

QUALIDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE VARIEDADES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta crantz*) SUBMETIDAS A TÉCNICAS ARTESANAIS DE SECAGEM AO SOL, NO POSTO AGRONÓMICO CENTRO ZONAL NORDESTE DE NAMPULA- MOÇAMBIQUE

Castro Pedro Muhamale¹

¹MSc - Nutrição e Segurança Alimentar-Tecnologia de Alimentos (Faculdade de Ciências de Saúde - UniLúrio) - Moçambique; Especialização em Segurança Alimentar e Nutricional - Ciências Alimentares (Instituto de Biociências do Campus de Botucatu – Unesp) -Brasil; Engenharia Agropecuária- Especialidade Produção Vegetal, (Faculdade de Ciências Agrárias - UniZambeze) - Moçambique.
Instituto Agrário de Bilibiza (IABil) – Moçambique: muhamale1986@gmail.com

Resumo

O objectivo de estudo visa identificar as qualidades físico-químicas de variedades de mandioca (*Manihot esculenta crantz*) submetidas a técnicas artesanais de secagem ao sol. O experimento foi conduzido no Posto Agronómico Centro zonal Nordeste de Nampula- Moçambique em 2023. Foram constituídos dois delineamentos inteiramente casualizados, um para casualização de variedade de mandioca doce (VD1197) e outro para variedade de mandioca amarga (VA125). Cada delineamento foram distribuídos ao acaso cinco técnicas artesanais de secagem de mandioca ao sol (técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base directa do solo- TASSS₁, a base de capim- TASC₂, a base de lona plástico de cor preta- TASLP₃, a base de uma feita de bambus- TASCBLPB₄, e a base de copa feita de bambus dentro de uma tenda plástica transparente/branco- TASCBLPB₅) com quatro repetições. A composição de teores de humidade (%H.b.u) apurada em amostras de mandioca do tipo doce (VD1197) e amostras de mandioca amarga (VA125) antes de submetidas as técnicas artesanais de secagem ao sol foram iguais de 60% e 61%. Depois de submetidas a secagem nas técnicas artesanais ao sol, as amostras de tipo de mandioca diferiram entre os tipos de mandioca e respectivas técnicas de secagem nos teores de percentagem de humidade (%H.b.s) e actividade de água (aw), nomeadamente: 5,1 d (TASSS₁) a 8,0 a (TASLP₃) - %H.b.s e 0,831 d (TASCBLPB₅) a 0,900 a (TASSS₁) - aw (VD1197), contra 5,6 b (TASCBLPB₅) a 7,0 a (TASSS₁) - %H.b.s, e 0,780 c (TASCBLPB₄) a 0,873 a (TASSS₁) - aw. As qualidades físico-químicas são importantes no controlo de multiplicação microbiana e tempo de conservação dos alimentos.

Palavras-chave: *Qualidades físico-químicas. Variedades de mandioca. Técnicas artesanais de secagem ao sol. Posto agronómico de Nampula-Moçambique.*

1. Introdução

A análise físico-química do alimento é de grande importância, pois tem a função fornecer informações das condições de aptidão de um alimento, proteger o produtor e o consumidor, de certas patologias e garantir a fabricação de um alimento com excelente qualidade (Modesto Junior *et al.*, 2018). O objetivo é oferecer um produto em condições de cumprir a finalidade de alimentar e nutrir, com uma qualidade padrão, boa e constante desde a produção até o consumidor (Melo Filho; Silva; Vasconcelos, 2013; Modesto Junior *et al.* 2018).

Essas análises devem ser feitas tantas vezes quantas forem necessárias para assegurar que o produto está em condições de ser consumido (Melo Filho; Silva; Vasconcelos, 2013). Na prática, são feitas algumas questões referente sobre que momentos devem efetivamente utilizar esse recurso, com destaque para o controlo de qualidade de rotina, que é feito pelo laboratório da própria indústria, a fiscalização realizada por órgãos de fiscalização, e por fim a pesquisa, realizada por universidades, institutos de pesquisa e pesquisadores (Modesto Junior *et al.*, 2018).

Os laboratórios, tanto avaliam a matéria-prima que chega para ser processada como também o produto acabado que sai da fábrica, além de controlar as etapas do processamento e verificar se o alimento está em condições de ser consumido (Melo Filho; Silva; Vasconcelos, 2013).

Os fiscalizadores verificam o cumprimento da legislação (registro, padrões de qualidade) através de métodos analíticos precisos, exatos e oficiais. Ademais, as entidades de pesquisa visam na devolução e adaptar os métodos analíticos exatos, precisos, sensíveis, rápidos, eficientes, simples e de baixo custo (Melo Filho; Silva; Vasconcelos, 2013; Modesto Junior *et al.*, 2018).

Dentre os diversos factores que podem influenciar nas qualidades físico-químicas dos alimentos, impactando a segurança e aceitação do produto final, incluem condições ambientais (temperatura, humidade), processo de produção, manejo e pós-colheita (processamento tradicional, industrial, secagem/desidratação, manipulação, adição de aditivos, armazenamento, congelamento, embalagens), parâmetros físico-químico (pH, acidez, textura, cor, composição nutricional e presença de contaminantes e resíduos químicos, e outros como de aderência do produto a poeiras e pedras, exposição de insectos e roedores (Souza, 2008; Chisté, 2006).

