

UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE MANDIOCA NA PRODUÇÃO DE BANDEJAS DESCARTÁVEIS¹

Kátia Nicolau Matsui²
Fábio Donato Soares Larotonda²
Danielle de Bem Luiz²
Alfredo Tibúrcio Nunes Pires³
João Borges Laurindo^{2,4}

RESUMO

O processamento industrial da mandioca para a obtenção de fécula gera uma grande variedade e quantidade de resíduos, sendo o bagaço o principal resíduo sólido produzido nas fecularias. Esse material, quando descartado, além de poluir o meio ambiente, representa desperdício de uma matéria-prima que poderia ser mais bem aproveitada. Neste trabalho, o bagaço de mandioca foi misturado a fibras vegetais para a preparação de compósitos, que foram utilizados como matéria-prima para a produção de bandejas descartáveis. A técnica empregada na produção de bandejas de polpa moldada para acondicionamento de ovos foi adaptada para a fabricação dos compósitos e das bandejas. As bandejas de bagaço de mandioca adicionado de 10% de papel Kraft são semelhantes às de papelão, produzidas a partir de papel reciclado (bandejas de papel para ovos). As bandejas obtidas em laboratório foram resistentes o suficiente para permitir a sua utilização no acondicionamento de frutas e hortaliças. Assim, a utilização do bagaço na produção dessas bandejas pode ser uma boa alternativa para a transformação desse resíduo em um subproduto.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*, bagaço, subproduto.

¹ Aceito para publicação em 27.06.2003.

² Laboratório de Propriedades Físicas de Alimentos (PROFI). Dep. de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos/UFSC. Cx. P. 476, 88040-900, Florianópolis-SC, Brasil.

³ Grupo de Materiais Poliméricos (POLIMAT). Depto. de Química/UFSC. Cx. P. 476, 88040-900, Florianópolis-SC, Brasil.

⁴ Autor para correspondência: joao@enq.ufsc.br

ABSTRACT

USE OF CASSAVA BAGASSE TO PRODUCE DISPOSABLE TRAYS

The industrial processing of cassava to obtain starch generates a great variety of residues, with bagasse being the main solid residue produced. The improper disposal of this material represents an environmental problem and could be avoided by using this residue as a raw material to obtain biodegradable materials. In this work, the cassava bagasse was mixed with vegetal fibers to make disposable trays. The technique used to make disposable egg trays was adapted to make the trays. The trays made from cassava bagasse added with 10% of Kraft paper are similar to the ones used to pack eggs. The trays obtained in the laboratory were sufficiently mechanically resistant to be used for fruit and vegetable packing. The use of bagasse to produce disposable trays can be a good alternative for the transformation of this residue into a by-product.

Key words: *Manihot esculenta*, bagasse, by-product.

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das principais fontes industriais de amido, sendo cultivada em todo o território brasileiro e com grande consumo, uma vez que faz parte da cultura culinária brasileira (2, 5, 9). No processo para isolar a fécula, qualquer que seja a técnica utilizada, inicialmente as raízes de mandioca devem ser lavadas, descascadas e raladas, de maneira que os grânulos sejam liberados e separados das fibras e dos componentes solúveis (8, 9). O resíduo sólido (bagaço) resultante da etapa de extração é composto pelo material fibroso e da fécula que não foi extraída no processamento. A quantidade de bagaço produzido em fecularias é bastante elevada, em média cerca de 900 kg para cada tonelada de raiz processada, com 85% de umidade (4). A composição desse resíduo sólido pode variar, dependendo da origem da mandioca e da técnica de processamento, mas predominam carboidratos e fibras, com pequena quantidade de proteínas e lipídios (2, 5, 8).

O resíduo (também conhecido como bagaço ou farelo) de mandioca é um grande problema para as fecularias, pois, devido a sua elevada capacidade em reter água, o processo de secagem ou o seu transporte representa alto custo, não motivando os produtores a aproveitá-lo para outros fins. Com frequência, uma solução imediata é o depósito deste resíduo em terrenos próximos à indústria ou a sua utilização para a alimentação animal. O descarte indevido desse material representa um problema ambiental, além de desperdício de uma matéria-prima que poderia ser mais bem aproveitada (2).

Nos últimos anos, pesquisas vêm sendo realizadas na tentativa de transformar resíduos gerados pela agroindústria em subprodutos. Pandey et al. (5) utilizaram o bagaço de mandioca como substrato para processos microbianos, obtendo produtos com maior valor agregado, como compostos aromáticos e ácidos orgânicos. Raupp et al. (6) pesquisaram a utilização do bagaço na alimentação humana e obtiveram um produto farináceo que apresentou propriedades fisiológicas semelhantes às fibras alimentares insolúveis, característica distinta das farinhas de mandioca no comércio, constituindo-se em uma fonte potencial de fibra para a alimentação humana.

Vanzin et al. (7) utilizaram o bagaço de mandioca como enriquecedor de fibras na formulação de biscoitos. Os resultados dos biscoitos assados, com a adição de 10% de bagaço, demonstraram características de sabor e aparência semelhantes às dos biscoitos integrais, mostrando que esse material pode ser empregado na preparação desse tipo de alimento.

