiais que evitem perdas de água e que protejam contra danos físicos é essencial para prolongar a conservação, de acordo com Oliveira et al. (2018). Cantillano et al. (2011) também apontam o uso de revestimentos comestíveis à base de quitosana ou ceras naturais como estratégias eficazes para manter a aparência e o sabor da fruta, além de atuarem na prevenção contra microrganismos deteriorantes. Os resultados indicaram que a utilização de embalagens com atmosfera modificada (AM), quando associadas à refrigeração adequada,

reduziu significativamente a perda de massa e manteve a firmeza dos frutos por períodos mais longos, favorecendo sua comercialização (CANTILLANO et al., 2011).

Mantilla et al. (2010) demonstraram que essa técnica reduz a taxa respiratória, controla doenças pós-colheita e retarda a produção de etileno, resultando na manutenção da firmeza, acidez e teor de sólidos solúveis. No entanto, os autores ressaltam que a utilização inadequada da AM pode resultar na formação de sabores indesejáveis e aumento da suscetibilidade a patógenos.

As alterações ocorridas durante o armazenamento também foram observadas por Vale et al. (2006), que observaram que a tangerina 'Ponkan' passa por mudanças físicas e químicas marcantes. A perda de massa, associada à transpiração e à respiração celular, compromete o aspecto visual do fruto, enquanto variações no teor de sólidos solúveis e na acidez modificam diretamente sua percepção de sabor e qualidade sensorial.

Braga (2013) destacou os principais indicadores de deterioração da tangerina, como a perda de água, alterações químicas e mudanças na textura. Essas variáveis podem causar impactos negativos de práticas inadequadas de transporte e manuseio, que aceleram o processo de senescência e comprometem a aparência e o valor de mercado do fruto.

Em uma abordagem integrada, Detone et al. (2009) afirma que o sucesso da conservação pós-colheita depende da sinergia entre diferentes tecnologias. A aplicação conjunta da refrigeração, do controle de umidade e de métodos auxiliares, como recobrimentos comestíveis e atmosfera modificada, é essencial para manter a qualidade dos frutos cítricos, sobretudo da 'Ponkan', que apresenta sensibilidade acentuada às variações ambientais.

Oliveira et al. (2018) destacam que o manejo pós-colheita deve começar ainda no campo. Práticas inadequadas de colheita, transporte e armazenamento inicial, associadas a condições ambientais desfavoráveis, intensificam as perdas ao longo da cadeia logística. Por isso, o planejamento cuidadoso de todas as etapas é crucial para garantir que a tangerina 'Ponkan' chegue ao consumidor final com qualidade e segurança alimentar.

3. MATERIAL E METODOS

O ensaio foi realizado em um pomar comercial com quatro anos de idade, localizado no município de Nerópolis-Goiás. A cidade possui as seguintes coordenadas: 21°05'50" de latitude Sul (distância do equador ao sul), 45°05'50" de longitude oeste e 767 m de altitude. Os dados climáticos médios do município (INMET) são: temperatura média anual de aproximadamente 23,5 °C, precipitação acumulada anual de 1.400 mm e estação chuvosa predominante entre outubro e março. O solo predominante é o Latossolo Vermelho.

A colheita de frutos foi realizada no período da manhã de forma manual (Figura 1), no início da safra, no mês de maio. Os frutos foram colhidos com pedúnculo, sendo posteriormente selecionados 100 frutos para a composição da parcela experimental. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo cada repetição composta por cinco frutos. Os tratamentos corresponderam a cinco períodos de armazenamento refrigerado: 7, 14, 21 e 28 dias, sob temperatura de 5 ± 2 °C e umidade relativa de $85 \pm 3\%$.



FIGURA 1 - Colheita manual de frutos de tangerina 'Ponkan' para posterior armazenamento refrigerado, conforme os tratamentos estabelecidos.