A produção de mandioca passa por vários processos, desde a escolha da área e variedade de cultivo, preparo do solo, seleção e preparo da maniva semente, processo de plantio, tratamentos culturais, colheita e pós-colheita (Modesto Junior *et al.*, 2018). Uma das actividades de pós colheita na cultura de mandioca é a secagem de mandioca (raízes e farinhas), um processo

fundamental que possibilita a remoção de humidade, permitindo a estabilidade de conservação prolongada, aumento da vida útil, redução de volume para transporte e viabilização do armazenamento (Modesto Junior *et al.*, 2018).

Essencial na produção de farinha e farinha de mesa, a secagem melhora a qualidade físico-química e reduz o risco de deterioração por microrganismos. As principais formas de secagem de mandioca são através de métodos naturais (sol) ou artificiais (Vilhalva *et al.*, 2012; Modesto Junior *et al.*, 2018).

A secagem solar (Natural), envolvendo superfícies como lona, terreno (superfície do solo), as raízes, pedaços ou cascas são espalhados ao sol em superfícies limpas ou lonas, sendo mexidos periodicamente para uma secagem uniforme, ao passo que a cura (secagem parcial), a mandioca é colocada em ambiente quente e seco por 4 a 7 dias para cicatrizar cortes e endurecer a casca, ajudando na conservação (Vilhalva *et al.*, 2012; Modesto Junior *et al.*, 2018).

Por outro lado, a secagem artificial, como estufa (Ar Quente), envolve o uso de estruturas com circulação de ar quente para desidratação, sendo mais eficiente e higiénico, ideal para raízes e folhas, sendo que, a secagem mecânica/forçada, utiliza fornos ou secadores industriais, com temperaturas ideais controladas em torno de 60°C a 67°C para manter a qualidade, evitar escurecimento e eliminar cianeto (Vilhalva *et al.*, 2012; Modesto Junior *et al.*, 2018).

O objetivo deste experimento, visa identificar qualidades físico-químicas de variedades de mandioca, submetidas a técnicas artesanais de secagem ao sol (secagem natural) em superfícies de secagem como o próprio terreno ou solo (*TASSS₁*), superfície de secagem de mandioca ao sol sobre a base de capim (*TASC₂*), superfície de secagem de mandioca ao sol sobre a base de lona plástico de cor preta (*TASLP₃*), superfície de secagem de mandioca ao sol sobre de uma copa feita de bambus (*TASCB₄*), sobre a superfície de secagem de mandioca ao sol na copa feita de bambus dentro de uma tenda plástica transparente/branco- (*TASCBdLPB₅*), concretamente no Posto Agronómico Centro zonal Nordeste de Nampula (PACZndN), Moçambique.

2. Material e Métodos

2.1. Caracterização experimental

Foi conduzido um experimento com abordagem quantitativa, causalizado de maneira Delineamento Inteiramente Causalizado (DIC), no Posto Agronómico Centro zonal Nordeste de Nampula (PACZndN), em Dezembro de 2023.

Como descrito pela Embrapa (2025), na cultura de mandioca é comum o cultivo de variedades do tipo doce (muito usadas na mesa ou consumo casiro) e cultivo de raízes de mandioca de tipo amarga (usadas para obtenção de diversos derivados nas indústrias transformadoras). Para efeitos de experimento foram identificadas os dois tipos de variedades de mandioca nos campos experimentais do PACZndN, sendo uma de tipo de mandioca variedade doce (VD1197) e outra mandioca variedade amarga (VA129).

As principais técnicas artesanais de secagem ao sol (*TASS*) de estudo foram designadas de acordo com material e superfície de secagem ou onde foram alocadas as amostras dos tipos de mandioca para secagem, nomeadamente: técnica artesanal de secagem de mandica ao sol sobre a base directa do solo (*TASSS₁*); técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de capim (*TASC₂*); técnica artesanal de secagem de mandica ao sol sobre a base de lona plástico de cor preta (*TASLP₃*); técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre de uma copa feita de bambus (*TASCB₄*); e técnica artesanal de secagem de mandica ao sol sobre a base de copa feita de bambus dentro de uma tenda plástica transparente/branco- (*TASCBdLPB₅*), como pode ser observado no apêndice 6.1.

2.2. Causalização experimental

Durante o experimento foram estabelecidos dois delineamentos experimentais do tipo DIC, um para secagem de mandioca variedade doce e outro de secagem de mandioca amarga. A distribuição das técnicas artesanais de secagem ao sol (*TASS*) foi ao acaso e com quatro repetições (Silva, 2008). Os delineamentos foram estabelecidos em um lugar aberto, longe do alcance de árvores e obstáculos.

2.3. Secagem de amostras de mandica na unidade experimental

Foram colhidas 5,6kg de amostras de mandioca variedade doce e 5,6kg de amostra de mandioca amarga. Segundo Vidigal Filho (2022), a colheita de amostras de mandioca para secagem obdeceu duas etapas, a primeira através de poda das manivas 30cm acima do nível do solo, seguida do arranque e remoção das raízes de mandioca no solo com auxílio de uma enxada.

Antes de descasca para processo de secagem foram extraídas 0,933kg (VD1179) e 0,933kg (VA129) de amostras e analisado o total água através de humidade de amostras frescas antes de secagem (%*H.b.u*).