Não se tem conhecimento de trabalhos científicos tratando da utilização do bagaço de mandioca para a obtenção de materiais. A utilização de fibras vegetais incorporadas a suspensões de amido foi pesquisada por Curvelo et al. (3). Esses autores estudaram a obtenção de compósitos termoformados e destacaram a importância da utilização de uma quantidade adequada de fibras e de se fazer um pré-tratamento destas, para melhorar as propriedades mecânicas dos compósitos. Wollerdorfer e Bader (10) mostraram que a incorporação de fibras em materiais constituídos de amido termoplástico melhora significativamente as suas propriedades mecânicas, principalmente pela similaridade química entre as fibras vegetais e o amido.

Sabendo da importância de aproveitar esse resíduo e considerando a carência de publicações relacionadas ao aproveitamento do bagaço para a produção de embalagens, teve-se como objetivo neste trabalho utilizar a técnica de fabricação de bandejas de papel para ovos (técnica da polpa moldada) para a produção de bandejas descartáveis confeccionadas a partir da mistura de bagaço de mandioca com fibras vegetais.

MATERIAL E MÉTODOS

O bagaço de mandioca usado na obtenção das bandejas apresentou em sua composição 63,10% de amido e 36,88% de fibra bruta, em base seca.

As fibras que constituem o bagaço de mandioca, devido ao processamento de extração da fécula, apresentam comprimento próximo a 0,5 mm, o que não auxilia na obtenção de materiais mecanicamente

resistentes. Para contornar esse problema, foram adicionados ao bagaço papel Kraft e fibras de mandioca, por serem materiais de fibras longas, disponíveis a baixo custo no mercado. Os compósitos preparados foram: bagaço com a adição de 10% em massa de papel Kraft e bagaço com a adição de 10 ou 30% em massa de fibras de mandioca.

Amostras dos diferentes compósitos foram previamente secas em estufa e acondicionadas em dessecadores com umidades relativas (UR) distintas, obtidas por meio de soluções salinas saturadas, mantidas à temperatura constante de 35°C. As amostras foram pesadas periodicamente até atingirem peso constante, quando, por método gravimétrico, foram determinadas as umidades no equilíbrio. Esses dados permitiram construir as isotermas de sorção de umidade para os diferentes materiais analisados.

Os compósitos também foram submetidos aos ensaios de tensão-deformação seguindo a norma D828-97 da ASTM (1), em uma Máquina Universal de Ensaio de Tração, modelo DL2000, marca EMIC, a 25°C, com velocidade constante de operação de 5 mm min⁻¹, utilizando uma célula de carga de 500 N. Amostras com espessuras próximas de 1,00 mm foram selecionadas e acondicionadas em dessecadores com solução saturada de cloreto de sódio, proporcionando uma umidade relativa de 75% a 25°C, por sete dias.

O papel Kraft utilizado neste trabalho apresentava coloração marrom, com gramatura de aproximadamente 75 g/m².

Uma suspensão foi preparada pela adição de água ao bagaço, na proporção mássica de 10:1. Essa suspensão foi aquecida sob agitação e mantida a 70°C durante 40 minutos. Esse procedimento promoveu a gelatinização do amido aderido às fibras do bagaço, formando uma massa homogênea, que foi colocada em um misturador Meteor, modelo Rex-1, durante cinco minutos. Paralelamente, uma suspensão aquosa de papel Kraft também foi preparada em um misturador, na proporção de água/papel de 100:1 (v/m), e misturada durante dez minutos para a desagregação das fibras.