Para a análise das variáveis, foi realizado a perda de massa (g) foi determinada pela diferença entre a massa inicial dos frutos e a massa obtida em cada período de análise, utilizando-se uma balança eletrônica de precisão com três casas decimais. As análises físico-químicas foram realizadas no suco da tangerina, após a sua homogeneização, e constaram das

seguintes variáveis: pH, medido com potenciômetro digital, conforme a metodologia descrita pela AOAC (1992). Os Sólidos Solúveis Totais (SST) foram determinados no suco por leitura direta, utilizando-se um refratômetro digital Palette (Atago Co, LTD, Japão), modelo PR 100, com compensação de temperatura automática, e os resultados foram expressos em porcentagem, conforme normas da AOAC (1992).

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o utilizando o programa estatístico *Assistat Software Version 7.7*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação das alterações pós-colheita da tangerina 'Ponkan' armazenada sob refrigeração revelou padrões de degradação e conservação cruciais para a determinação da vida útil da fruta (Tabela 1). Em relação ao peso inicial e ao peso final das frutas, não se observaram diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de armazenamento avaliados (7, 14, 21 e 28 dias). A manutenção do peso ao longo dos tratamentos é um indicativo de que a refrigeração demonstrou ser eficaz em reduzir a taxa metabólica e a perda de água, elementos cruciais para a aceitabilidade comercial da fruta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A perda de massa é um processo natural pós-colheita, principalmente devido à transpiração e à respiração, mas que é significativamente retardado pela baixa temperatura e alta umidade relativa da refrigeração (KADER, 2002). O controle eficiente da perda de massa é vital, pois perdas superiores a 3% a 5% geralmente comprometem a aparência e a turgidez, levando à rejeição do produto pelo consumidor (CANTWELL, 2004). O fato de os tratamentos não apresentarem diferença estatística na perda de massa evidencia que a temperatura de armazenamento testada foi eficaz em retardar a taxa de transpiração da tangerina 'Ponkan', prolongando, assim, sua qualidade física (ALVES et al., 2011).

TABELA 1 - Alterações Físicas e Químicas (Perda de Massa, Sólidos Solúveis - Brix, e pH) da tangerina 'Ponkan' em diferentes Tempos de Armazenamento Refrigerado (7, 14, 21 e 28 dias), Nerópolis - GO

TRATAMENTOS	Peso inicial	Peso final	pH	Brix
7 DIAS	220,88 a ¹	220,88 a	3,87 b	13,05 ab
14 DIAS	233,32 a	232,56 a	4,10 a	12,07 b
21 DIAS	233, 32 a	230,20 a	4,11 a	13,23 ab
28 DIAS	225,92 a	225,92 a	4,15 a	13,35 a
CV(%) ²	22,66	22,69	4,11	12,98

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ² CV% Coeficiente de variação.

Para os parâmetros químicos, observou-se que diferiram estatisticamente ao longo do período de refrigeração. O pH da polpa foi significativamente menor no período inicial (7 dias), diferindo estatisticamente dos tempos subsequentes (14, 21 e 28 dias), nos quais o pH se elevou. Este aumento do pH é um fenômeno esperado em cítricos, visto que é um reflexo do consumo ou da degradação dos ácidos orgânicos (principalmente o ácido cítrico) durante a respiração e senescência, o que diminui a acidez titulável (FAZOLI et al., 2021).

Em frutas cítricas, o pH ideal do suco, geralmente ligado à acidez percebida, situa-se tipicamente na faixa de 3,0 a 4,5 (SINGH et al., 2012). Embora a elevação do pH observada ainda se mantenha dentro de uma faixa aceitável para o consumo, uma mudança significativa é um sinal de alteração na composição química essencial.

A elevação do pH implica diretamente na perda da qualidade organoléptica (sabor), tornando o fruto menos ácido e afetando a relação Ratio (SST/ATT), que é o índice de maturação fundamental para a doçura e sabor equilibrado da fruta (AZZOLINI et al., 2004). Além disso, a diminuição da acidez, refletida pelo aumento do pH, pode comprometer a estabilidade microbiológica do suco, tornando o ambiente menos hostil ao desenvolvimento de microrganismos deteriorantes após o processamento ou consumo (PACHECO et al., 2005).

