Circular Técnica

Número, 1

ISSN 1517-221X

Ministério da Agricultura e do Abastecimento

Julho, 1999

SECADOR SOLAR PARA RASPAS DE MANDIOCA

Embrapa

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente

Fernando Henrique Cardoso

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

Ministro

Marcus Vinícius Pratini de Moraes

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

Presidente

Alberto Duque Portugal

Diretores

Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaggia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

Chefia da Embrapa Amazônia Oriental

Emanuel Adilson Souza Serrão - Chefe Geral
Jorge Alberto Gazel Yared - Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Antonio Carlos Paula Neves da Rocha - Chefe Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio
Antonio Ronaldo Teixeira Jatene - Chefe Adjunto de Administração

ISSN 1517-221X

Circular Técnica Nº 1

Julho, 1999

SECADOR SOLAR PARA RASPAS DE MANDIOCA

Eloisa Maria Ramos Cardoso
Raimundo Evandro Barbosa Mascarenhas
Therezinha Xavier Bastos
Moisés de Souza Modesto Júnior
José Edson de Sampaio

Embrapa

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:
Embrapa Amazônia Oriental
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Telefones: (91) 276-6653, 276-6333
Fax: (91) 276-9845
e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br
Caixa Postal, 48
66095-100 – Belém, PA

Tiragem: 200 exemplares

Comitê de Publicações

Leopoldo Brito Teixeira – Presidente
Antonio de Brito Silva
Antonio Pedro da S. Souza Filho
Expedito Ubirajara Peixoto Galvão
Joaquim Ivanir Gomes
Maria do Socorro Padilha de Oliveira
Maria de N. M. dos Santos – Secretária Executiva

Revisores Técnicos

Israel João Rayol – FCAP
José Edmar Urano de Carvalho – Embrapa Amazônia Oriental
Sérgio de Mello Alves – Embrapa Amazônia Oriental

Expediente

Coordenação Editorial: Leopoldo Brito Teixeira
Normalização: Lucilda Maria Sousa de Matos
Revisão Gramatical: Maria de Nazaré Magalhães dos Santos
Composição: Euclides Pereira dos Santos Filho

CARDOSO, E.M.R.; MASCARENHAS, R.E.B.; BASTOS, T.X.; MODESTO JÚNIOR, M. de S.; SAMPAIO, J.E. de. **Secador solar para raspas de mandioca**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 18p. (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 1).

ISSN 1517-221X

1. Raspas de mandioca – Secagem. 2. Secador solar. I. Mascarenhas, R.E.B., colab. II. Bastos, T.X., colab. III. Modesto Júnior, M. de S., colab. IV. Sampaio, J.E. de, colab. V. Embrapa Amazônia Oriental (Belém, PA). VI. Título. VII. Série.

CDD: 631.3

© Embrapa – 1999

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 5

CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA E CLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO 7

METODOLOGIA 9

CONSTRUÇÃO DO SECADOR SOLAR 12

CONDIÇÕES AMBIENTAIS 13

CONCLUSÕES 17

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 17

SECADOR SOLAR PARA RASPAS DE MANDIOCA

Eloisa Maria Ramos Cardoso[1]
Raimundo Evandro Barbosa Mascarenhas[1]
Therezinha Xavier Bastos[2]
Moises de Souza Modesto Júnior[3]
José Edson de Sampaio[3]

INTRODUÇÃO

Nos trópicos, a secagem em condições naturais utilizando a entalpia do ar e a radiação solar, é o procedimento mais empregado sob diferentes formas, quer seja espalhando os produtos agrícolas em esteiras, em superfície de cimento ou sobre lonas de plástico, entre outras variações encontradas.

Apesar da rusticidade deste processo, a secagem solar tradicional é, na maioria dos países em desenvolvimento, a única alternativa economicamente viável para os trópicos úmidos (Araújo et al. 1983). É estimado que no Brasil, 80 % da produção agrícola ainda é submetida à secagem por este método (Rossi & Roa, 1980). Todavia, como depende das condições climáticas locais, torna-se bastante difícil a sua operacionalização, notadamente durante o período chuvoso. Por outro lado, o material exposto a céu aberto favorece a proliferação de insetos, o ataque de pássaros e roedores e o desenvolvimento de microorganismos, causando depreciação e perdas que, dependendo do produto e da região, variam de 10% a 50% (Muhlbauer, 199-).