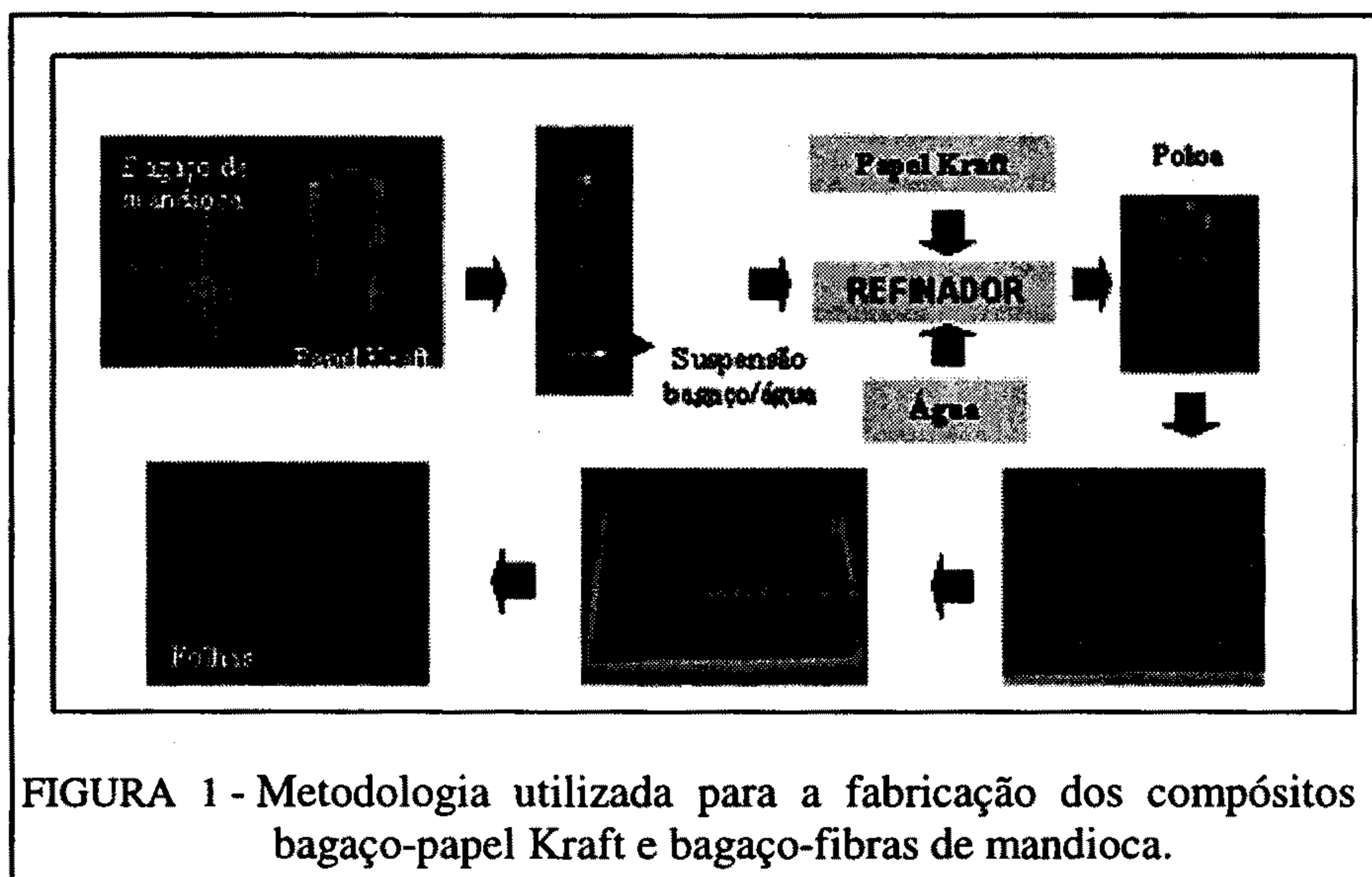
A suspensão bagaço-água foi misturada à suspensão papel Kraft-água e mantida sob agitação mecânica durante cinco minutos, de modo a obter uma polpa com relação mássica final bagaço/papel Kraft de 9:1. A técnica empregada para a obtenção do compósito bagaço-papel Kraft foi semelhante ao procedimento de obtenção de papel reciclado artesanal.

A polpa de bagaço com a adição de 10% de papel Kraft foi colocada em um recipiente com água na proporção água/polpa de 3:1 (v/v). Quadros com telas de náilon, de 30 × 40 cm, foram imersos nesse recipiente contendo a polpa fina e suspensos até a superfície, permitindo o escoamento da água e a permanência do material sobre as telas. Estas

foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar a 100°C durante duas horas, para secagem.

O compósito bagaço-fibras de mandioca foi preparado da mesma forma que o compósito bagaço-papel Kraft. A suspensão de bagaço foi misturada à suspensão de fibras de mandioca e mantida sob agitação mecânica durante cinco minutos, de modo a obter polpas com relações mássicas finais bagaço/fibras de mandioca de 9:1 e 7:3. Na Figura 1 apresenta-se a metodologia utilizada para a preparação dos compósitos.

A partir dos compósitos preparados, foram obtidos corpos de prova para a determinação da higroscopicidade (isotermas de sorção de umidade) e para os ensaios de tensão-deformação. As dimensões dos corpos de prova foram de 2,5 × 10,0 cm para os ensaios de tensão-deformação e de 4,0 × 4,0 cm para as isotermas. A espessura média de cada amostra foi medida em quatro pontos distintos com micrômetro digital, possibilitando a seleção de amostras com espessuras próximas.

