

GIOVANA DO CARMO PEREIRA

**ESTUDO DE PARÂMETROS DA MANDIOCA NO PÓS-COLHEITA EM
DIFERENTES CONDIÇÕES DE PROCESSAMENTO, ARMAZENAMENTO E
TEMPO**

Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário do Sul de Minas, como parte das exigências do Projeto Pedagógico do Curso de Engenharia Agrônoma, para a conclusão do Curso “Bacharel em Agronomia”.

Orientadora

Profa. Dra. Luciane Tavares da Cunha

VARGINHA – MG

2020

RESUMO

No Brasil a produção e o consumo de mandioca (*Manihot esculenta*) são comuns, principalmente o de raízes frescas ou minimamente processadas. A mandioca é uma cultura que sofre muitos danos fisiológicos e microbiológicos no pós-colheita e, assim, e como o processamento mínimo tem sido muito utilizado atualmente, é preciso manter as características físico-químicas das raízes pelo maior período de tempo possível. O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros químicos da mandioca no pós-colheita, em diferentes condições de processamento, armazenamento e tempo. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Química do Centro Universitário do Sul de Minas (UNIS), Varginha-MG, em que foram utilizadas raízes de mandioca crua, utilizando-se um esquema fatorial de 3 x 2 x 3, e foram avaliados em três condições de armazenamento, sendo temperatura ambiente, refrigeração e congelamento; dois tipos de processamento, com casca e sem casca processada em cortes com tamanho médio de 5 cm; e três períodos de tempo, 0, 15 e 30 dias. Foram analisados perda de peso (%), umidade (%), grau Brix (°Bx), acidez titulável e potencial hidrogeniônico (pH). Todos os experimentos foram realizados em triplicata e os dados foram analisados pelo teste de regressão e Tukey a 5% de significância. As amostras refrigeradas e congeladas apresentaram menor perda de peso possivelmente pela menor degradação quando comparadas à temperatura ambiente. Em relação à umidade as amostras sem casca apresentaram média de umidade maior (49,3%) quando comparada com casca (35,7%). Ainda, as amostras armazenadas sob refrigeração e congelamento não apresentaram diferenças significativas, e o período de armazenamento não ocasionou mudanças significativas no grau Brix das raízes de mandioca. Para acidez titulável e pH não houve diferenças significativas para a maioria dos tratamentos. Conclui-se que raízes de mandioca minimamente processadas possuem uma melhor conservação em baixas temperaturas de armazenamento quanto aos aspectos químicos, e estas análises são importantes para o acompanhamento do produto pós-colheita, tanto para o produtor quanto para o Engenheiro Agrônomo.

Palavras-chave: Alimento. Análises laboratoriais. Conservação.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*) pertence à família das Euphorbiaceae e é uma espécie, que devido sua rusticidade, é produzida em aproximadamente 100 países, sendo considerada grande fonte energética e de renda para muitas pessoas. No Brasil, a produção de mandioca, acontece em todos os estados, principalmente em áreas de solos ácidos, com deficiências nutricionais e que não recebem grandes tratamentos culturais.

O consumo *in natura* da mandioca e de outras raízes tuberosas é comum no Brasil, principalmente em pratos típicos em que se utilizam raízes frescas ou minimamente processadas. Na distribuição da mandioca minimamente processada, é comum encontrar as raízes sendo comercializadas em embalagens plásticas, em que antes de chegar ao consumidor, estes produtos passam por processos de beneficiamento como a lavagem, corte e sanitização a fim de preservar e promover melhor conservação das características físicas e sensoriais.

O mercado de legumes, hortaliças e frutas minimamente processados tem se difundido por toda extensão territorial e crescido em larga escala a cada ano, já que apresentam praticidade de preparo e também suprem as necessidades nutricionais dos consumidores. Um dos grandes problemas que produtores, comerciantes e consumidores de produtos minimamente processados enfrentam são as perdas com o pós-colheita, visto que, devido ao fato de não se adicionar substâncias conservantes, são mais predispostas as alterações químicas, fisiológicas e microbiológicas.

Para diminuir os danos com o pós-colheita das raízes de mandioca minimamente processadas, é preciso salientar a importância dos cuidados de pré-colheita e colheita, essenciais para melhorar o tempo de prateleira e a viabilidade econômica do produto. Técnicas como o pré-cozimento e o congelamento tem sido empregadas a fim de proporcionar melhor e maior qualidade física e sensorial dos produtos, proporcionando benefícios para o comerciante e para o consumidor final. Assim, no processamento mínimo de hortaliças, frutas e legumes, o tempo, tipo de armazenamento, e embalagens contribuem para a vida útil do produto e aceitação do consumidor. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros da mandioca no pós-colheita em diferentes condições de processamento, armazenamento e tempo.

¹ Projeto do Trabalho de Conclusão do Curso do Centro Universitário do Sul de Minas

² Aluna de Graduação do Curso de Engenharia Agrônoma do Centro Universitário Sul de Minas. *Email:* giovana.c.p@hotmail.com

³ Professora Doutora do Curso de Engenharia Agrônoma do Centro Universitário do Sul de Minas. *Email:* luciane.cunha@unis.edu.br

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos relevantes sobre a cultura da mandioca

A mandioca é uma dicotiledônea originária da América do Sul, e que atualmente é cultivada em mais de 100 países do mundo, caracterizando-se por ser um alimento com elevados valores energéticos e de grande fonte de renda para inúmeras famílias (CORDEIRO; MILHOMEM, 2019). No Brasil, a mandioca é cultivada em praticamente toda extensão territorial devido sua rusticidade e grande facilidade de adaptação a condições de solo e clima desfavoráveis, e também por sua diversidade de uso, seja para alimentação humana, dietas animais ou para fins industriais (FÉLIX, 2018; SOUZA, 2018).

Em todo o mundo, existem mais de 5000 variedades conhecidas de mandioca, que são agrupadas de acordo com finalidade: industrial ou de mesa. As características de cada grupo variam conforme teor de amido, o total de matéria seca, teor de ácido cianídrico, sabor, facilidade de cozimento, qualidade da massa entre outros (FÉLIX, 2018). As cultivares de mesa são aquelas que usualmente são utilizadas como raízes frescas no consumo humano e concentram teores de ácido cianídrico inferiores a 100 mg/kg, e as cultivares venenosas que são impróprias para o consumo fresco, já que possuem o teor de ácido cianídrico de superior a 100 mg/kg, estas cultivares porém podem ser utilizadas por indústrias alimentícias, (COELHO, 2018; CORDEIRO; MILHOMEM, 2019).

A mandioca é classificada como uma cultura perene, e possui o ciclo que varia entre 9 a 12 meses, em áreas de Alta temperaturas, e de até 24 meses em regiões de clima frio e seco (PERSARINI, 2019). A principal forma de propagação da mandioca é a vegetativa, ou seja, utiliza-se de fragmentos da parte aérea da planta as quais são denominadas, estacas ou manivas. Para uma boa produção, é necessário que o estabelecimento da lavoura seja logo após o período chuvoso quando o grau de umidade no solo e a temperatura do ar estão mais elevados e contribuem para o enraizamento e início da brotação das manivas (OLIVEIRA; RAMOS, 2019). É recomendado que as manivas da mandioca sejam implantadas em áreas de solos arenosos ou areno argilosos, profundos e com pouca inclinação já que eles contribuem com a passagem de água promovendo o engrossamento das raízes e maior facilidade ao arrancá-las (RINALDI et al., 2015).

Segundo estudos realizados por Cordeiro e Milhomem (2019), a cultura da mandioca sofre alterações devido fatores ambientais como a temperatura que pode afetar a brotação das manivas, desenvolvimento da planta, tamanho das folhas e pelo fotoperíodo onde pode-se atingir maior

produtividade de raízes com dias de menor número de horas de luz e maior poder vegetativo com dias longos.