---

[1]Eng.- Agr., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal, 48, CEP 66017-970, Belém, PA.
[2]Eng.- Agr., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental.
[3]Eng.- Agr., Assistente de Operações da Embrapa Amazônia Oriental.

A mandioca, por apresentar teor de umidade entre 60% e 70%, é produto facilmente perecível, o que requer sua utilização nas primeiras 48 horas após a colheita, tanto sob a forma "in natura" ou como matéria-prima para obtenção de diferentes produtos, evitando assim, perdas decorrentes da deterioração primária de origem fisiológica, que reduz o período de aproveitamento entre a colheita e o beneficiamento, e que de acordo com Booth (1976), tem causado sérios problemas de mercado, ocasionando perdas consideráveis aos agricultores.

A secagem natural da mandioca sob a forma de raspas é efetuada, em geral, sobre piso a céu aberto e, como tal, depende da ação direta dos elementos climáticos, sendo este método prejudicado pela ocorrência das chuvas e pela ação da umidade elevada do ar no período noturno. Nestas condições de secagem, a raspa deve ser protegida sempre que ocorrerem chuvas ou durante a noite, para evitar que a umidade elevada dificulte a secagem e, conseqüentemente, comprometa a qualidade final do produto. A secagem sobre pisos dificulta a circulação de ar, exigindo o revolvimento constante da raspa para evitar que se deteriore.

Considerando essas condições e devido a mandioca produzida no Estado ser cultivada predominantemente por agricultores com limitadas condições econômicas, é relevante se introduzir melhorias tecnológicas de secagem com baixos custos. O objetivo deste trabalho é oferecer um secador de raspas de mandioca para ser usado em pequenas propriedades, de modo a aumentar o período de utilização das raízes após a colheita, visando atender à agroindústria e alimentação animal.

CARACTERIZAÇÃO GEOGRÁFICA E CLIMÁTICA DA ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado na Embrapa Amazônia Oriental, no município de Belém, PA (Fig. 1), com a estação de monitoramento meteorológico apresentando as seguintes coordenadas: 1° 28' de latitude sul, 48° 27' de longitude oeste de Greenwich e a 24m de altitude.

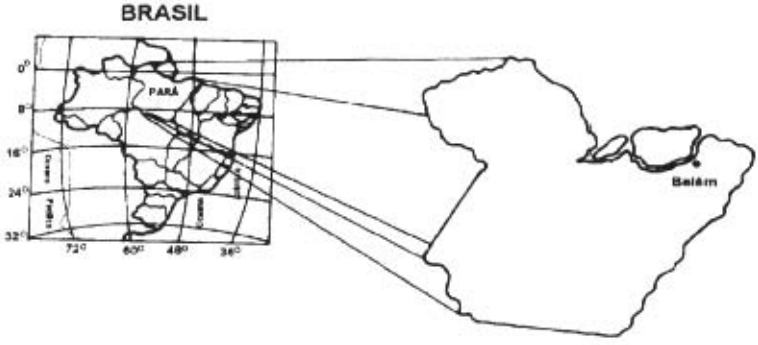

FIG. 1. Localização geográfica de Belém.

As características climáticas da região de Belém foram definidas como: temperatura e umidade do ar elevadas, precipitação pluviométrica abundante na maioria dos meses, e baixos valores de insolação, conseqüentemente de radiação solar. A média do período 1967-1994 assinala para a região de Belém, temperatura média de 26,3°C, umidade relativa de 83%, precipitação anual em torno de 2.900 mm e total de insolação da ordem de 2.300 h. A Fig. 2 mostra a distribuição mensal desses elementos climáticos, onde verifica-se que a temperatura e umidade do ar apresentam pequena oscilação mensal, enquanto que, a precipitação e insolação apresentam pronunciada flutuação durante o ano, mostrando curvas de distribuição de valores nitidamente opostas, evidenciando assim, que durante o período mais chuvoso, há redução das horas de insolação, o que vai determinar redução no potencial de secagem.