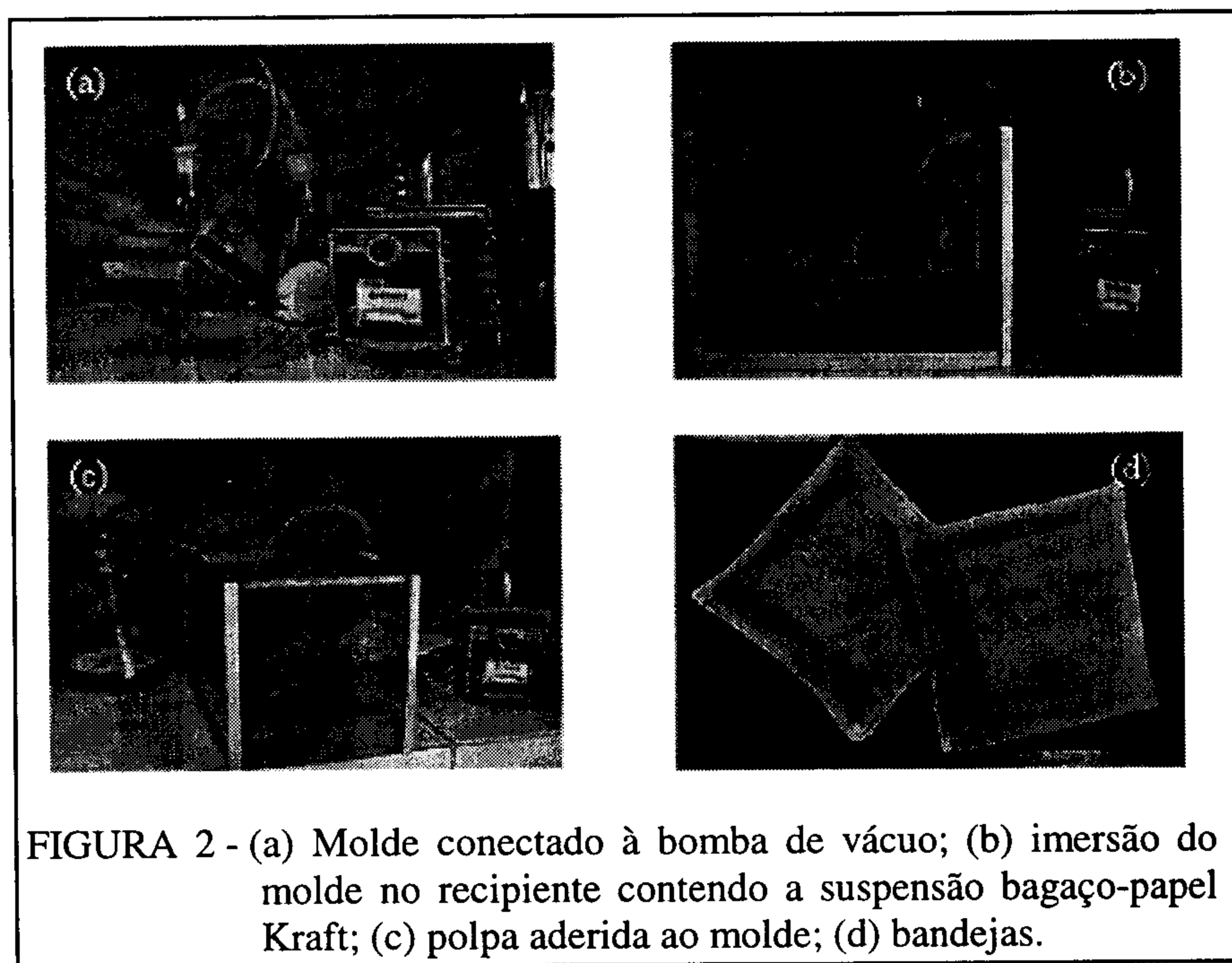


Os compósitos apresentaram características próximas a materiais de polpa moldada, como as embalagens de papelão para ovos. Assim, uma comparação entre estes tornou-se interessante.

A composição das bandejas de bagaço-papel Kraft foi preparada seguindo o procedimento utilizado para a obtenção dos compósitos. A técnica empregada na produção de caixas de papel para acondicionamento de ovos foi adaptada para a fabricação das bandejas.

Os quadros com telas de náilon, utilizados para a obtenção dos compósitos, foram substituídos por um molde formado por telas de aço, de