2.2 Produtividade, importância econômica e consumo da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta*) é uma raiz que possui grande representatividade no agronegócio brasileiro. Segundo o levantamento feito pela Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB (2020), a produção total de mandioca está estimada em 19 milhões de toneladas, representando uma área aproximada de 1,36 milhão de hectares, e produtividade de 14,75 t ha⁻¹ (CONAB, 2020).

Por ser produzida em todo território nacional, a mandioca possui diversas denominações, aipim como é conhecida na região Sul, macaxeira na região Nordeste e mandioca nas demais regiões (PORTELLA, 2015). O uso da mandioca tem apresentado altos índices de crescimento em todo mundo, isso ocorre devido sua grande importância na alimentação humana, animal e para o uso industrial (CONAB, 2017). No consumo humano, a mandioca pode ser utilizada após o processamento industrial na forma de féculas, farinhas, e amido, além de preparos como bolos, cozida e receitas regionais (MOREIRA, 2019).

O cultivo da mandioca, na grande parte das vezes, é feito por produtores de pequeno e médio porte que procuram a amplificação de mercado e por agricultores familiares que através deste cultivo buscam agregar valor na indústria caseira através da mão de obra familiar, sendo fonte de aproveitamento de pequenas áreas de cultivo, e também para cultivo da base da agricultura familiar (SOUZA, 2013; MOREIRA, 2019). A planta possui fácil adaptação climática, sendo uma cultura que não requer grandes cuidados e com baixos índices do uso de defensivos agrícolas (VALLE; LORENZI, 2014).

Segundo o olhar do consumidor, a demanda por raízes *in natura* vem tendo decréscimo, em função da alta perecibilidade, e do aspecto visual não muito atrativo, que se reflete em uma constante queda da oferta deste produto em hipermercados, redes de supermercadistas e de grandes centros consumidores (RINALDI et al., 2015).

2.3 Comercialização e pós-colheita da mandioca

O consumo de mandioca é tradicional no Brasil, e apesar do curto tempo de prateleira, o produto *in natura* é gradativamente mais comercializado no mercado de produtos minimamente processados (MAMEDE, 2015). Na cadeia produtiva da mandioca, o processamento de pós-

colheita deve ser feito rapidamente, uma vez que, os danos fisiológicos das raízes, iniciam-se ao longo das primeiras 24 a 72 horas após a colheita e caracterizam por perdas sensoriais, e no intervalo do quinto ao sétimo dia os danos microbiológicos já podem ser observados (SOUZA, 2018). A descoloração na parte interna inicial, com estreitas linhas vasculares azuis escuras, indica o comprometimento do xilema e início dos danos as raízes da mandioca (SOUZA, 2018). Os danos de pós colheita desta cultura se dão de forma rápida, pois segundo estudos feitos por Portella (2015) a raiz de mandioca é composta por 68,2% de água, 30% de amido, 2% de cinzas, 1,3% de proteínas, 0,2% de lipídios e 0,3% de fibras.

Os fatores que precedem a colheita e o período de colheita são componentes vitais no estudo da fisiologia pós-colheita de frutos, hortaliças, legumes e verduras que estão sujeitos a incontáveis tipos de danos e perdas provocados por condições impróprias de manuseio, armazenamento, doenças e injúrias mecânicas (GUERRA, et al., 2014). Em toda cadeia produtiva, as perdas podem alcançar 50% de toda produção já que os vegetais são perecíveis e apresentam intensa atividade metabólica (VIEIRA, 2019). Na atividade de pós colheita, os principais fatores que interferem na qualidade dos vegetais estão diretamente relacionados a aparência como a cor, brilho e consistência, a textura como a dureza, maciez e suculência, ao sabor e ao aroma (SPRICIGO, 2016; FREIRE JÚNIOR; SOARES, 2014).

A comercialização da mandioca em supermercados e feiras livres, geralmente é feita com raízes frescas ou em embalagens plásticas compostas por polietileno de baixa densidade (PEBD) a vácuo, em que são congeladas, refrigeradas ou pré-cozidas (RINALDI et al., 2015). A embalagem para comercialização, interfere no metabolismo das raízes, no que refere à presença de oxigênio, importante fator para a respiração aeróbica do produto, dando-se assim o processo de trocas gasosas (BERTAGNA, 2016).

Para garantir o êxito com o pós-colheita da mandioca, o congelamento das raízes no armazenamento tem sido um dos mais importantes procedimentos para retardar a deterioração da mandioca, uma vez que as baixas temperaturas contribuem para a redução das atividades microbianas, alterações químicas e enzimáticas do vegetal (MAMEDE, 2015; OLIVEIRA; RAMOS, 2019).

2.4 Processamento de alimentos

Criado no século XX, os métodos de processamento, preservação e conservação de produtos *in natura* tem conquistado espaço nas indústrias alimentícias devido ao crescimento da disponibilidade e da necessidade da população por alimentos com maior facilidade de preparo

(LEONARDI; AZEVEDO, 2018). Os vegetais que passam pelo processamento de alimentos, são produtos frescos, higienizados, que são submetidos a alterações físicas, como, a retirada da casca, fatiamento e corte, tornando-os aptos para o consumo ou preparo (PLAGLIARINI et al., 2015).

Em contrapartida deste processo, para assegurar que os produtos permaneçam com a qualidade por um longo período e mantenham as características organolépticas, são empregues algumas técnicas de processamento, como o uso da refrigeração e do congelamento, desidratação, adição de sal e açúcar, fermentação, acidificação, esterilização, pasteurização, tecnologia de barreiras e impulsos elétricos, ou a combinação destes métodos (BERTIN; SCHULZ; AMANTE, 2016). De acordo com Plagiarini et al. (2015), no processamento de alimentos, o uso de embalagens apropriadas é fundamental, já que estas são capazes de proteger a qualidade do produto, além de proporcionar a proteção contra injúrias mecânicas, da aparência, promover a homogeneidade dos lotes comercializados, além de evitar alterações microbianas.

2.5 Processamento da mandioca

No mercado consumidor de mandioca de mesa, a demanda por raízes *in natura* vem diminuindo a cada ano, uma vez que no Brasil, estima-se que 23% da produção seja perdida na pós-colheita (CORDEIRO; MILHOMEN, 2019). Os fatores determinantes para essas perdas são os de caráter fisiológico e enzimático e os fatores de ordem microbiológica (VIEIRA, 2019). Como consequência destas perdas, o aumento da comercialização do produto minimamente processado é cada dia maior, pois desta forma é possível manter os parâmetros de qualidade, e o máximo de suas características nutricionais e sensoriais (RINALDI et al., 2016).

O processamento da mandioca inicia-se, ainda, durante a colheita que deve ser realizada no início da manhã, para que assim as raízes absorvam o mínimo de calor do campo, é necessário também lembrar que nesta fase, as raízes não devem sofrer nenhum dano físico (MELO; SILVA; ALVES, 2016). O deslocamento das raízes deve ser feito logo após a colheita e até, no máximo, 24 horas. Ao chegar ao destino final, as raízes devem ser submetidas a lavagem em água corrente a fim de extrair todo excesso de terra aderido as cascas, e facilitando assim o descascamento e promovendo a redução da contaminação (RINALDI, et al., 2016; PORTELLA, 2015).

Após a lavagem, as raízes da mandioca devem ser descascadas, e novamente lavadas para que ao serem cortadas em cilindros de aproximadamente 10 cm não sofram com a contaminação por micro-organismos (PORTELLA, 2015). Ao serem cortadas, é necessário que se faça a segunda lavagem com o intuito de retirar o líquido de aspecto leitoso liberado pelas raízes (MELO; SILVA; ALVES, 2016).