As restantes amostras dos tipos de mandioca foram descascadas, e a depender do tamanho as raízes eram divididas em partes de tamanhos normais. O peso de cascas de mandioca doce foi de 0,23kg contra 0,20 kg na mandioca do tipo amarga. Os restantes pesos de raízes de mandioca doce (0,703kg) e raízes de mandioca marga (0,733kg) por técnica de secagem ao sol, foram distribuídas homogeneicamente nas respectivas quatro repetições da técnica de ou superfície de secagem (0,17575kg-VD1179 e 0,18325kg-VA129, respectivamente) para secagem.

Para garantir a homogeneidade do processo de secagem, no primeiro dia de secagem as raízes de mandioca foram reviradas a cada duas horas, e a partir do segundo dia até ao fim do processo de secagem as raízes eram reviradas três vezes por dia. Durante o processo de secagem, quando era registrado e verificado céu nublado com ocorrência de chuvas e mesmo ao entardecer, as raízes eram juntas, protegidas com material similar usado na secagem e depois retiradas do sol e para lugar seguro. O tempo total de exposição das amostras de raízes de tipo de mandioca ao sol com os diferentes métodos de secagem em média era de 10 horas incluindo o período de retirada do sol (7H:00-17H:00).

2.4. Indicador do período de secagem de amostras de mandioca os diferentes métodos de secagem

O fim do processo de secagem das amostras de mandioca nos diferentes métodos de secagem, era considerado mediante pesagem das amostras dos tipos de mandioca a cada dois em dois dias, que permitia verificar se as raízes atingiram ponto de equilíbrio de secagem (PES), ou seja, quando pelo menos três das quatro pesadas feitas nas respectivas repetições das amostras de tipo de mandioca no respectivo método de secagem artesanal ao sol apresentassem com pesos constantes ou iguais entre elas, considerava-se assim atingido ou completado a secagem do tipo amostra da mandioca na respectiva técnica de secagem.

O tempo de secagem das amostras de mandioca variedade doce e amarga nos métodos de secagem variaram de 7 dias -13 dias. Outras informações registradas durante o processo e ambiente de secagem, inclui os factos climáticos sobre tudo da temperatura (32°C - $37,5^{\circ}\text{C}$), humidade relativa que atingiu 81%, (65 % - 81%) e velocidade horizontal do vento diário (km/h) variados de 7,0 km/h no sentido norte, 6,75 km/h no sentido sul, 6,0 km/h e 6,3, km/h para sentido leste a oeste.

2.5. Métodos de determinação das variáveis de estudo

As qualidades físico-químicas para a conservação quantificadas nos tipos de mandioca doce e amarga depois de submetidas a diferentes métodos tradicionais de secagem ao sol são percentagem de teores de humidade de base húmida ($\%U_{bu}$), percentagem de teores de humidade de base seca ($\%U_{bs}$) e actividade de água (wa).

O cálculo da humidade de massa fresca ($\%U$) foi baseado da perda de peso por secagem (método gravimétrico), comparando a massa antes e depois da estufa, inicialmente achando o peso inicial das amostras frescas (massa fresca) antes de ir para a estufa (M_U), seguida da secagem das amostras na estufa a 105 °C, até obter peso constante, e pesagem das amostras após secagem completa (massa seca- M_S), nomeadamente:

$$\%U_{bu} = \left(\frac{M_U - M_S}{M_U} \right) \times 100;$$

Onde: M_U -Massa da amostra húmida (inicial); M_S - Massa da amostra seca (final).

Em relação aos procedimentos de cálculo do teor de humidade em base seca (U_{bs}) ao fim do processo de secagem, foi obtida por secagem em estufa (105°C) depois de 24 horas (1 dia), dividindo a diferença de peso (húmido-seco) pela massa seca, ou seja, pela razão entre a massa húmida pela massa de sólidos frescos e a massa de sólidos secos. A fórmula principal é:

$$\%U_{bs} = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100;$$

Onde: U_{bs} - teor de humidade em base seca; m_u - massa húmida; m_s - massa de sólidos seco;

Os valores de teores de actividade de água (a_w) em amostras de mandioca doce (VD1179) e amargas (VA129), foram determinados de acordo com os parâmetros do equipamento medidor de actividade de água marca e modelo SIMART WATER ACTIVITY METER, MODEL N^oHD-3A-2016 (Alibaba.Com, [2016]) em uso no laboratório Centro de Estudos Interdisciplinar Lúrio (CEIL), mediante pesagem, leitura de valores de actividade de água (cada 10 minutos) e determinação da média dos pesos triplicados da amostra de tipo de mandioca na respectiva técnica de secagem:

$$Wa = \frac{L1+L2+L3}{3}$$

Onde: L_1 , L_2 , L_3 - é valor achado das leituras de actividade de água (cada 10 minutos) no equipamento.

2.6. Tratamento e análise estatístico dos dados de pesquisa

O tratamento dos dados de pesquisa das variáveis, percentagem teores de humidade de amostras de mandioca frescas (% *H b.u*), percentagem de teores de humidade de amostras de mandioca secas (% *H b.s*) e valores de actividade de água(*aw*), foram feitos no programa Excel, seguida da análise estatística pelo *Software* Estatístico denominado *Sistema para Análises Estatísticas de Ensaaios Agronómicos -AgroEstat*.