Para os Sólidos Solúveis Totais (Brix), observou-se que o tempo de 14 dias apresentou o valor mais baixo e diferiu estatisticamente do tempo de 28 dias. O valor máximo aos 28 dias não diferiu estatisticamente dos tempos de 7 e 21 dias. O incremento final do Brix, observado aos 28 dias, é frequentemente atribuído a dois processos: primeiramente, à concentração dos açúcares devido à perda de água pela transpiração, um efeito que eleva a percentagem de sólidos remanescentes na polpa (AZZOLINI et al., 2004); e, em segundo lugar, à hidrólise do amido em açúcares solúveis, como a sacarose e a frutose, processo metabólico que ocorre durante o amadurecimento e a senescência (SAUTTER et al., 2007).

O aumento ou manutenção do SST é crucial para a aceitabilidade sensorial da fruta, uma vez que o teor de açúcar, juntamente com a acidez, determina o sabor. Contudo, a estabilidade do Brix ao longo dos 28 dias sugere que a refrigeração contribuiu para retardar a atividade enzimática responsável por grandes alterações na composição de açúcares. Para tangerinas, altos valores de SST são desejáveis; no entanto, o valor deve ser sempre avaliado em conjunto com a Acidez Titulável (ATT), pois a relação Ratio (SST/ATT) é o principal índice de qualidade que define o equilíbrio entre o doce e o ácido da fruta cítrica (CHAGAS et al., 2008).

A avaliação conjunta dos parâmetros químicos sugere que, embora o pH tenha aumentado (indicando consumo de acidez), a concentração de Sólidos Solúveis (Brix) foi mantida ou levemente elevada ao longo do período de 28 dias. Essa interação é o que define o índice de maturação, ou *Ratio* (SST/ATT). O aumento do Ratio (provocado pela queda da acidez e manutenção/aumento do Brix) confere à fruta uma percepção de sabor mais doce, o que é altamente desejável em tangerinas (CHAGAS et al., 2008). A retenção de qualidade sensorial após 28 dias de refrigeração indica que a taxa respiratória foi eficientemente

controlada, preservando os açúcares e retardando a senescência do fruto, conferindo uma longa vida de prateleira (ALVES et al., 2011).

A eficácia da refrigeração observada neste estudo, confirmada pela manutenção do peso e pela alteração gradual e aceitável dos parâmetros químicos, demonstra a viabilidade da técnica para prolongar a comercialização da tangerina 'Ponkan'. O armazenamento refrigerado a baixa temperatura e alta umidade relativa é o método mais eficaz para reduzir a velocidade do metabolismo e a atividade de enzimas deteriorantes, como as pectinas-metil-esterases, que degradam a parede celular (KADER, 2002). Infere-se, portanto, que o protocolo de armazenamento de 28 dias sob refrigeração é tecnicamente eficiente para a tangerina 'Ponkan', garantindo a qualidade física (turgidez) e mantendo as características químicas dentro de um patamar aceitável para o mercado, o que é fundamental para a logística de exportação e distribuição em longas distâncias (CANTWELL, 2004).

No entanto, futuros estudos devem incorporar a análise direta da Acidez Titulável (ATT) e da Relação Ratio, além de avaliações de firmeza de casca e incidência de podridões. Embora os parâmetros químicos (pH e Brix) tenham demonstrado estabilidade promissora, a ausência de análise da ATT impede uma conclusão definitiva sobre o equilíbrio do sabor (flavour). Recomenda-se, ainda, investigar o uso de tratamentos complementares, como revestimentos comestíveis ou 1-metilciclopropeno (1-MCP), para potencializar a manutenção da firmeza e estender a vida útil além dos 28 dias (FAZOLI et al., 2021).