FIG. 3. Vista do secador solar mostrando a inclinação de 30° das bandejas.

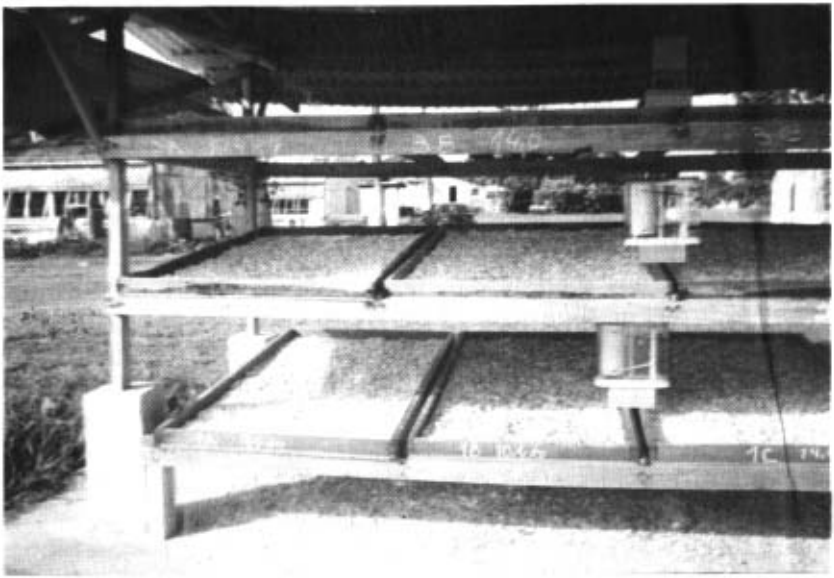

FIG. 4. Detalhes da distribuição das bandejas com raspas no secador.