3. Resultados e Discussão

3.1. Qualidades físico-químicas de mandioca variedade doce (VD1179) e mandioca variedade amarga (VA129)

a) Teor de humidade de amostra fresca (%*U.b.u*) de mandioca variedade doce (VD1179) e mandioca variedade amarga (VA129), PACZndN-2023.

Os teores de humidade de amostras frescas (%*U.b.u*) de mandioca variedade doce (VD1179) e mandioca variedade amarga (VA129), estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Teor de humidade de amostras frescas (%*U.b.u*) de mandioca variedade doce (VD1179) e mandioca variedade amarga (VA129), PACZndN- 2023.

Qualidade físico-químicas de amostra seca de mandioca doce (VD1179) e mandioca amarga (VA129)		
Técnicas artesanais de secagem ao sol (TASS)	Amostras Fresca (AF) (VD1179) % <i>H.b.u</i>	Amostras Fresca (AF) (VD129) % <i>H.b.u</i>
<i>TASSS</i> ₁	60 <i>a</i>	61 <i>a</i>
<i>TASC</i> ₂	60 <i>a</i>	61 <i>a</i>
<i>TASLP</i> ₃	60 <i>a</i>	61 <i>a</i>
<i>TASCB</i> ₄	60 <i>a</i>	61 <i>a</i>
<i>TASCBdLPB</i> ₅	60 <i>a</i>	61 <i>a</i>
Fator -análise de variância (F)	0,0	0,0
Média geral (MG)	60	60
Desvio padrão (σ)	0,0	0,0
Coefficiente de Variação (CV)	0,0	0,0

NS= não significativo, * =significativo a 0,05% e **= significativo a 0,01%. F= fator (análise de variância).

Mesmas letras na coluna não há diferenças significativas pelo teste de Tukey(0,05%).

%*H.b.u.* –Percentagem de humidade de amostras de mandioca fresca;

%*H.b.s* –Percentagem de humidade de amostras de mandioca seca;*aw*- actividade de água amostras seca;

*TASSS*₁- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base directa do solo;

*TASC*₂- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de capim;

*TASLP*₃-Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de lona plástico de cor preta;

TASCB₄-Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre de uma copa feita de bambus; *TASCBdLPB₅*-Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de copa feita de bambus dentro de uma tenda plastica transparente/branco.

Como observado na tabela 1, os teores de humidade de amostras frescas (%*H.b.u*) de mandioca doce (VD1197), achados no PACZndN- 2023, são iguais a 60a. Para amostras frescas de mandioca variedade amarga (VA129) os teores de humidade achados foram iguais a 61a. Várias literaturas, estimam percentuais totais de humidade em raízes de mandioca fresca entre 60 a 68% (Instituto de Defesa de Consumidores, 2023)

Como descrito pelo Chisté (2006), variações de teores de água através de humidade de farinaceos poderá estar relacionado do tipo de variedade de mandioca, formas de manejo, clima de cultivo e idade de colheita. Além disso, proporções de teores de humidade em alimentos, podem servir de indicadores de controlo de estabilidade microbiologica do alimento. Teores de humidade de amostras frescas de mandioca superiores a 65%, podem ser considerados instáveis para microorganismos e ou tornar as raízes da mandioca mais susceptível e perecíveis a deterioração num curto período de tempo (Chisté, 2006; Souza, 2008; Ono, 2020).

b) Teores de humidade de amostras secas (%*U.b.u*) de mandioca variedade doce (VD1179) e mandioca variedade amarga (VA129), PACZndN-2023.

Depois de secagem os valores médios de teores de humidade (%*H.b.s*) achados nas amostras de mandioca do tipo doce e amarga, incluindo seu período de secagem, são observados na tabela 2.

Tabela 2. Teor de humidade de amostras secas (%*H.b.s*) de mandioca variedade doce (VD1179) e mandioca variedade amarga (VA129), PACZndN- 2023.

Qualidade fisico-quimicas de aonstra seca de mandioca doce (VD1179) e mandioca amarga (VA129)				
Técnicas artesanais de secagem ao sol (TASS)	Amostras Secas (AS) (VD1179)		Amostras Secas (AS) (VA129)	
	%<i>H.b.s</i>	D/PS	%<i>H.b.s</i>	D/PS
<i>TASSS₁</i>	5,1d	7,0d	6,6a	7,0d
<i>TASC₂</i>	5,7 cd	11,0 b	7,0a	9,0 c
<i>TASLP₃</i>	8,0 a	9,0 c	6,4ab	11,0 b
<i>TASCB₄</i>	7,0 b	13,0 ab	6,1ab	9,0 c
<i>TASCBdLPB₅</i>	6,3 bc	13,0 ab	5,6b	13,0 a
Fator -análise de variância (F)	29,70**	5,20**	6,42**	127,17**
Média geral (MG)	6,42	0,08	6,34	10,0
Desvio padrão (σ)	0,41	0,01	0,41	0,39
Coefficiente de Variação (CV)	6,45	12,32	6,56	4,01

NS= não significativo, * =significativo a 0,05% e **= significativo a 0,01%. F= fator (análise de variância).

Mesmas letras na coluna não há diferenças significativas pelo teste de Tukey(0,05%).