Antes do processo de embalagem, as raízes da mandioca devem passar pela sanitização com hipoclorito de sódio, enxague e secagem, acondicionadas em sacos plásticos de PEBD e armazenadas por até 7 dias em câmara fria ou por até 28 dias em congelador doméstico (RINALDI et al., 2016). Desta forma, é preciso ter um rigoroso controle no processamento deste vegetal, realizando análises químicas para monitoramento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em laboratório, utilizando-se raízes de mandioca crua, em esquema fatorial de 3 x 2 x 3, em que foram avaliados em três condições de armazenamento, sendo temperatura ambiente, refrigeração e congelamento; dois tipos de processamento, com casca e sem casca processada em cortes com tamanho médio de 5 cm; e três períodos de tempo, 0, 15 e 30 dias, perfazendo 18 tratamentos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com três repetições, totalizando 54 unidades experimentais, conforme observado na Tabela 1.

Tabela 1. Raízes de mandioca sob diferentes condições de armazenamento: temperatura ambiente, refrigeração e congelamento; dois tipos de processamento, com casca e sem casca; e três tempos, 0, 15 e 30 dias.

TRATAMENTO	ARMAZENAM.	PROCESSAM.	TEMPO (dias)
T1	AMBIENTE	COM CASCA	0
T2	AMBIENTE	COM CASCA	15
T3	AMBIENTE	COM CASCA	30
T4	AMBIENTE	SEM CASCA	0
T5	AMBIENTE	SEM CASCA	15
T6	AMBIENTE	SEM CASCA	30
T7	REFRIGERAÇÃO	COM CASCA	0
T8	REFRIGERAÇÃO	COM CASCA	15
T9	REFRIGERAÇÃO	COM CASCA	30
T10	REFRIGERAÇÃO	SEM CASCA	0
T11	REFRIGERAÇÃO	SEM CASCA	15
T12	REFRIGERAÇÃO	SEM CASCA	30
T13	CONGELAMENTO	COM CASCA	0
T14	CONGELAMENTO	COM CASCA	15
T15	CONGELAMENTO	COM CASCA	30
T16	CONGELAMENTO	SEM CASCA	0
T17	CONGELAMENTO	SEM CASCA	15
T18	CONGELAMENTO	SEM CASCA	30

A unidade experimental constituiu-se de 400g de mandioca lavada em água corrente, sendo que as raízes foram colhidas pela manhã e, logo após a colheita, encaminhadas para o Laboratório de Química do Centro Universitário do Sul de Minas, em que foram preparadas, acondicionadas e realizadas as análises. As raízes foram cortadas com lâminas do tipo aço inox, fragmentadas em tamanhos de 5 cm e separadas para dois tipos de processamento, com e sem casca, acondicionadas em bandejas de isopor envoltas com filme plástico de PVC de 0,01 mm de espessura. A cada tempo, 0, 15 e 30 dias, as características avaliadas foram perda de peso (%), umidade (%), grau Brix (°Bx), acidez titulável e potencial hidrogeniônico (pH).

Para determinação das porcentagens de perda de peso, as amostras foram pesadas em balança analítica e os resultados foram expressos sob perda de peso fresco, calculado por meio da fórmula utilizada por Braz et al. (2006).

$$PPF = 100 - \left(\frac{PF \times 100}{PI} \right)$$

Sendo: PPF = perda de peso fresco (%); PF = peso da matéria fresca final (g); PI = peso da matéria fresca inicial (g).

A umidade foi determinada submetendo as raízes em estufa a 65°C por 48 horas, de acordo com Menezes et al. (2019). Para a determinação do grau Brix (°Bx), amostras das raízes foram trituradas por meio de um liquidificador doméstico e, após filtragem, 50 gramas do extrato foram analisadas em refratômetro digital, segundo a metodologia de Mamede et al. (2009).

A acidez titulável foi determinada de acordo com metodologia do Instituto Adolfo Lutz (1985) e adaptada de Rinaldi e Benedetti (2004), em que foram usados 10g de extrato (suco) de mandioca diluídos em 90 ml de água destilada e, posteriormente, titulados com solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,01 N até pH 8.1 e expresso em mL de NaOH 0,01 N/100 mL de extrato. O pH foi aferido em peagâmetro digital, utilizando-se uma solução de 10g de extrato (suco) de mandioca, diluídos em 90 ml de água destilada, segundo Rinaldi e Benedetti (2004).

Todos os parâmetros foram aferidos em triplicata e os resultados foram submetidos à análise de regressão e ao teste de comparação de médias, por meio do teste de regressão e Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR® (FERREIRA, 2014).

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Dentre as características avaliadas, o pH, e a acidez titulável não apresentaram diferença significativas, porém para alguns tratamentos observou-se diferenças para perda de peso, umidade e °Bx , principalmente na interação temperatura, processamento e tempo para perda de peso, conforme observado na Tabela 2. Segundo Alves et al. (2010), estudando o comportamento de

manga Palmer minimamente processada sob diferentes temperaturas, relatam que as porcentagens de perda de peso das amostras aumentam gradualmente ao longo do armazenamento. Perda de peso é um parâmetro importante como avaliação da qualidade pós-colheita, pois perdas abióticas ocorrem condicionadas por temperatura e umidade relativa no local de armazenamento e devido à elevada taxa de transpiração que proporciona uma acentuada perda de água nos tubérculos.

Tabela 2. Análise de variância em relação à perda de peso (%), umidade (%), °Bx, acidez titulável e pH.

FV	G.L	Pr > Fc Perda de peso	Pr > Fc Umidade	Pr > Fc °Bx	Pr > Fc Acidez Titulável	Pr > Fc pH
TEMPERATURA (T)	2	0,0000*	0.0283**	0.0004**	0.1498ns	0.8041ns
PROCESSAMENTO (P)	1	0,0963 ns	0.0000*	0.3828 ns	0.0664ns	0.6090ns
TEMPO (t)	2	0,0000*	0.4718 ns	0.0000*	0.2989ns	0.3126ns
T x P	2	0,0117**	0.0216**	0.3641 ns	0.8219ns	0.5061ns
T x t	4	0,0000*	0.2791 ns	0.0091*	0.9246ns	0.6334ns
P x t	2	0,0083**	0.0346**	0.4964 ns	0.6089ns	0.2330ns
T x P x t	4	0,0179**	0.1855 ns	0.6662 ns	0.3337ns	0.6019ns
REPETIÇÃO	2	0,6019 ns	0.4464 ns	0.2549 ns	0.9211ns	0.7807ns
ERRO	34					
TOTAL	53					
CV (%)		31,34	9,18	29,39	50,62	13,25

ns - Não significativo; * Significativo a 1% de probabilidade; ** Significativo a 5% de probabilidade

O coeficiente de variação mais alto é devido, provavelmente, às características intrínsecas das próprias amostras (raízes), o que diminui a homogeneidade das condições experimentais.

Fonte: o autor (2020).

Os produtos minimamente processados normalmente são mais perecíveis e devem ser mantidos a baixas temperaturas (RINALDI; BENEDETTI; CALORE, 2005). Neste contexto, pode-se observar que as amostras que passaram por processo de refrigeração e congelamento apresentaram menor degradação quando comparadas as amostras armazenadas em temperatura ambiente as quais apresentaram maior perda de peso (Tabela 3), além do desenvolvimento de fungos, perda de textura e forte odor. As baixas temperaturas têm ação direta sobre agentes microbiológicos, além de retardar ou eliminar atividades enzimáticas e reações químicas como a oxidação. Quando o armazenamento é feito em temperatura ambiente, ocorre o aumento da taxa respiratória, e, no processo de respiração, os carboidratos são oxidados a CO₂, e a energia forma de NADH + H⁺ convertendo-se em ATP que, na presença de O₂, formará a água que combinado com a embalagem de armazenamento aumentará a umidade interna favorecendo o ambiente ideal para o desenvolvimento de fungos e bactérias.