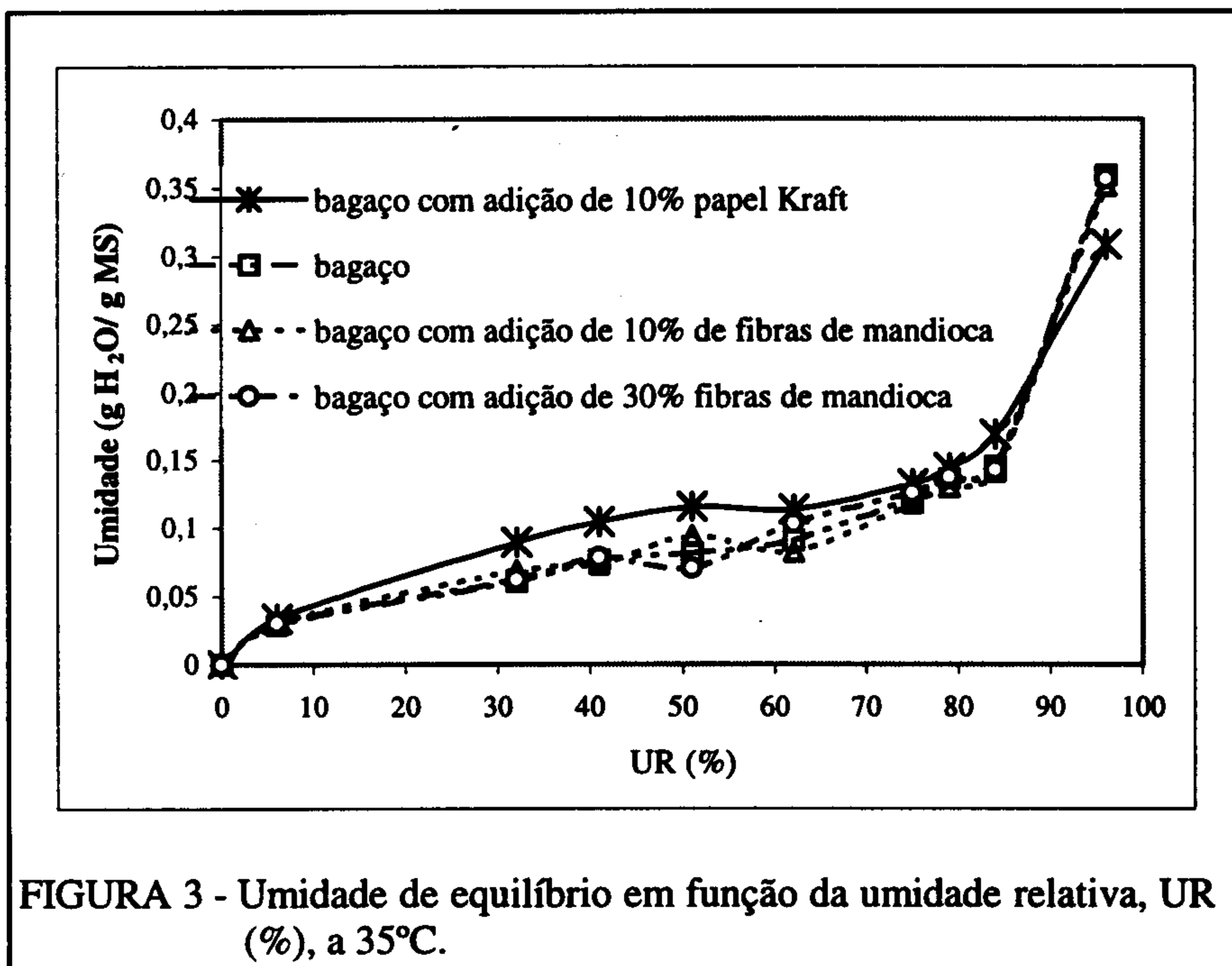
10 e 80 mesh, e por um suporte de aço inox. A tela de 10 mesh foi moldada na forma de uma bandeja quadrada, de 13,5 cm × 13,5 cm × 2,5 cm e recoberta pela tela de 80 mesh (Figura 2). No suporte de aço inox, localizado na parte superior do molde, foi feito um orifício no centro, que permitiu conectá-lo a uma mangueira de silicone ligada a uma bomba de vácuo. No momento em que o molde é imerso na suspensão e o vácuo é aplicado, a água atravessa a malha das telas e a polpa permanece aderida sobre elas, tomando a forma do molde (técnica da polpa moldada). Após esta etapa, o material foi levado para a estufa e seco a 100°C por duas horas. Na Figura 2 apresentam-se as etapas para a obtenção das bandejas de bagaço-papel Kraft.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como não se tem conhecimento de trabalhos científicos tratando da utilização do bagaço de mandioca para a obtenção de materiais, evitou-se no presente trabalho realizar comparações com outros materiais. Cabe ressaltar que se trata de um material novo, com características próximas do material das embalagens de celulose para ovos, produzidas com papel reciclado.

A incorporação de fibras vegetais ao bagaço de mandioca não influenciou significativamente na redução da higroscopicidade dos materiais preparados (Figura 3). Os compósitos (bagaço com adição de 10 e 30% de fibras de mandioca) apresentaram curvas de sorção de umidade semelhantes às do material preparado somente com o bagaço. O compósito (bagaço com adição de 10% de papel Kraft) apresentou higroscopicidade maior que os demais materiais em todas as umidades relativas, exceto naquelas acima de 90%, em que houve uma pequena redução na higroscopicidade, quando comparado aos demais compósitos.



Nos ensaios de tração foram utilizadas dez amostras para cada compósito preparado e dez amostras da polpa moldada das embalagens de papelão para ovos, possibilitando a obtenção de valor médio de alongamento e tensão para cada material.

O alongamento máximo dos diferentes compósitos preparados foi praticamente o mesmo, apresentando valores entre 1,5 e 2% (Figura 4). A polpa moldada apresentou um alongamento maior, próximo a 3,5%. A diferença entre os alongamentos da polpa moldada e dos compósitos pode estar diretamente relacionada à composição, já que a polpa moldada é constituída basicamente de fibras longas, obtidas a partir de papéis reciclados, sendo estas fibras responsáveis pela sua maior capacidade de deformação.