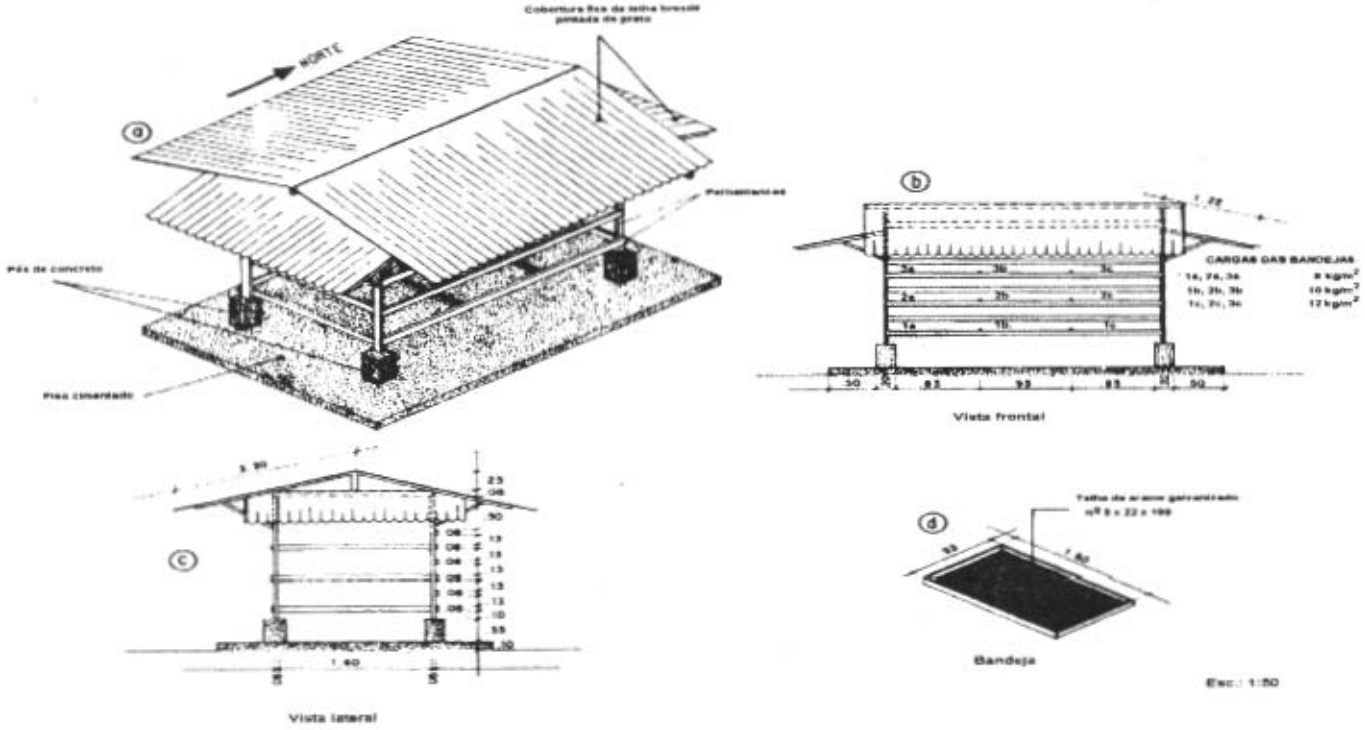

FIG. 5. Desenhos esquemáticos do secador solar para raspa de mandioca mostrando:
a) Perspectiva com a orientação Norte-Sul; b) Vista Frontal; c) Vista Lateral; d) Detalhe da bandeja.

CONSTRUÇÃO DO SECADOR SOLAR

O secador foi construído sob uma base de cimento com 0,10 m de altura com estrutura de madeira (pernamanca), e cobertura em telha fibrocimento (brasilit) pintada na cor preta, para permitir melhor absorção da radiação solar (Sears,1966; Resnick & Halliday, 1980), conforme pode ser visto nas Figs. 3 e 4.

Os materiais empregados na construção do secador solar com os respectivos preços e o custo total do secador são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Relação do material utilizado na construção do secador solar com os respectivos preços e custo total.

Discriminação do material	Unid.	Quant.	Preço (R$ 1,00)	
			Unit.	Total
Areia	m^3	0,5	8,00	8,00
Borracha para prego em telha fibrocimento (brasilit)	u	40	0,05	2,00
Cimento – saco de 50 kg	saco	04	7,00	28,00
Massa plástica p/juntas (juntacit)	u	01	2,90	2,90
Pernamanca comum de 4 m	u	20	3,21	64,20
Prego 2 x11	kg	04	1,80	7,20
Prego 3 x 9	kg	04	1,80	7,20
Prego para telha fibrocimento (brasilit)	u	40	0,05	2,00
Ripão de angelim	u	20	1,63	32,60
Tela de arame galvanizado 5 x 22 x 100	m	15	9,50	142,50
Telha fibrocimento (brasilit) 0,50m x 2,44m	u	12	3,90	46,80
Tinta a base de óleo preta fosca	galão	1/4	7,90	7,90
Total				351,30

Segundo Passos & Freire (1984), cuidados especiais devem ser tomados na escolha do local onde será construído o secador, evitando-se:

a) que fiquem encharcados no período chuvoso;

b) sombreamento em qualquer período do ano;

c) poluição nas formas de poeira, resíduos da queima de combustíveis fósseis ou não (descarga dos veículos, fuligem das chaminés) e outras;

Para melhor aproveitamento da eficiência da radiação solar e dos ventos durante o ano todo, o eixo longitudinal do secador deve estar orientado no sentido norte-sul, com a inclinação da cobertura voltada para a direção leste-oeste, conforme é mostrado na Fig. 5 (Estados Unidos, 1980).

CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Foi observada pequena variação de temperatura e umidade nos três níveis do secador. A Fig. 6 mostra a distribuição da temperatura, umidade e velocidade do vento em valores, horários, durante dois dias consecutivos de secagem (9 e 10 de outubro de 1996), onde verifica-se que durante a noite e nas primeiras horas da manhã, o ambiente nos três níveis do secador foi menos quente e mais úmido que nas demais horas do dia. O alto valor de umidade do ar, no secador, pode ser atribuído, em parte, à baixa velocidade do vento na área de estudo (Fig. 6), resultando, assim, em pequena ação da circulação do vento dentro do secador.

A secagem das raspas estendeu-se até o quarto dia, quando a umidade manteve-se abaixo de 14%, apresentando condições de armazenamento. O tratamento cuja carga foi de 8 kg/m^2 de raspa nos níveis mais baixos do secador (níveis 1 e 2), apresentou no segundo dia, uma redução de 50% de umidade, enquanto que, nas cargas mais altas de 10 e 12 kg/m^2, esta perda se deu somente no terceiro dia (Fig. 7).

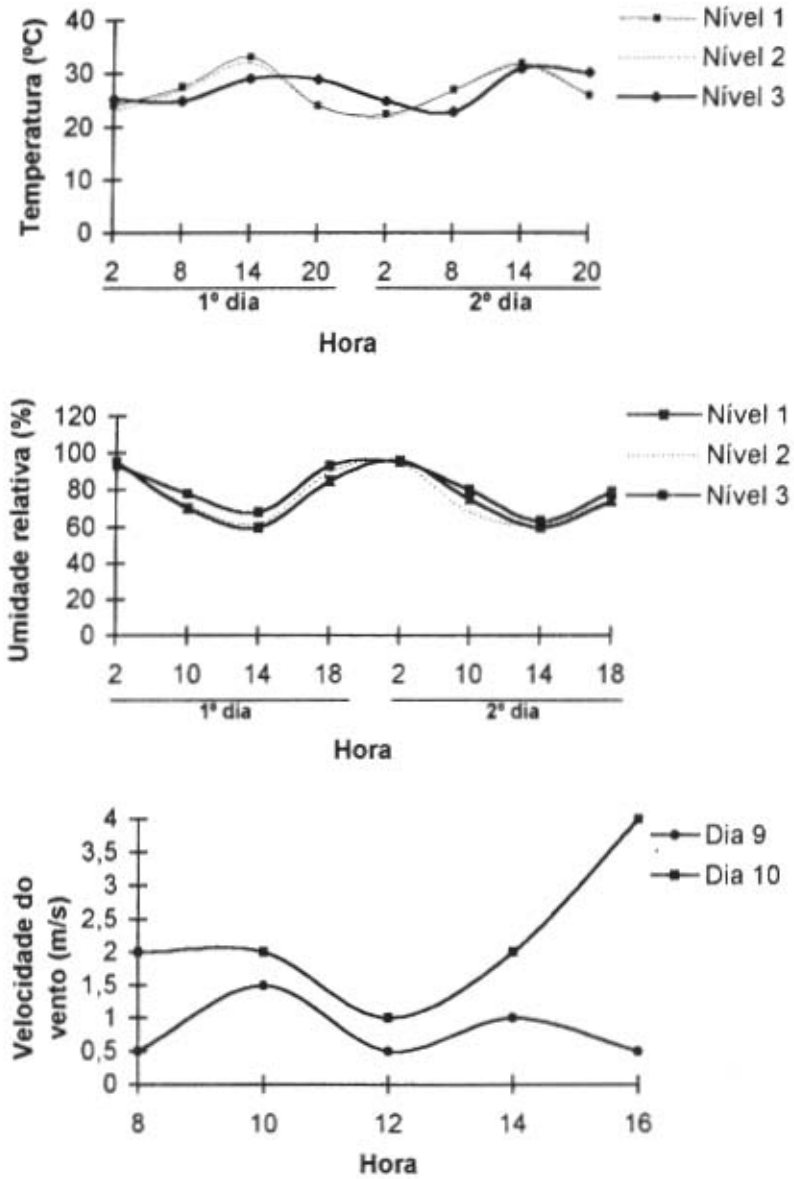

FIG. 6. Distribuição horária de temperatura e umidade do ar dentro do secador e da velocidade do vento na área experimental em Belém.