%H.b.u. – Percentagem de humidade de amostras de mandioca fresca;

%H.b.s – Percentagem de humidade de amostras de mandioca seca; *aw*- actividade de água amostras seca;

TASSS₁- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base directa do solo;

TASC₂- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de capim;

TASLP₃-Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de lona plástico de cor preta;

TASCB₄-Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre de uma copa feita de bambus;

TASCBdLPB₅-Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de copa feita de bambus dentro de uma tenda plástica transparente/branco.

Como observado na tabela 2, depois de secagem das amostras dos tipos de mandioca verificou-se diferenças significativas entre os valores médios de *%H.b.s* nos tipos de amostras de mandioca nas diferentes técnicas de secagem artesanal ao sol, nomeadamente, mandioca variedade doce (VD1179): 5,1 % *d* (*TASSS₁*) - 8,0 % *a* (*TASLP₃*), com um intervalo de período de secagem entre 7 *d* (*TASSS₁*) – 13 *a* (*TASCBdLPB₅*) dias.

Na mandioca variedade amarga (VA129) os teores de humidade variaram de 5,6 % *b* (*TASCBdLPB₅*) - 7,0 % *a* (*TASC₂*) contra 0,779 *c* (*TASCB₄*) a 0,873 *a* (*TASC₂*) de actividade de água (*aw*). O período de secagem deste tipo de mandioca amarga nas respectivas TASS, também variou de 7 *d* (*TASSS₁*) – 13 *a* (*TASCBdLPB₅*) dias, respectivamente.

Ao determinar o total de humidade contida nos tecidos secos nos tipos de mandioca doce e mandioca amarga, o estudo permitiu mensurar de forma percentual o total de humidade (água) ligada as estruturas dos tipos de mandioca não só na forma de apresentação fresca (antes de secagem), mas também na forma de apresentação seca (depois de secagem).

Variação de valores de humidade nos tipos de mandioca e técnicas de secagem de estudo podem estar relacionado pela composição dos tipos de amostras tendo em conta nos teores de humidade (antes de secagem), diferenças nos tipos de superfícies de secagem, período de secagem (dias de secagem) e factores climáticos do local de secagem.

No período de secagem de amostras de tipo de mandioca de estudo (Novembro a Dezembro, 2023) foram registradas temperaturas máximas de 37,5 °C (variadas de 32 °C - 37,5°C), e humidade relativa do ambiente que atingiu 81%, num intervalo de 65 % - 81%. (Clima e Condições Meteorológicas Médias em Nampula no Ano todo Moçambique, 2023).

Geralmente regiões com características climáticas do tipo tropical onde a temperatura e humidade relativa do ambiente ultrapassa dos 35% e 70%, podem influenciar os processos de fabricação, tempo de secagem, armazenamento e dificuldades de controlo de teores de humidade

e qualidade produto final (Clima e Condições Meteorológicas Médias em Nampula no Ano todo Moçambique, 2023; Weather Spark, 2026).

Neste contexto, parece que os diferentes métodos de secagem mostram-se eficazes para secagem destes tipos de mandioca no ambiente de estudo, pois, os valores achados estão dentro dos intervalos admissíveis para mandioca secas, ou seja, entre 2,3% - 13% (Ono, 2020).

Paz *et al.*, (2020), durante a caracterização da farinha de mandioca comercializada no mercado municipal em Campo Grande, evidenciaram teores de humidades similares em suas amostras, nomeadamente, F1 (5,40%), F7 (5,46%), F1 (5,94%), F7 (7,46%), F5 (7,81%), F4 (7,86%) e F5 (7,92%).

Portanto, apesar dos teores de humidade de amostras de mandioca frescas e secas achados no estudo, mesmo que diferenciados e enquadrados dentro dos padrões aceitos nas normas de controlo de qualidade dos farinaceos e principalmente em farinhas frescas (60 a 68%) e farinhas secas (entre 2,3% a 13%), há necessidade de dar acompanhamento as actividades de pós colheita como secagem, operações de processamento, para permitir a prevenção e estabilidade de multiplicação microbiológica e qualidade dos subprodutos, com período de vida útil longo do alimento na prateleira.

c) Teores de actividade de água (a_w) de amostras secas de mandioca variedade doce (VD1179) e mandioca variedade amarga (VA129), PACZndN-2023.

Tabela 3. Teor de actividade de água (a_w) de amostras secas de mandioca variedade doce (VD1179) e mandioca variedade amarga (VA129), PACZndN-2023.

Técnicas artesanais de secagem ao sol (TASS)	Amostras Secas (AS) (VD1179)		Amostras Secas (AS) (VA129)	
	a_w	D/PS	a_w	D/PS
<i>TASSS₁</i>	0,900a	7,0d	0,816b	7,0d
<i>TASC₂</i>	0,883b	11,0 b	0,873a	9,0 c
<i>TASLP₃</i>	0,880bc	9,0 c	0,858a	11,0 b
<i>TASCB₄</i>	0,866c	13,0 ab	0,779c	9,0 c
<i>TASCBdLPB₅</i>	0,831d	13,0 ab	0,827b	13,0 a
Fator -análise de variância(F)	75,88**	5,20**	75,88**	127,17**
Média geral (MG)	0,83	0,08	0,83	10,0
Desvio padrão (σ)	0,00	0,01	0,00	0,39
Coefficiente de Variação (CV)	1,01	12,32	1,01	4,01

NS= não significativo, * =significativo a 0,05% e **= significativo a 0,01%. F= fator (análise de variância).