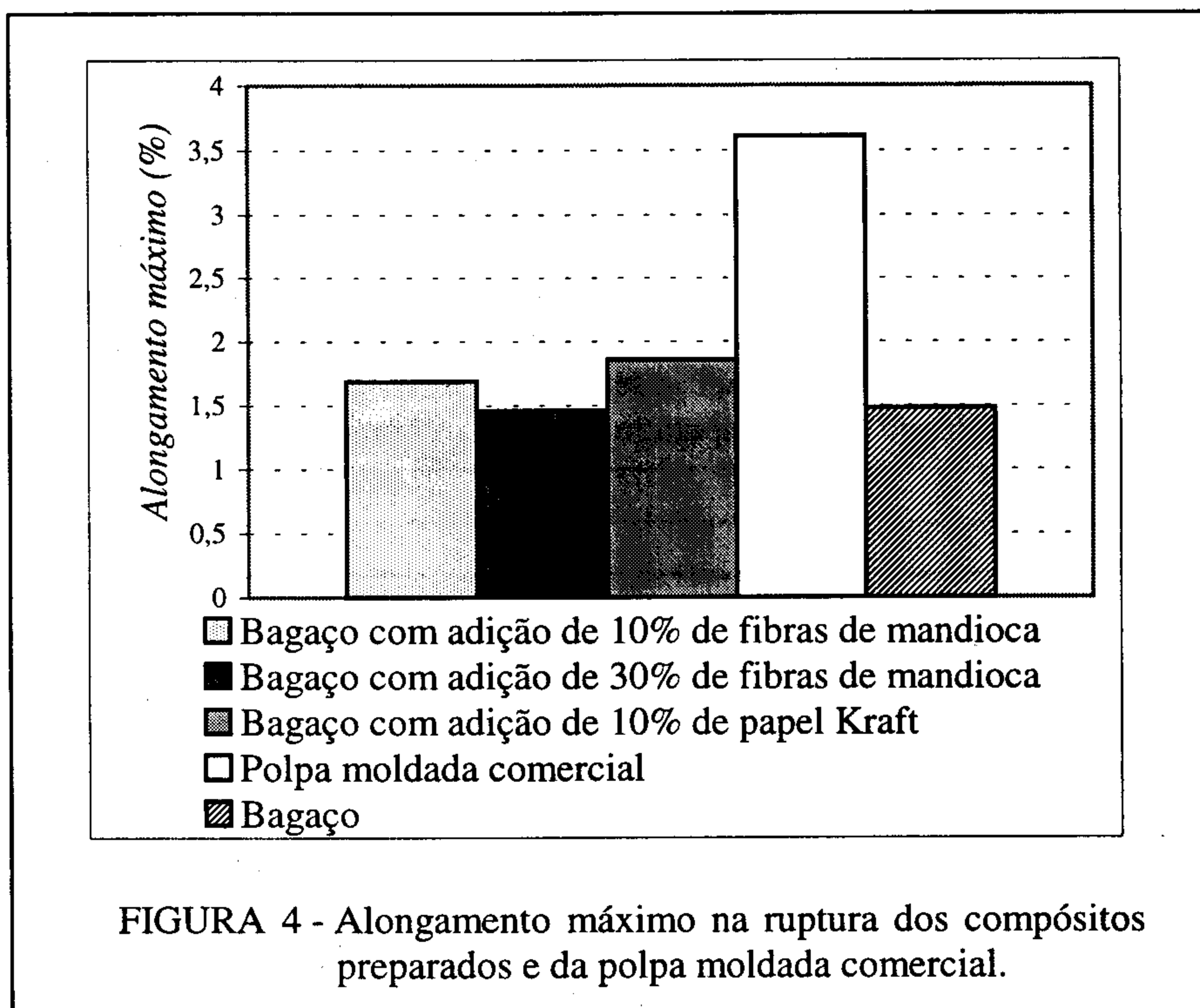


FIGURA 4 - Alongamento máximo na ruptura dos compósitos preparados e da polpa moldada comercial.

A tensão de aproximadamente 4,0 MPa, suportada pelo compósito bagaço-papel Kraft, foi a que mais se aproximou dos resultados obtidos com a polpa moldada (Figura 5). Os demais compósitos suportaram tensões inferiores, da ordem de 2,5 MPa. Esses resultados permitiram a escolha do compósito com as melhores propriedades mecânicas.