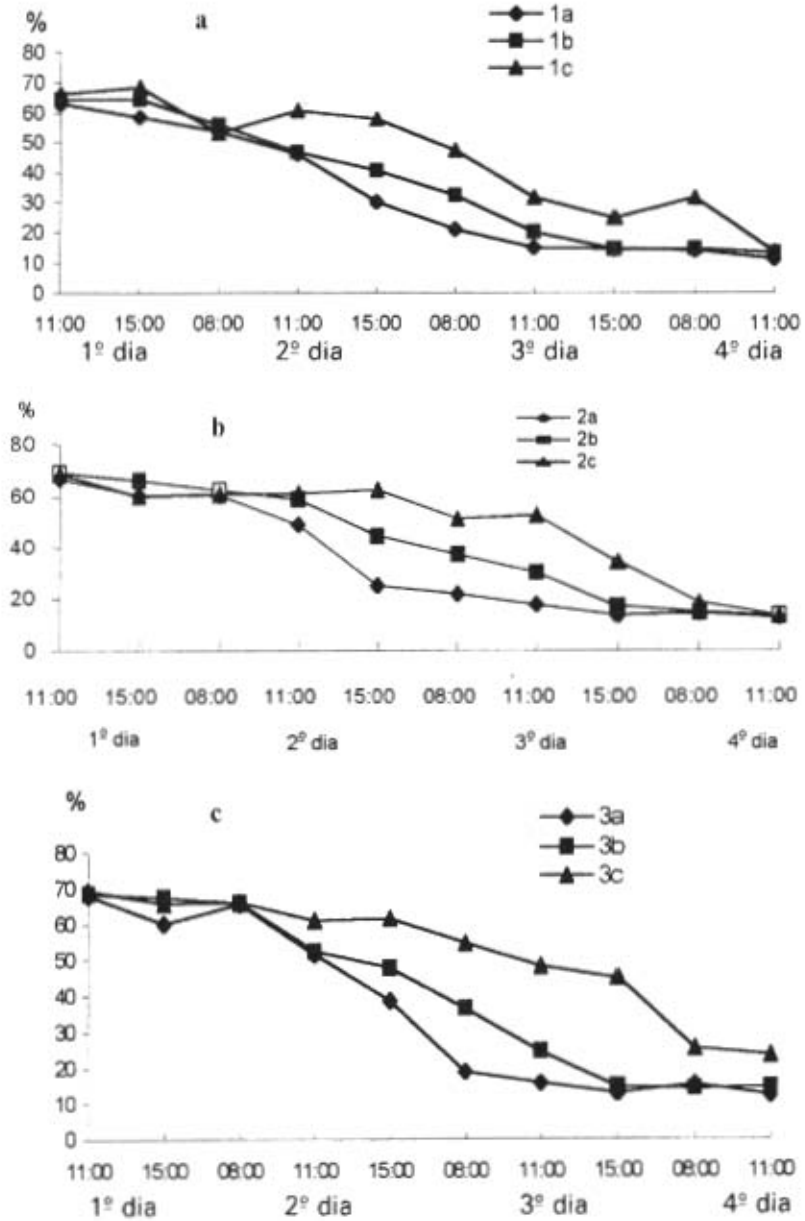

FIG. 7. Curvas de perda de umidade de raspas de mandioca nos níveis 1(a), 2(b) e 3(c) do secador com diferentes cargas nas bandejas.

Os valores abaixo de 13% de umidade foram observados nas bandejas que receberam 8 kg de raspa, independente do nível da bandeja, após 72 horas (três dias) de iniciado o processo de secagem. As bandejas com cargas 10 e 12 kg/m^2 atingiram a umidade inferior a 14% apenas nos dois níveis mais baixos do secador, portanto, como este secador possui nove bandejas, terá capacidade para secar 72 kg de raízes nos níveis 1 e 2, e 24 kg no nível superior, totalizando uma carga de 96kg. Estes valores foram semelhantes aos recomendados por Best (1979), que indica como carga ótima para secagem nas bandejas entre 10 e 12 kg /m^2. No nível mais alto, a 1,37m em relação ao piso, a umidade das raspas se manteve acima de 14% (Fig. 7).