Tabela 3. Perda de peso (%) em relação à temperatura de congelamento, refrigeração e ambiente.

TRATAMENTO	PERDA DE PESO (%)
CONGELAMENTO	2,27 a
REFRIGERAÇÃO	3,92 a
AMBIENTE	17,42 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fonte: O autor (2020)

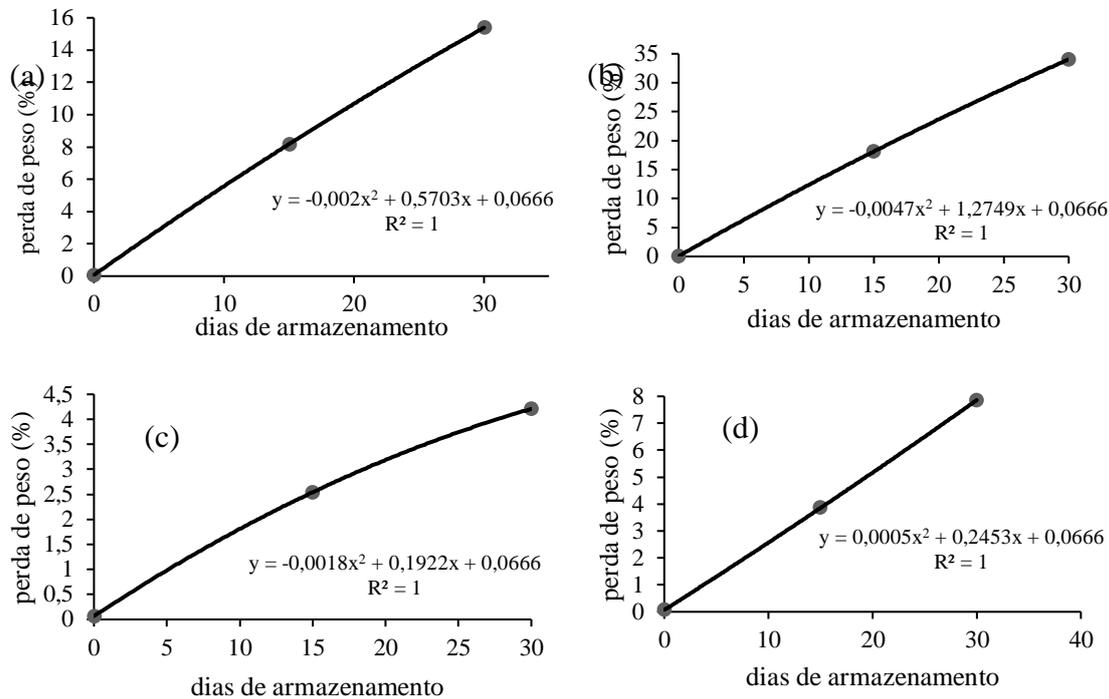
A perda de massa de produtos minimamente processados é considerada aceitável, do ponto de vista prático de frutas e hortaliças, já que mesmo em condições ideais apresentam um efeito combinado da respiração e da transpiração (ALVES et al., 2010). Ainda, na Figura 1, quanto ao aspecto físico e alterações que levam a perda de peso, observou-se que à temperatura ambiente (a) a amostra sofreu maiores danos quando comparado à refrigeração (b) e congelamento (c). Os danos causados pela temperatura ambiente ocorrem devido ao aumento da taxa respiratória, ação fisiológica e de micro-organismos e, sob refrigeração e congelamento, os processos são os mesmos à temperatura ambiente, porém devido as baixas temperaturas, são otimizados ou anulados, causando menores danos as raízes de mandioca.

Figura 1. Amostras armazenadas em temperatura ambiente, refrigeração e congelamento durante 15 dias.

Fonte: O autor

Segundo Santos e Oliveira (2012), a realização de corte e descasque realizado em diversos alimentos são os principais mecanismos de degradação fisiológica e bioquímica advindos da ação de enzimas liberadas durante este processo. Porém, foi possível perceber, nas condições deste trabalho, que os diferentes processamentos não obtiveram diferenças significativas quando comparados entre si. Em estudos feitos com abacaxi, a perda de peso em diferentes processamentos foi proporcional a maior área de exposição, ou seja, o abacaxi descascado e partido ao meio, e o descascado e partido em cubos, perderam menos massa comparado ao em rodelas (DALASTRA; DOSER; LIMA, 2017).

Gráfico 1. Teste de regressão para perda de peso (%) em relação: (a) ao número de dias de armazenamento, (b) ao número de dias de armazenamento e a temperatura ambiente, (c) ao número de dias de armazenamento e sob refrigeração, e (d) ao número de dias de armazenamento e sob congelamento.



Fonte: O autor (2020)

Em relação ao número de dias (Gráfico 1a), as amostras analisadas no dia da colheita não sofreram nenhum tipo perda quanto ao peso, porém as amostras com 15 e 30 dias apresentaram perdas de até 47,14%, e esta perda é proporcional ao tempo de armazenamento. As amostras armazenadas em ambiente refrigerado ou congelado podem perder peso devido ao processo de osmose que acontece quando o alimento entra em contato com o ar frio, perdendo água para o meio mais concentrado. Segundo Arthur et al. (2016), a perda de peso está diretamente relacionada com o teor de umidade, e neste trabalho, à temperatura ambiente, nos dias 15 e 30, as perdas ocorreram devido à deterioração das raízes.

As raízes armazenadas à temperatura ambiente (Gráfico 1b) apresentaram perda de peso constante e proporcional ao número de dias armazenados, sendo que com 15 dias ocorreu uma média de perda de peso de 18,12 %, e com 30 dias, de 34,04%. Bauchrowitz (2018), estudando a cultura da ameixa, mostrou que as perdas de peso à temperatura ambiente apresentaram valores de 28,89% em relação a massa inicial da amostra durante o armazenamento. Já as amostras armazenadas sob refrigeração tiveram perdas de 2,54% com 15 dias de armazenamento e de 4,20% com 30 dias (Gráfico 1c), sendo essa perda com mais dias até oito vezes maior que as amostras armazenadas à temperatura ambiente. Estas perdas estão relacionadas a movimentação de água no

produto após a colheita, já que a transpiração promove um déficit hídrico que tem por característica a perda de turgidez e a redução do peso fresco. Pino, Chitarra e Machado (2017), verificaram que abóbora minimamente processada apresentou menor perda de peso quando armazenada a 12°C, com uma vida de prateleira de 11 dias, e quando armazenada a 32°C apresentou uma vida de prateleira de 6 dias.

Quanto ao congelamento das raízes de mandioca, após o processamento mínimo, é um método que pode auxiliar na conservação do produto e se obter condições adequadas de consumo por um período prolongado de tempo (RINALDI; VIEIRA; FIALHO, 2015). Neste trabalho, o congelamento foi capaz de minimizar as perdas de peso, com valores médios de 3,85% e 7,86% (Gráfico 1d). A preservação das qualidades nutricionais e sensoriais dos alimentos acontece pela associação de baixas temperaturas e pela redução da atividade de água que se transforma em cristais de gelo, assim, quanto menor a temperatura mais lenta será a atividade enzimática. Rinaldi, Vieira e Fialho (2015) observaram que as raízes de mandioca BRS 400, BRS 399 e IAC 576- 70 minimamente processadas submetidas ao congelamento tiveram vida útil de 28 dias.

Com relação à perda de peso (%) de amostras submetidas à temperatura e processamento com e sem casca (Tabela 4), a refrigeração, congelamento e o tipo de processamento não propiciaram diferenças nos resultados, contudo à temperatura ambiente, o armazenamento sem casca apresentou uma maior perda de peso. Infere-se que a casca pode agir como protetor contra a ação de agentes internos e externos, e na sua ausência ocorre uma maior exposição dos tecidos que sofrem com o processo de escurecimento pela polifenoloxidase e forte odor pela lipoxidase. A retirada da casca também promove condições ideais para o crescimento de fungos, bactérias e leveduras.