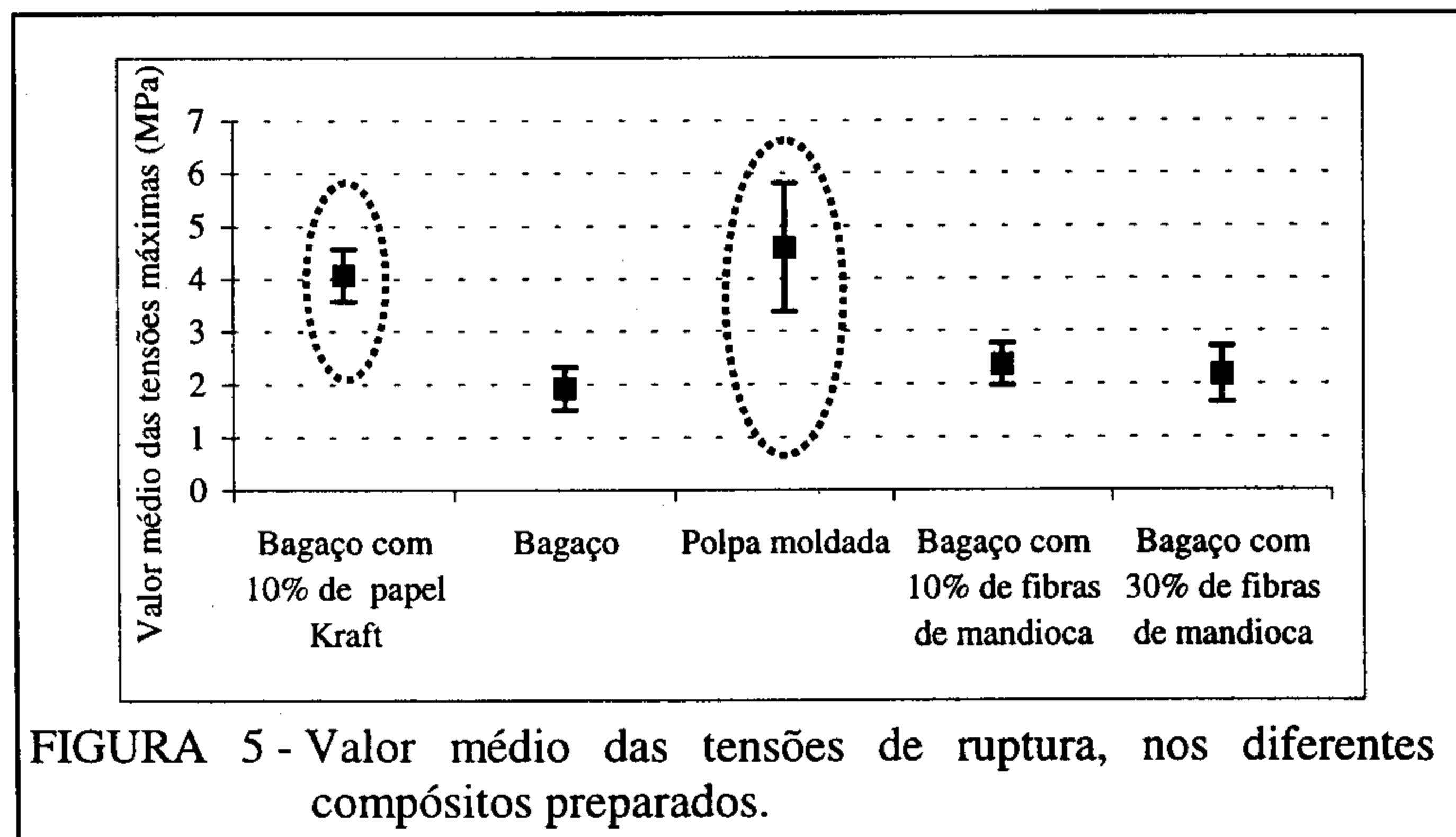


FIGURA 5 - Valor médio das tensões de ruptura, nos diferentes compósitos preparados.

A partir do compósito bagaço-papel Kraft foram produzidas as bandejas descartáveis, em laboratório. As bandejas de bagaço-papel Kraft apresentaram dimensões de $13,5 \times 13,5 \times 2,5$ cm, espessura de 2,0 mm, superfícies típicas de material de polpa moldada, coloração bege e peso em torno de 20 g. Na Figura 6 (a) estão as bandejas acondicionando frutas e hortaliças, e, na Figura 6 (b), o empilhamento de bandejas acondicionando hortaliças. O peso suportado pelas bandejas, no empilhamento, foi de 1.140 g, não tendo estas apresentado deformações ou rachaduras.