5. CONCLUSÃO

O armazenamento refrigerado mostrou-se eficaz na conservação da tangerina ‘Ponkan’ por até 28 dias, mantendo sua qualidade física e reduzindo perdas de massa. As alterações químicas observadas foram leves e compatíveis com o amadurecimento natural. Conclui-se que a refrigeração permite preservar a qualidade comercial da fruta e ampliar seu período seguro de distribuição.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. E. et al. Qualidade de tangerina ‘Ponkan’ armazenada sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1157-1165, 2011.

AZZOLINI, M. et al. **Qualidade de frutas cítricas colhidas e armazenadas em diferentes estádios de maturação**. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 200-204, 2004.

BRAGA, C.O. **Avaliação de unidade de beneficiamento: Boas práticas, qualidade, impactos mecânicos e exigências laboratoriais**. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola) UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas Faculdade de engenharia agrícola. 2013.

CABÚS, D. P. **Caracterização pós-colheita de frutos de tangerineira (Citrus deliciosa Tenore) destinados à indústria de processamento de polpa de fruta congelada**. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Rio Largo, 2023.

CANTILLANO, R. F. F. et al. **Efeito da atmosfera modificada na qualidade pós-colheita de tangerinas 'Ponkan' durante o armazenamento refrigerado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011.

CANTWELL, M. Quality evaluation of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 28, n. 1, p. 16–25, 2004.

CHAGAS, M. C. M. et al. Qualidade pós-colheita de tangerinas 'Ponkan' tratadas com cera e armazenadas sob refrigeração. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1162-1167, 2008.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DANTAS, R. L, et al. **Conservação pós-colheita de frutos de tangerineira ‘Ponkan’ sob diferentes temperaturas e recobrimentos biodegradáveis**. CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA. Vol. 1. 2017.

DETONE, A.M. et al. Influência do sol nas características físicas e químicas da tangerina “PONKAN” cultivada no oeste do Paraná. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 33, n. 2, p. 624-628, mar./abr., 2009.

FAZOLI, M. et al. Qualidade pós-colheita de tangerina 'Ponkan' tratada com 1-metilciclopropano (1-MCP). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 68, n. 3, p. 240-247, 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 23 out. 2025.

KADER, A. A. **Postharvest biology and technology: an overview**. In: KADER, A. A. (ed.). *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3. ed. Oakland: University of California, 2002. p. 39-47. (Publication 3311).

MANTILLA, S. P. F. et al. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.*, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448, out./dez. 2010.

MOURA, V.S. **Formulação de *Aureobasidium pullulans* para controle de doenças de pós-colheita em frutos cítricos**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2022.

OLIVEIRA, R. P. et al. **Diferenciação das tangerineiras mais cultivadas no Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima**. Temperado, 21 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1516-8840; 453). 2018.

PACHECO, A. C. et al. Efeito da acidez na estabilidade microbiológica de suco de laranja. *Revista Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 19, n. 127, p. 77-80, 2005.

SANTOS, L. O. **Armazenamento refrigerado, atmosfera controlada e desverdecimento de tangerinas**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 2011.

SAUTTER, C. K. et al. Changes in sugars and organic acids in fresh-cut mango after osmotic treatment and drying. *Food Chemistry*, Barking, v. 101, n. 3, p. 1195–1200, 2007.

SILVA, B. M. da. **Fisiologia e Qualidade Pós-Colheita de Tangerina 'Dancy' sob Recobrimentos de Amidos associados à solvente eutético profundo de ácido oxálico**. UFPB, 2020.

SINGH, B. et al. Post-harvest quality parameters of different citrus fruits. ***African Journal of Agricultural Research***, Nairobi, v. 7, n. 20, p. 3064-3072, 2012.

VALE, A. A. S. et al. Alterações químicas, físicas e físico-químicas da tangerina 'Ponkan' (*Citrus reticulata* Blanco) durante o armazenamento refrigerado. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n.4, p. 778-786, jul./ago., 2006.

ZANETTI, C. F. **Utilização de película de fécula de mandioca para aumento do “shelf life” em frutos de laranja**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral, Garça, SP, 2022.