Tabela 4. Perda de peso (%) em relação à temperatura e processamento de amostras com e sem casca.

TRATAMENTO	PERDA DE PESO(%) Ambiente	PERDA DE PESO(%) Refrigeração	PERDA DE PESO(%) Congelamento
COM CASCA	15,64 a	1,51 a	3,10 a
SEM CASCA	19,21 b	3,03 a	4,74 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fonte: O autor (2020)

Ao longo dos dias de armazenamento as raízes apresentaram alterações, principalmente com relação à perda de peso (Tabela 5), inclusive que aquelas que estavam com a casca se mantiveram conservadas por um maior período de tempo quando comparadas às raízes sem a casca que apresentaram o desenvolvimento de manchas amareladas, roxas e o aparecimento de fungos. Segundo Souza (2018), a descoloração na parte interna inicial, com estreitas linhas vasculares azuis escuras, indica o comprometimento do xilema e início dos danos às raízes da mandioca. Viana,

Oliveira e Silva (2010) relatam que, com os cortes, há uma perda de proteção da casca da mandioca, expondo o interior dos tecidos e liberando substâncias nutrientes para o desenvolvimento dos micro-organismos.

Tabela 5. Perda de peso (%) em relação ao processamento e número de dias de amostras com e sem casca.

TRATAMENTO	PERDA DE PESO(%) 0 dias	PERDA DE PESO(%) 15 dias	PERDA DE PESO(%) 30 dias
COM CASCA	0,06 a	7,76 a	13,25 a
SEM CASCA	0,06 a	8,58 a	17,52 b

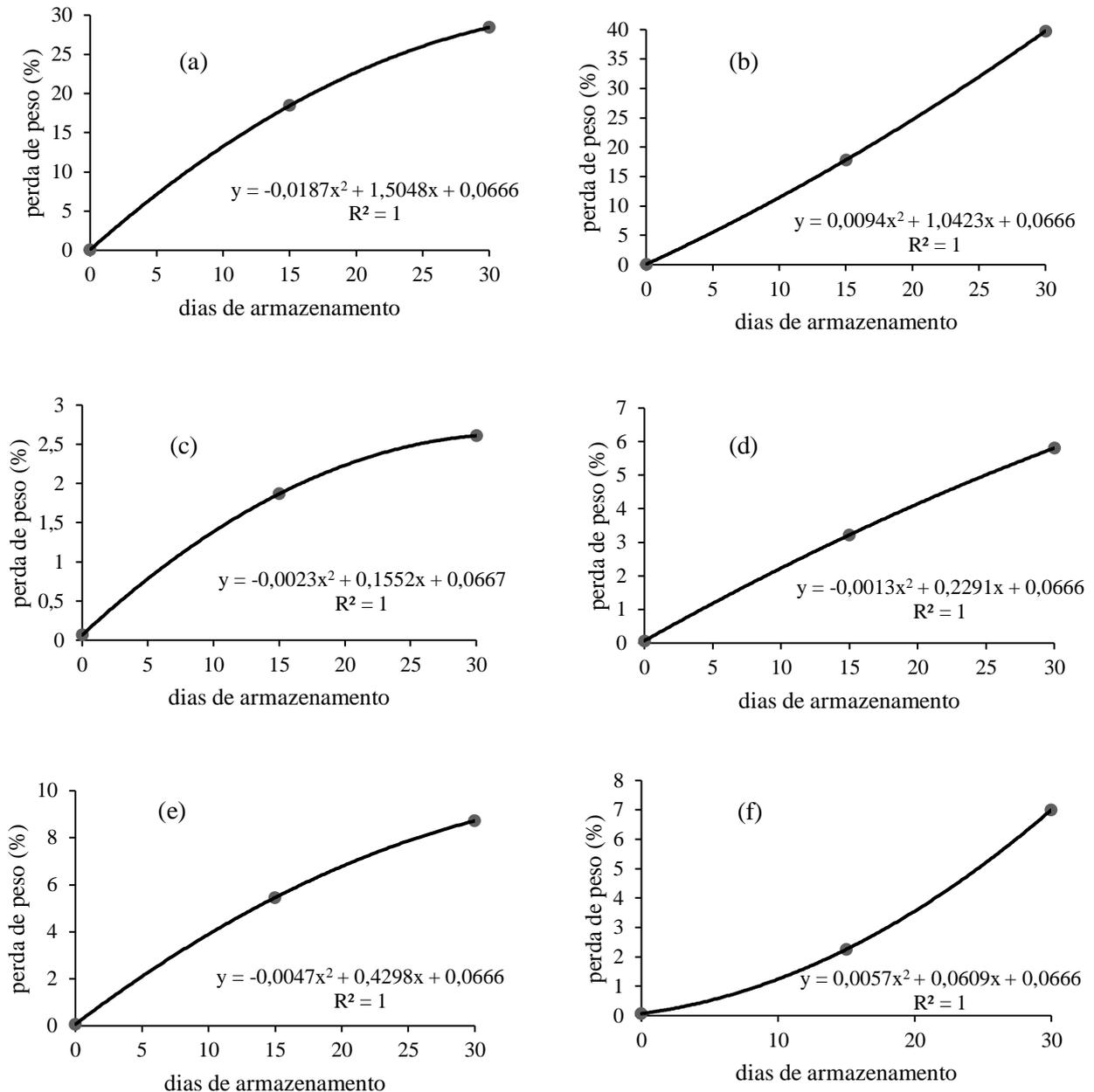
Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste Tukey.
Fonte: O autor (2020)

À temperatura ambiente, a deterioração das raízes é maior comparada com o armazenamento sob refrigeração ou congelamento. A variação de perda de peso das raízes de mandioca à temperatura ambiente e com variação nos dias de armazenamento é acentuada (Gráfico 2a), sendo que no tempo zero apresentaram pouca perda de peso (0,0666 %), e nos dias 15 e 30 alteraram para 18,44 e 28,41%, respectivamente. Lima (2018) observou uma estreita relação entre a taxa de perda de massa fresca e processos respiratórios em batata doce e as principais alterações verificadas no processamento mínimo foram perda da integridade celular, suberização da parede celular, descompartimentalização celular que expõe enzimas a substratos, com formação de etileno e aumento de compostos fenólicos.

Também, neste trabalho, com o descascamento, foram obtidas maiores perdas de peso, aos 15 e 30 dias, sendo 17,08% e 39,75%, respectivamente (Gráfico 2b), o que representa uma maior perda comparada quando refrigerada (Gráfico 2c). Assim, as perdas de peso aumentaram nos dias 15 e 30, sendo que, com maior tempo, a perda passou a ser três vezes maior. No Gráfico 2d é possível observar um acréscimo na perda, sendo inicialmente de aproximadamente 1% e ao longo do tempo aumentou para 8%, podendo ser explicado pela retirada da casca e maior taxa de respiração. Viana, Oliveira e Silva (2010) apontam que o processamento mínimo pode trazer benefícios ao consumidor final, porém o corte e o descascamento retira a proteção dos alimentos, expondo o interior dos tecidos.

As perdas de peso das raízes com casca (Gráfico 2e) submetidas ao congelamento foram de 1,86 e 2,61%, e mesmo em temperatura de congelamento houve perda, e apesar desta condição inibir a ação de agentes extrínsecos, ocasionam a formação de cristais de gelo que danificam a membrana dos frutos, perda de água e, conseqüentemente, perda de peso. Já em relação as amostras congeladas sem casca (Gráfico 2f), houve uma maior perda de peso quando comparado as amostras com casca, sendo 3,22 e 5,8%, respectivamente, pois baixa umidade relativa no ambiente de armazenamento causa murchamento e transpiração do produto.