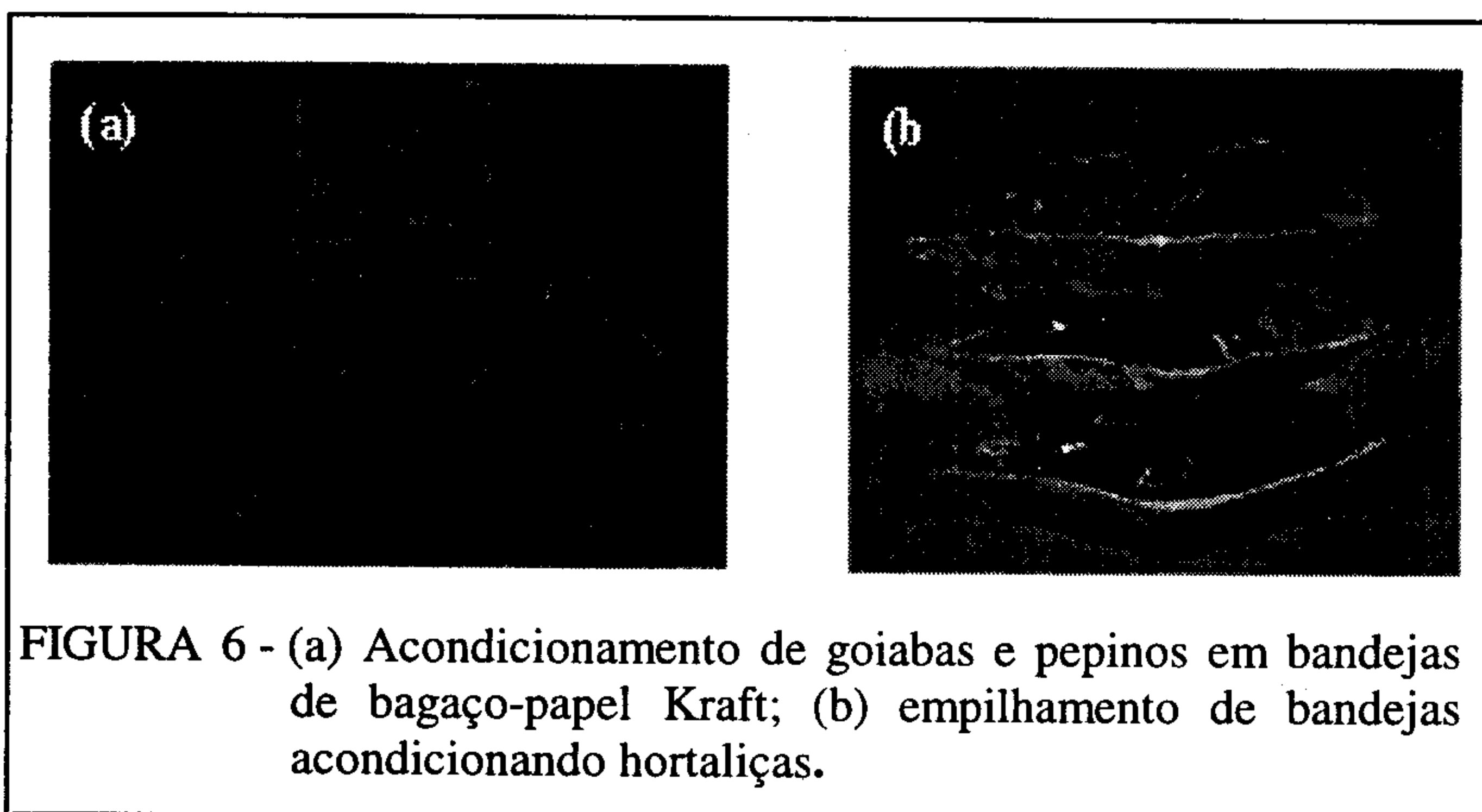


FIGURA 6 - (a) Acondicionamento de goiabas e pepinos em bandejas de bagaço-papel Kraft; (b) empilhamento de bandejas acondicionando hortaliças.

CONCLUSÕES

1) O bagaço de mandioca adicionado de 10% de papel Kraft pode ser utilizado para a fabricação de bandejas de polpa moldada com características adequadas para o acondicionamento de alimentos.

2) A adição de fibras de mandioca (proveniente de farinheiras) ao bagaço não se mostra viável.

3) Estudos complementares devem ser feitos buscando utilizar as fibras das folhas e caules da mandioca como fonte de fibras longas na mistura com o bagaço. Esta alternativa pode viabilizar o processo de produção de bandejas de bagaço, pois esses materiais estão disponíveis sem custos e no local de produção.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de mestrado da autora Kátia Nicolau Matsui, e ao CNPq (Projeto Agricultura Familiar-520956/01-0), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard test method for tensile properties of paper and paperboard using constant-rate-of-elongation apparatus, D828-97, 1997.
2. CEREDA, M. P. Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo, Paulicéia, 1994, p. 11-3.
3. CURVELO, A. A. S.; CARVALHO, A. J. F. & AGNELLI, J. A. M. Thermoplastic starch-cellulosic fibers composites: preliminary results. *Carbohydrate Polymers*, 45:183-8, 2001.
4. LEONEL, M.; CEREDA, M. P. & ROAU, X. Aproveitamento de resíduo da produção de etanol a partir de farelo de mandioca, como fonte de fibras dietéticas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19:241-5, 1999.
5. PANDEY, A.; SOCCOL, C. R.; NIGAM, P.; SOCCOL, V. T.; VANDENBERGHE, L. P. S. & MOHAN, R. Biotechnological potencial of agro-industrial residue II: Cassava bagasse. *Bioresource Technology*, 74:81-7, 2000.
6. RAUPP, D. S.; MOREIRA, S. S.; BANZATTO, D. A. & SGARBIERI, V. C. Composição e propriedades fisiológico-nutritivas de uma farinha obtida rica em fibra insolúvel do resíduo fibroso de fecularia de mandioca. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 19:205-10, 1999.
7. VANZIN, V.; FERREIRA, D. T. L. & BACK, C. Aproveitamento da massa residual obtida na extração de fécula de mandioca para elaboração de biscoitos com alto teor de fibras (2). In: I Encontro Nacional de Difusão Tecnológica, Medianeira-PR, 2002. Anais, CEFET-PR, 2002, p.162-3.
8. VILELA, E.R. & FERREIRA, M.E. Tecnologia de produção e utilização do amido de mandioca. *Informe Agropecuário*, 13(145):60, 1987.
9. WHISTLER, R. L.; BEMILLER, J. N. & PASCHALL, E. F. *Starch, chemistry and technology*. 2ed. 1984. p. 469- 75 e 575-91.
10. WOLLERDORFER, M. & BADER, H. Influence of natural fibres on the mechanical properties of biodegradable polymers. *Industrial Crops and Products*, 8:105-12, 1998.