Mesmas letras na coluna não há diferenças significativas pelo teste de Tukey(0,05%).

%H.b.u. – Percentagem de humidade de amostras de mandioca fresca;

%*H.b.s* – Percentagem de humidade de amostras de mandioca seca; *aw*- actividade de água amostras seca;

*TASSS*₁- Técnica artesanal de secagem de mandica ao sol sobre a base directa do solo;

*TASC*₂- Técnica artesanal de secagem de mandica ao sol sobre a base de capim; *TASLP*₃-Técnica artesanal de secagem de mandica ao sol sobre a base de lona plastico de cor preta; *TASCB*₄-Técnica artesanal de secagem de mandica ao sol sobre de uma copa feita de bambus; *TASCBdLPB*₅- Técnica artesanal de secagem de mandica ao sol sobre a base de copa feita de bambus dentro de uma tenda plastica transparente/branco.

Em relação a total de água que esta livre e não está envolvida com as moléculas constituintes nas variedades de mandioca doce e amarga (Tabela 3), os valores de *aw* achados nos tipos de mandioca depois de secagem variaram entre 0,831*d*(*TASCBLPB*₅) a 0,900*a*(*TASSS*₁) – VD1179 (mandioca doce) contra 0,779*c*(*TASCB*₄) a 0,873*a*(*TASC*₂) de actividade de água (*aw*) -VA129 (mandioca amarga).

Estudo de Laís Tiemi Ono (2020), sobre com micobiota na mandioca (*Manihot esculenta* crantz), encontrou valores de actividade de água (*aw*) em raízes de mandioca seca superiores entre 0,922 a 0,996*aw*. O mesmo, já encontrou variação entre as médias de valores de *aw* em amostras de farinhas de mandioca na forma de polvilho azedo e goma entre 0,677 a 0,082 e 0,979 a 0,997 de *aw*, respectivamente.

As diferenças nos tipos de mandioca, técnicas artesanais de secagem, composição de teores de humidade dos tipos de mandioca (forma fresca), períodos de secagem (dias de secagem) e relacionados aos factores climaticos do ambiente de secagem com temperaturas (*T*⁰) e humidade relativa (*HR*), poderão ter influenciado para variação de valores de *aw* chados do estudo.

Em muitos casos, segundo Chisté (2006), alimentos com teores de humidade inicial altas (amostras frescas) podem resultar em menores teores de água livre (*aw*) ao fim do processo de transformação como secagem, contrariamente ao alimento que paresentar menores conteúdos de humidade inicial, que pode resultar em valores de *aw* alta.

Por outro lado, os farináceos ao fim do processo de secagem podem apresentar conteúdos de *aw* entre 0,60 a 0,85 (Souza, 2008), e muitas das vezes os valores altos achados deste parâmetro é devido as características do processos secagem artesanais, caracterizado pelo limitado controlo de factores como *T*⁰, *HR*, precipitação, fluxo do ar no interior das superficies de secagem (Chisté, 2006).

Como explicado, as variações de factores climaticos registrados no ambiente de secagem foram entre 32 a 37,2 °C (*T*⁰), 65 % a 81 % (*HR*). Estes factores podem ser considerados característicos e típicos de clima tropical (Vilanculos, 2022). Geralmente, valores de actividade de água são bastante variáveis nos tipos de alimentos.

A título de exemplos valor de a_w de frutas secas varia entre 0,60-0,75, no mel de 0,60 a_w , leite em pó 0,20 a_w e nos tipos de farináceos podem variar de 0,60 a 0,85 a_w .

No entanto, valores de $a_w > 0,95$ favorecem o crescimento microbiano, enquanto a redução da $a_w < 0,60$ inibe o crescimento de bactérias e fungos, aumentando a vida útil (Serviço Brasileiro de Resposta Técnica, 2013)

Outros factores que afectam a qualidade física do produto registrados durante e após o processo de secagem das amostras de tipos de mandioca nos diferentes métodos de secagem foi a aderência do produto a poeiras e pedras, exposição de insectos, roedores e formação de mofos (apêndice 6.2).

O método artesanal na base do solo de secagem ao sol dos tipos de mandioca, constitui um meio de superfície de secagem dos alimentos, embora a aderência de poeiras, areia, pedras, ataque ratos, formigas e outros contaminantes bióticos e abióticos constituir um problema de qualidade do alimento (Muhamale, 2024).

De acordo com Muhamale, (2024), o método de secagem na base de capim, de preferência seco, apresenta-se com maior riscos de ocorrência de fenómenos enzimáticos e microbiológico em raízes de mandioca quando distribuídas de forma não homogênea e sobrepostas na superfície de secagem.

Além disso, apesar do material de secagem (lona plástico de cor preto) ser de fácil aquisição nos mercados locais e adaptabilidade para utilização, e minimizando aderência das raízes com areia ou partículas sólidas devido a sua impermeabilização com os produtos postos a secar, risco é da criação de humidade e favorecimento do processo de escurecimento das raízes devido a maior absorção de calor (Muhamale, 2024).