Gráfico 2. Teste de regressão para perda de peso (%) em relação: (a) ao processamento com casca, temperatura ambiente e número de dias de armazenamento, (b) ao processamento sem casca, temperatura ambiente e número de dias de armazenamento, (c) ao processamento com casca, refrigeração e número de dias de armazenamento, (d) ao processamento sem casca, refrigeração e número de dias de armazenamento, (e) ao processamento com casca, congelamento e número de dias de armazenamento, e (f) ao processamento sem casca, congelamento e número de dias de armazenamento.



Fonte: O autor (2020)

O teor de água é um dos aspectos mais importantes da conservação de raízes de mandioca pela influência direta na sua durabilidade, pois cultivares resistentes à deterioração fisiológica apresentam maiores teores de umidade (VENTURINI, 2015). Neste estudo, foram verificados

dados satisfatórios em relação à umidade principalmente quando congeladas (Tabela 6). As amostras sem casca apresentaram média de umidade maior (49,3%) quando comparada com casca (35,7%), conforme observado na Tabela 7.

Tabela 6. Umidade (%) das amostras em relação às temperaturas ambiente, refrigeração e congelamento.

TRATAMENTO	UMIDADE (%)
AMBIENTE	40,19 a
REFRIGERAÇÃO	41,82 a
CONGELAMENTO	43,80 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fonte: O autor (2020)

Neste trabalho, o tempo de secagem em estufa promoveu a retirada da água das amostras, contudo foi divergente aos encontrados por Menezes et al. (2019), que apontaram que o período de armazenamento influenciou significativamente os valores encontrados de umidade, ocorrendo a redução exponencial do teor de água das raízes de mandioca até a quantidade de 57,5%.

Tabela 7. Umidade (%) das amostras em relação ao processamento de amostra com e sem casca.

TRATAMENTO	UMIDADE (%)
COM CASCA	35,77 a
SEM CASCA	49,30b

Médias seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fonte: O autor (2020)

Com relação à umidade das raízes com e sem casca (Tabela 8), foi possível verificar diferença estatística entre os dois tipos de processamento, observando-se uma porcentagem maior de umidade das raízes sem casca e sob refrigeração, podendo ser explicado pela taxa respiratória do produto embalado que favorece a liberação de água, aumentando a umidade.

Tabela 8. Umidade (%) das amostras em relação à temperatura e processamento com e sem casca.

TRATAMENTO	UMIDADE (%) Ambiente	UMIDADE (%) Refrigeração	UMIDADE (%) Congelamento
COM CASCA	33,50 a	32,33 a	37,89 a
SEM CASCA	46,89 b	51,30 b	49,71 b

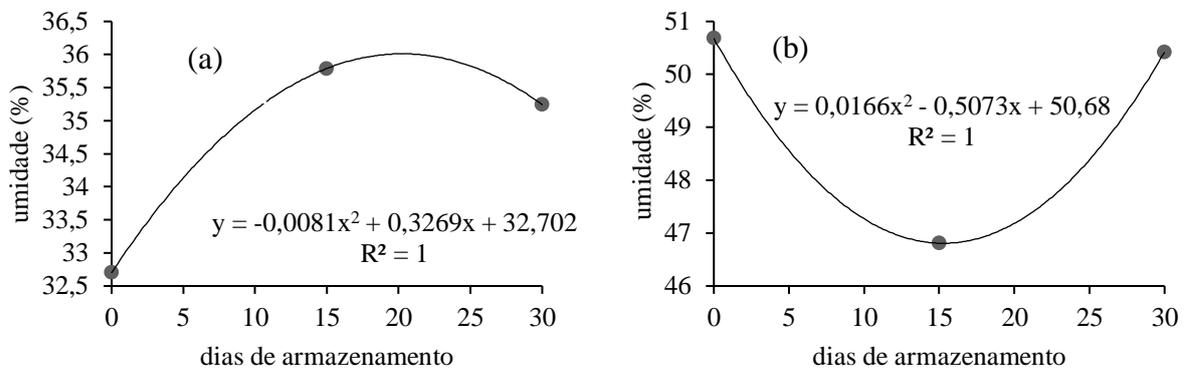
Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fonte: O autor (2020)

A relação entre a temperatura e o tempo de processamento não resultou em dados significativos, porém estudos de Rinaldi, Vieira e Fialho (2015) mostraram resultados diferentes em que cultivares de mandioca descascada, cortada, armazenada em embalagens plásticas e submetidas a congelamento a -8°C por dois meses apresentaram umidade média em torno de 65%. Resultados semelhantes foram encontrados por Almeida et al. (2020), em que a umidade do fruto

de manga variou em relação ao tempo de armazenamento, temperatura de 7°C e apresentou maior estabilidade com valores variando de 83,28 a 79,46%.

Gráfico 3. Teste de regressão para umidade (%) em relação: (a) ao processamento com casca e número de dias de armazenamento, (b) ao processamento sem casca e número de dias de armazenamento.



Fonte: O autor (2020)

As raízes avaliadas sofreram acréscimo de umidade (0 e 15 dias), e posteriormente, a umidade diminuiu com 30 dias. Diferentemente, com as raízes sem casca (Gráfico 3b), houve um declínio da umidade entre 0 e 15 dias, atingindo 47% e, posteriormente, um pequeno aumento para 50,5%, inferindo-se que devido a decomposição do produto pela ausência de casca, pode ter ocorrido um aumento de gotículas de água que contribuíram para o aumento da umidade. Nenhuma das médias de umidade, encontradas nas condições deste trabalho, está de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, em que a recomendação é de 61,8% (TACO, 2011). Diferenças nos teores de umidade de raízes podem ser oriundas, também, da variação da quantidade de água disponível no solo quando são cultivadas.

Quanto ao grau Brix, as amostras armazenadas sob refrigeração e em congelamento, não apresentaram diferenças significativas e tiveram, como mínima e máxima, os valores 3 e 7 para amostras congeladas e 2,5 e 8,3 para amostras refrigeradas, sendo à temperatura ambiente, as mínimas e máximas foram de 2 e 14,2. Russo et al. (2012) verificaram que abóbora cortada em cubos não apresentou variações nos teores de sólidos solúveis, tendo como média de Brix o valor de 5,33, e para a abóbora cortada em meia rodela apresentou um leve acréscimo nos teores de sólidos solúveis. A variação dos sólidos solúveis durante o armazenamento pode ser devido às reações metabólicas de transformações de açúcares, principalmente à temperatura ambiente em que as enzimas catalisam as reações, e sob refrigeração e congelamento pode haver desnaturação enzimática inibindo as conversões bioquímicas dos carboidratos.

Tabela 9. Grau Brix de amostras com relação a temperatura de congelamento, refrigeração e ambiente.