O aumento das cargas nas bandejas retardou o processo de secagem, o que pode ser explicado pela baixa circulação do vento no secador, considerando-se que este é o mais importante componente climático na fase inicial de secagem, enquanto que, na fase final, quando as raspas atingirem umidade abaixo de 30%, a temperatura e a umidade do ar passam a assumir maior importância, de acordo com Best (1979). A queda da umidade do ar nas horas mais quentes do dia favoreceu o processo final de secagem, uma vez que nesta fase, a umidade do ar abaixo de 65% reduz o tempo de secagem da raspa. O mesmo não ocorreu no nível mais alto do secador, cuja umidade foi maior, prolongando o tempo final de secagem nas cargas mais alta das bandejas do secador.

CONCLUSÕES

Considerando as condições climáticas de Belém, com temperaturas e umidade do ar elevadas e baixa velocidade do vento no período estudado, a interpretação dos resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- O secador solar é eficiente na secagem de até 8 kg/m^2 de raspa de mandioca em todos os níveis das bandejas, sem prejuízo da qualidade.

- Para secagem de cargas mais altas, acima de 8 kg/m^2 (10 e 12 kg /m^2), os níveis mais baixos das bandejas (níveis 1 e 2) são mais eficientes.

- A proximidade do nível mais alto do secador com o telhado prolonga o tempo de secagem. Não é recomendada a secagem de raspas com as cargas mais altas como 10 e 12 kg/m^2

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J.A. de.; DINIZ, T.D. de A.S.; BASTOS, T.X. **Viabilidade de secadores solares para grãos no trópico úmido brasileiro**. Belém: Embrapa-CPATU, 1983. 19p. (Embrapa-CPATU. Circular Técnica, 45).

BASTOS,T.X; SILVA,M.M; SANTOS, A.R.; NASCIMENTO, F.R.X.; ANDRADE, V.M.S.; ROCHA, M.S.C.; PALHETA, M.C.P.; ALBÉRIO, I.A.S. **Energia eólica no Estado do Pará**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9., 1996, Campos do Jordão, S.P. **Anais**. [S.I.: s.n. 1996]

BEST, R. **Secamiento de la yuca**. Cali: CIAT, 1979. 26p. (CIAT. 05SC-4).

BOOTH, R.H. **Almacenamento de raizes de yuca**. Cali: CIAT, 1976. 20p. (CIAT. ES16).

DANTAS, J.L.L.; CUNHA, M.A.P. **A colheita e a pós-colheita da mandioca no Brasil**: estudo de caso. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1981. 29p.(Embrapa-CNPMF. Documentos, 1).

Estados Unidos. Department of Agriculture. **Low temperature & solar grain drying**: handbook. Ames, 1980. 86p. (USDA. MWPS, 22).

MÜHLBAUER, W. **Dil trocknung tropischer produchte**. [S.l.: s.n., 199-]. 10p.

PASSOS, F.J.V.; FREIRE, E.S. **Secagem natural de cacau em estufa solar**: resultados preliminares. [S.l.]: CEPLAC, [1984]. 10 p.

SEARS, F.W. **Física I. Mecânica movimento vibratório calor**. Rio de Janeiro. Livro Técnico, 1966. v.1. 678p.

RESNICK, R.; HALLIDAY, D. **Física 2**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1980. v.2. 309p.

ROSSI, S.J.; ROA, G. **Secagem e armazenamento de produtos agropecuários com uso de energia solar e ar natural**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio e Tecnologia/Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1980. 295 p.

Embrapa

Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura e do Abastecimento
Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/n, Caixa Postal 48,
Fax (91) 276-9845, Fone (91) 276-6333,
CEP 66095-100 e-mail: cpatu@cpatu.embrapa.br

GOVERNO FEDERAL