A secagem ao sol na base prateleira construída a base de bambus, paus e outro material local, é um método de baixo custo de aquisição. Assemelha-se com outras técnicas de secagem que ficam exposto ao ar livre, no entanto é sujeitas a variações de factores ambientais. Além de permitir seu fácil manejo das raízes durante a secagem, o produto apresenta menos riscos com ataque de microrganismos do solo (Muhamale, 2024).

No entanto a tecnologia de secagem artesanal ao sol na base de copa de bambus dentro de tenda plástica de cor branco ou transparente apresenta dificuldades de controlo da temperatura e fluxo do ar no interior da tenda, fácil de criar mofo ou escurecimento do alimento, e sua estrutura é frágil quando faz vento (Muhamale, 2024).

Por outro lado, sua estrutura é simples de fazer, utilizar e armazenar. Porém, os produtos estão protegidos de aderência com poeiras, pedras ou areia e menos trabalhosa para movimentar e recolher os alimentos em caso de ocorrência de chuvas (Muhamale, 2024).

Portanto, enquanto a determinação de teores de humidade em amostras fresca e seca é crucial para garantir a qualidade, segurança alimentar, estabilidade microbiológica, maior período de armazenamento com valor nutricional e conformidade legal (Isengard, 2001; Ismail, 2017), por outro lado, medir a actividade de água (a_w) em alimentos frescos bem como em alimentos secos garante a segurança, qualidade e vida útil, pois determina a água disponível para reacções químicas, enzimáticas e o crescimento de microrganismos (Serviço Brasileiro de Resposta Técnica, 2013).

4. Conclusão

O experimento sobre variedades de mandioca (*Manihot esculenta crantz*) submetidas as diferentes técnicas artesanais de secagem ao sol, conduzido no Posto Agronómico Centro zonal Nordeste de Nampula- Moçambique (PACZndN) em 2023, evidenciou qualidades físico-químicas dos tipos de mandioca nas suas formas de apresentação, tanto na sua forma fresca como na forma seca. Dentre as qualidades físico-químicas determinados e analisados inclui total de água através de teores de humidade de amostras frescas (% $H.b.u$), teores de humidade de amostras secas (% $H.b.s$) e actividade de água (a_w) de amostras secas, bem como as aparencias visuais dos materiais após o processo de secagem. Antes de secagem amostras do tipo de mandioca doce (VD1179) e amarga (VA129), foram achados cerca de 60% - 61% de total de água. Depois de secagem (num intervalo de 7dias-13dias), os teores de humidade e actividade de água (a_w) de amostra de mandioca doce variaram de 5,1 % d ($TASSS_1$) - 8,0 % a ($TASLP_3$) - % $H.b.se$ 0,831 d ($TASCBLPB_5$) a 0,900 a ($TASSS_1$)– a_w . No tipo de mandioca amarga os teores de humidade e actividade de água variaram de 5,6 % b ($TASCBdLPB_5$) - 7,0 % a ($TASC_2$), contra 0,779 c ($TASCB_4$) a 0,873 a ($TASC_2$) – a_w . As aparencias visuais dos materiais após o processo de secagem foram diferenciadas de acordo com os métodos de secagem. No geral os produtos secos apresentaram sinais de aderências a poeiras, pedras, areias, formação de mofo ou escurecimento das raízes de mandioca e ataque com formigas e ratos devido a maior exposição e dificuldade de controlo dos factores bióticos e abióticos durante o proceso de secagem.

5. Referências

- ALIBABA.COM. **Water Activity Meter, Model N^oHD-3A, power supply: 220V 50/60Hz.** Hangzhou: Alibaba.com, [2016]. Disponível em: https://www.alibaba.com/product-detail/BWA-3A-220V-Manufacture-High-precision_1600102567925.html. Acesso em: 8 set. 2025.
- CHISTÉ, R. C. *et al.* Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 861-864, 2006.
- CLIMA E CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS MÉDIAS EM NAMPULA NO ANO TODO MOÇAMBIQUE. 2023.**
- EMBRAPA. **Principais variedades de mandioca recomendadas para o Norte, Nordeste e Centro-sul do Brasil.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Floricultura, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173763/1/folder-Variedades-Mandioca-Ainfo.pdf>. Acesso em: 8 set. 2025.
- INSTITUTO DE DEFESA DE CONSUMIDORES. **Mandioca: conheça as variedades e curiosidades.** São Paulo: IDEC, 2023. Disponível em: <https://idec.org.br/dicas-e-direitos/mandioca-aipim-macaxeira>. Acesso em: 7 ago. 2025.
- ISENGARD, H-D. Water content, one of the most important properties of food. **Food Control**, Kidlington, v. 12, n. 7, p. 395-400, 2001. DOI: 10.1016/S0956-7135(01)00043-3.
- ISMAIL, B. P. Determinação do teor de cinzas. *In*: NIELSEN, S. S. **Manual de laboratório de análise de alimentos.** London: Springer, 2017. p. 117-119. DOI: 10.1007/978-3-319-44127-6_11.
- MELO FILHO, A. B.; SILVA, A. M. A. D.; VASCONCELOS, M. A. S. **Análises físico-químicas dos alimentos.** Recife: Colégio Agrícola Dom Agostinho Ikas, 2013. Disponível em: https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1453/An_Fis_Qui_R_WEB.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 08 set 2025
- MODESTO JÚNIOR, E. N. *et al.* **Cinética de secagem das folhas de mandioca (Manihot esculenta Crantz).** *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DOS ALIMENTOS, 26., 2018, Belém. **Anais [...].** Belém: SBCTA, 2018.
- MUHAMALE, C. P. **Avaliação da produtividade de raízes de mandioca amarga e doce (Manihot esculenta Crantz) submetidas à técnicas artesanais de secagem ao sol, no distrito de Nampula.** *Revista Simbiologias, Botucatu*, v. 16, n. 23, p. 18-34, 2024.
- ONO, L. T. **Mandioca (Manihot esculenta Crantz): avaliação da micobiota e determinação de aflatoxinas.** 2020. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2020.