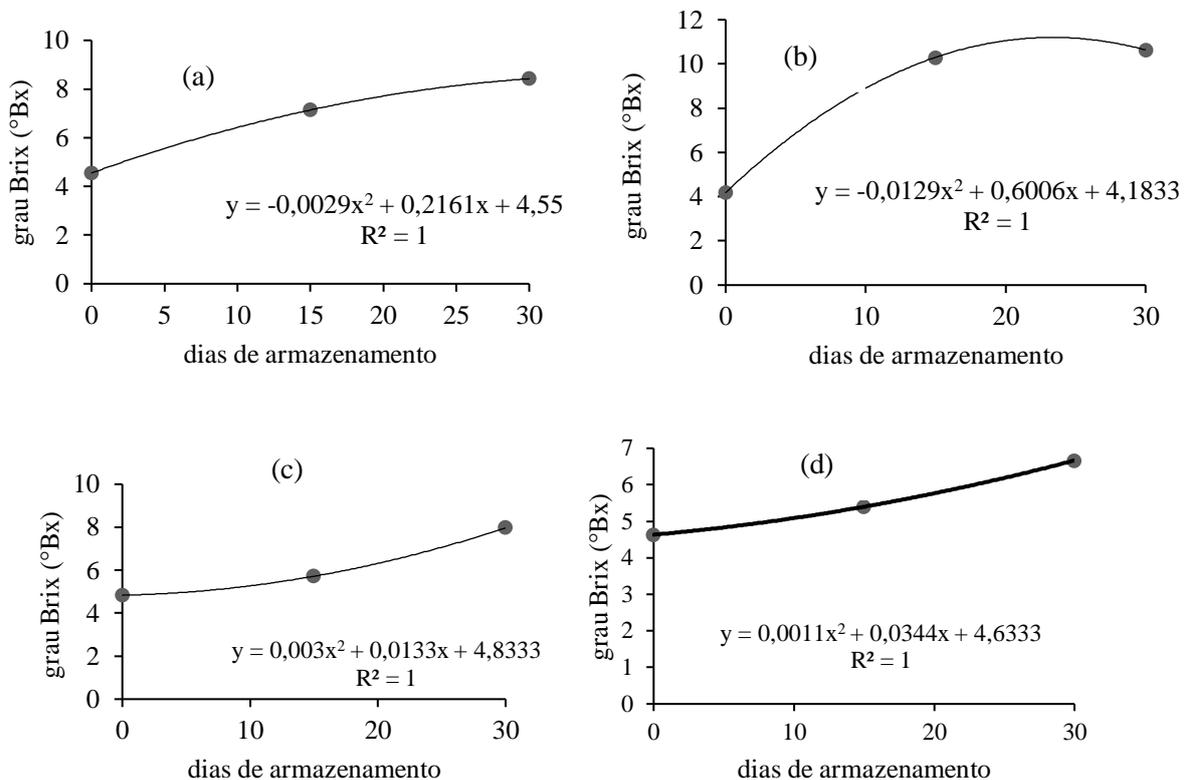
TRATAMENTO	GRAU BRUX
CONGELAMENTO	5,57 a
REFRIGERAÇÃO	6,17 a
AMBIENTE	8,37 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente a 1% de probabilidade pelo teste Tukey.

Fonte: O autor (2020)

O período de armazenamento não ocasionou mudanças significativas no grau Brix das raízes de mandioca (Gráfico 4a). No primeiro dia de avaliação foi encontrado um valor médio de 4,55 de grau Brix, seguindo de um pequeno aumento até 15 dias, atingindo 8,42 com 30 dias.

Gráfico 4. Teste de regressão para grau Brix (°Bx), em relação: (a) ao número de dias de armazenamento, (b) ao número de dias de armazenamento e a temperatura ambiente, (c) ao número de dias de armazenamento e a refrigeração, e (d) ao número de dias de armazenamento e ao congelamento.



Fonte: O autor (2020)

Rinaldi, Benedetti e Callore (2005), ao contrário, observaram em repolho minimamente processado, uma redução significativa dos sólidos solúveis com 9 dias de armazenamento, acréscimo aos 12 dias e redução com 15 dias. A interação entre a temperatura e o processamento não resultaram em dados significativos, porém para Dalasta, Moser e Lima (2017) o

armazenamento em baixas temperaturas e o tempo pode controlar a taxa de respiração em produtos minimamente processados e aumentar a vida de prateleira.

No Gráfico 4b, pode ser observado um aumento no teor de sólidos solúveis entre 0 e 25 dias, e um decréscimo até os 30 dias, podendo ser explicado pelo consumo de açúcares nos processos respiratórios do tecido vegetal que produzem CO₂, água e ácidos orgânicos. A respiração celular contribui para a redução dos sólidos solúveis com o tempo, cujos valores tornam-se associados à diferença entre liberação e degradação de açúcares (LIMA, 2018).

O grau Brix das amostras sob refrigeração (Gráfico 4c) sofreu um pequeno aumento de 4,83 para 7,96 com 30 dias, devido à inibição parcial de enzimas, sendo que baixas temperaturas são melhores para a manutenção do teor de sólidos solúveis totais, que é indicativo de efetividade no processo de conservação de alimentos. Observando-se uma menor taxa metabólica e consumo de reserva de amido ao longo do período de armazenamento, foi possível verificar um pequeno acréscimo no grau Brix com o tempo de armazenamento (Gráfico 4d).

Ainda, a acidez é um importante parâmetro de avaliação do estado de conservação de um produto alimentício, pois também representa o processo de decomposição do alimento (SILVA, 2017). A acidez titulável e o pH das amostras, analisadas neste trabalho, podem ser observadas na Tabela 10.

Tabela 10. Acidez titulável e o pH das amostras de raízes e seus respectivos tratamentos aferidos em triplicata.

Tratamentos	Acidez Titulável mL de NaOH 0,01 N/100 mL de extrato	pH
ambiente com casca 0 dia	2,0	6,9
ambiente com casca 15 dias	2,5	6,7
ambiente com casca 30 dias	2,0	6,5
ambiente sem casca 0 dia	2,3	6,7
ambiente sem casca 15 dias	2,4	6,5
ambiente sem casca 30 dias	1,3	5,3
refrigeração com casca 0 dia	1,8	7,1
refrigeração com casca 15 dias	1,8	7,0
refrigeração com casca 30 dias	2,3	7,1
refrigeração sem casca 0 dia	1,2	7,1
refrigeração sem casca 15 dias	1,6	7,1
refrigeração sem casca 30 dias	2,3	7,0
congelamento com casca 0 dia	2,2	6,8
congelamento com casca 15 dias	2,1	7,1
congelamento com casca 30 dias	2,2	6,6
congelamento sem casca 0 dia	1,2	6,8
congelamento sem casca 15 dias	1,5	7,0
congelamento sem casca 30 dias	1,5	7,0

Não houve diferenças significativas para a maioria dos tratamentos com relação à acidez de amostra, contudo foi observado que quando as raízes são armazenadas à temperatura ambiente sem casca, por 30 dias, apresentam uma redução na acidez e abaixamento do pH, o que corrobora com a deterioração que ocorre com um alimento sem a conservação adequada. O processo de decomposição pode ser observada na Figura 2.

A decomposição à temperatura ambiente é devido ao alto metabolismo respiratório do vegetal que gera o acúmulo de ácidos nos vacúolos e devido à ação microbiana, principalmente fúngica, o consumo do oxigênio e a produção de diferentes ácidos orgânicos, como o láctico, butírico e acético, os quais acentuam-se.

Figura 2. Amostras armazenadas à temperatura ambiente e em processo de decomposição.