PAZ, R. B. O. *et al.* Desempenho agronômico de cultivares de mandioca de mesa em ambiente do cerrado. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 16, n. 3, p. 37, 2020. DOI: 10.5747/ca.2020.v16.n3.a370.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTA TÉCNICA. **Atividade de água em alimentos**: reações que ocorrem nos diferentes níveis de atividade de água e sua influência na conservação de alimentos. Porto Alegre: SENAI-RS, 2013. Disponível em: https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/SBRT/pdfs/24843_59178.pdf. Acesso em: 8 set. 2025.

SILVA, J. S. (ed.). **Secagem e armazenamento dos produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008.

SOUZA, J. M. L. *et al.* Variabilidade físico-química da farinha de mandioca. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 907-912, 2008. DOI: 10.1590/S0101-20612008000400022.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Conservação dos alimentos pelo controlo da Humidade**. *Sd.* Tópicos da tecnologia dos alimentos. *sd.*. São Paulo: USP, S. l.: s. n.], [s.d.].

VIDIGAL FILHO, P. S. *et al.* **Mandioca**: do plantio a colheita. São Paulo: Oficina de Textos, 2022.

VILANCULOS, S. A. U. **Estudo do comportamento da radiação solar em Mocambique e seu aproveitamento**. 2022. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física Aplicada - Energias Renováveis) - Faculdade de Ciências, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2022.

VILHALVA, D. A. A. *et al.* **Secagem convencional de casca de mandioca proveniente de resíduos de indústria de amido**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n. 3, p. 331-339, 2012. DOI: 10.1590/S1983-40632012000300003.

WEATHER SPARK. **Clima e condições meteorológicas médias em Nampula no ano todo**: Moçambique. Minnesota: Weather Spark, 2026. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/101091/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Nampula-Mo%C3%A7ambique-durante-o-ano> . Acesso em: 8 set. 2025.

**PHYSICO-CHEMICAL QUALITIES OF CASSAVA (*Manihot esculenta crantz*)
VARIETIES SUBJECTED TO ARTISANAL SUN-DRYING TECHNIQUES AT THE
NORTHEASTERN ZONAL CENTER AGRONOMIC POST OF NAMPULA,
MOZAMBIQUE**

Summary

The objective of this study is to identify the physicochemical qualities of cassava (*Manihot esculenta crantz*) varieties subjected to artisanal sun-drying techniques. The experiment was conducted at the Northeast Zonal Agronomic Post of Nampula, Mozambique in 2023. Two completely randomized designs were established, one for randomization of sweet cassava varieties (VD1197) and the other for bitter cassava varieties (VA125). In each design, five artisanal sun-drying techniques were randomly assigned (artisanal sun-drying technique directly on the soil - TASS1, on a grass base - TASC2, on a black plastic tarp base - TASLP3, on a bamboo base - TASC4, and on a bamboo canopy inside a transparent/white plastic tent - TASCBLPB5) with four replications. The composition of moisture content (%H.b.u) determined in samples of sweet cassava (VD1197) and samples of bitter cassava (VA125) before being subjected to artisanal sun-drying techniques were equal to 60% and 61%. After being subjected to sun-drying using traditional techniques, the cassava samples differed between the cassava types and respective drying techniques in terms of percentage moisture content (%H.b.s) and water activity (aw), namely: 5.1 d (TASS1) to 8.0 a (TASLP3) - %H.b.s and 0.831 d (TASCBLPB5) to 0.900 a (TASS1) - aw (VD1197), compared to 5.6 b (TASCBLPB5) to 7.0 a (TASS1) - %H.b.s, and 0.780 c (TASC4) to 0.873 a (TASS1) - aw. The physicochemical qualities are important in controlling microbial growth and the shelf life of food

Keywords: *Physicochemical qualities. Cassava varieties. Traditional sun-drying techniques. Agronomic station of Nampula, Mozambique.*

6. APÊNDICE

6.1. Superfícies artesanais de secagem a ao sol de amostras de mandioca - PACZndN, 2023.



Foto A- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base directa do solo (*TASSS₁*);



Foto B- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de capim (*TASC₂*);



Foto C- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de lona plastica de cor preta (*TASLP₃*);



Foto D- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre de uma copa feita de bambus (*TASCB₄*);



Foto E- Técnica artesanal de secagem de mandioca ao sol sobre a base de copa feita de bambus dentro de uma tenda plastica transparente/branco- (*TASCBdLPB₅*).

6.2. Fotos de amostras de mandioca obtida após o processo de secagem nos métodos e superfícies de secagem artesanal ao sol -- PACZndN, 2023.



Foto A- TASSS₁



Foto B- TASC₂



Foto C- *TASLP*

Foto D -*TASCB₄*

Foto E- TASCBdLPB₅