Fonte: O autor (2020)

5. CONCLUSÕES

O processo de degradação das raízes de mandioca pode ser minimizado em condições de baixas temperaturas de armazenamento, sendo que o produto com casca mantém uma menor área de exposição aos agentes microbiológicos e fisiológicos. As raízes refrigeradas ou congeladas estão aptas para o consumo em até 0 dias de armazenamento com relação às características químicas, pois preservam sua estrutura fisiológica, aparência e peso. Contudo, raízes de mandioca armazenadas à temperatura ambiente e refrigeradas, a partir de 15 dias, tornam-se impróprias para o consumo devido a alterações químicas e, ainda, propicia uma elevada contaminação por microorganismos. Análises químicas em produtos agrícolas, principalmente, no que se refere à raízes e tubérculos é muito importante, pois pode auxiliar produtores que comercializam alimentos minimamente processados, pois é necessário garantir que o produto chegue íntegro e de boa qualidade até ao consumidor. Também, estudos de parâmetros químicos e laboratoriais podem contribuir para a atuação do Engenheiro Agrônomo na otimização do manejo pós-colheita.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, C. V. M. et al., Estudo da conservação da casca de manga cv. Tommy Atkins pelo uso de refrigeração e adição de inibidores enzimáticos. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p.15153 - 15167, 2020.
- ALVES, J. A. Cinética de degradação de vitamina c em mangas 'palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**. v.34 n.3, maio-jun, Lavras, 2010.
- ALVES, J. A. et al., Vida útil de produto minimamente processado composto por abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.1, p. 182-189, jan.-fev, Lavras 2010.
- ARTHUR, V. et al., Irradiação de mandioca minimamente processada. **Revista tecnologia e ciência agropecuária**, v.10, n.1, p.62-67, João Pessoa, 2016.
- BAUCHROWITZ, I. M. Pós colheita de frutos de ameixa armazenados em temperatura ambiente e a 1°C tratados com etefom. **Dissertação Mestrado**. Ponta Grossa, 2018.
- BERTAGNA, F. A. B. **Análise dialélica entre genótipos comerciais de milho verde para características relacionadas à produtividade**. Maringá, 2016.
- BERTIN, R. L.; SHULZ, M.; AMANTE, E. D. **Estabilidade de vitaminas no processamento de alimentos: uma revisão**, v. 34, n.2, 2016.
- BRAZ, R. F. et al., Perda de peso pós colheita de espigas de milho verde em função de diferentes formas de acondicionamento. **Revista brasileira de milho e sorgo**, v.5, n1, p.139-144, 2006.
- COELHO, J. D. **Produção de mandioca: raiz, farinha e fécula**. [S.l], 2018.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Mandioca: raiz, farinha e fécula**. p. 01 – 04. Brasília, 2017. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 maio 2020
- CONAB. Companhia Nacional do Abastecimento. **Análise mensal da mandioca**. p. 01. Brasília, 2020. Disponível em:<<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 maio 2020.
- CORDEIRO, J. L.; MILHOMEM, L. C. R. **Formulação de doces: uma alternativa tecnológica para a cadeia produtiva da mandioca produzida no sudeste do Pará**. Parauebas, 2019.
- DALASTRA, V.; MOSER, C. S.; LIMA, C. S. M. **Abacaxi minimamente processado em diferentes cortes**. Santana do Livramento, 2017.
- FÉLIX, R. J. S. **Desenvolvimento vegetativo da mandioca (*Manihot esculenta crantz*) em função de diferentes comprimentos de manivas-semente**. Areia, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FREIRE JÚNIOR, M.; SOARES, A. G. **Orientações quanto ao manuseio pré e pós-colheita de frutas e hortaliças visando à redução de suas perdas**. Embrapa, Rio de Janeiro, 2014.

GUERRA, A. M. N. M et al Perdas pós-colheita em tomate, pimentão e cebola no mercado varejista de Santarém – PA. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 3, p. 08-17, jul.-set., 2014. Disponível em :<<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/531/pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2020

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, 371 p.

LEONARDI, J. G.; AZEVEDO, B. M. Conservação de alimentos. **Revista Saúde em Foco**, n. 10, [S.I], 2018.

LIMA, P. C. C. Avaliação da deterioração pós-colheita de batata-doce *in natura* e processada. **Dissertação Doutorado**. Viçosa, 2018.

MAMEDE, A. M. G. N, et al., Conservação pós colheita de espigas de milho verde minimamente processado sob diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n.1, 2009.

MAMEDE, A. M. G. N, et al., Conservação pós-colheita do milho verde minimamente processado sob atmosfera controlada e refrigeração. **Revista Ceres**, v. 62, n.2, p. 149-158, 2015.

MELO, B.; SILVA, C. A.; ALVES, P.R.B. **Processamento mínimo de hortaliças e frutas**. [S.I], 2016. Disponível em:<<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pminimo.htm>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

MENEZES, J. B. C. et al. Aspecto agrônômico e qualidade de raízes de mandioca minimamente processada. **Revista Agrarian**, v. 12, n.46, p. 425-433, 2019.

MOREIRA, C. J. **Conservação de mandioca embalada a vácuo, pré-cozida e armazenada sob refrigeração**. Medianeira, 2019.

OLIVEIRA, J. S.; RAMOS, V. S. **Diferentes épocas de aplicação de calcário em *Manihot esculenta crantz***. Belém, 2019.

PERSARINI, D. **Níveis de desfolha artificial na simulação do dano de Mandarová (*Erinnyis ello L.*) em genótipos de mandioca (*Manihot esculenta crantz*)**. Dissertação de mestrado. Maringá, 2019.

PINO, T. M. R. M.; CHITARRA, G. C.; MACHADO, A. Q. **Efeito da temperatura em frutos de duas cultivares de abóbora (*Cucurbita moschata Duch*) minimamente processados submetidos a diferentes armazenamentos**. Várzea Grande, 2017.

PLAGIARINI, M. K. et al. Influência de embalagens no processamento mínimo de abacaxi *Smooth Cayenne*. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v.9, n.4, p. 63-70, 2015.

PORTELLA, A. L. **Caracterização do processo produtivo, aspectos da qualidade da farinha de mandioca e percepção dos agentes da cadeia na região central do estado de Roraima**. Dissertação de mestrado, Viçosa, 2015.

RINALDI, M. M. et al. **Alternativas para a conservação de raízes de mandioca de mesa minimamente processada no Distrito Federal**. Planaltina, 2016.

RINALDI, M. M. et al. Conservação pós-colheita de diferentes cultivares de mandioca submetidas ao processamento mínimo e congelamento. **Revista Científica**, v.43, n.4, p.287-301, 2015.

RINALDI, M. M. et al. Efeito de diferentes formas de congelamento sobre raízes de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 2, p. 93-101, 2015.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, 2005.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C. Influência da embalagem de polietileno de baixa densidade e da temperatura na conservação do repolho minimamente processado. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, p.412-420, 2004.

RINALDI, M. M.; VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F. Conservação pós-colheita de diferentes cultivares de mandioca submetidas ao processamento mínimo e congelamento. **Revista Científica**, v. 43, n. 4, p.287-301, 2015.

RUSSO, V. C. et al., Qualidade de abóbora minimamente processada armazenada em atmosfera modificada ativa. **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1071-1084, 2012.

SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P.; Revisão: **Alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada**, Campinas, 2012.

SILVA, E. S. **Uso de diferentes embalagens no processamento mínimo de jaca (*Artocarpus heterophyllus*. Lam)**. Tese Mestrado. Pombal, 2017.

SOUZA, K. O. C. **Competição de cultivares de mandioca tipo mesa (*Manihot esculenta*), cultivadas em dois sistemas de plantio**. Rio Largo, 2018.

SOUZA, S. C. C. **Hidrorresfriamento na conservação e qualidade pós-colheita de milho verde**. Tese de doutorado. Viçosa, 2013.

SPRICIGO, P. C. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. **Embrapa Instrumentação**. São Carlos, 2016.

TACO, **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 4ª edição revisada e ampliada. Campinas, 2011.

VALLE, T. L.; LORENZI, J. O. Variedades melhoradas de mandioca como instrumento de inovação, segurança alimentar, competitividade e sustentabilidade: contribuições do Instituto Agrônomo de Campinas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 31, n. 1, p. 15-34, 2014.

VENTURINI, M. T. **Ajustes metodológicos e seleção de fontes de tolerância à deterioração fisiológica pós-colheita em mandioca**. Tese de Doutorado. Cruz das Almas, 2015.

VIANA, E. S.; OLIVEIRA, L. A.; SILVA, J. **Processamento mínimo de mandioca**. Cruz das Almas, 2010.

VIEIRA, E. L. **Apontamentos e práticas de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças**. Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – CCAAB. Cruz das Almas, 2019.