

## PAPEL ESPECIAL NAS ARTES VISUAIS

Solange Maria Leão Gonçalves<sup>1</sup>

### RESUMO

A parte aérea da planta da mandioca é considerada um resíduo agrônômico com grande volume gerado no Brasil, o segundo maior produtor mundial dessa cultura. O caule e ramificações representam 81% da parte aérea em plantas adultas e por sua alta disponibilidade e também por apresentarem grande concentração de fibras, em torno de 30,18% em peso seco, é um resíduo que apresenta possibilidades de utilização como matéria-prima não madeira na produção de polpa celulósica. Sob tais considerações, o presente trabalho abordou aspectos de obtenção de polpa celulósica deste resíduo agrônômico da mandioca para fabricação de papéis especiais, com posterior avaliação de sua aplicação nas artes visuais.

**Palavras-chave:** Resíduos Agrônômicos, Mandioca, Papeis Especiais, Artes Visuais

### Abstract

The air part of the cassava plant is considered an agronomical residue due to the great volume produced in Brazil, the second biggest world producer of this plant. It is a residue which presents possibilities of being used as a non-wooden raw material in the production of pulp due to the fact that its stem and presenting a high concentration of fibers, which accounts for 30,18% in try weight. Under such considerations, this paper dealt with the aspects of the pulp obtaining process of this cassava agronomical residue for the production of special papers, with further assessment of its use in the visual communication.

**Keywords:** Agronomical Residue, Maniva, Special Papers, Visual Arts.

<sup>1</sup> Professora Doutora,  
Departamento de Artes  
e Representação  
Gráfica - FAAC – UNESP,  
solange@faac.unesp.br

## 1. INTRODUÇÃO

A problemática do descarte de resíduos agrônômicos é uma das preocupações presentes em nosso planeta. Nesse contexto, estudou-se a possibilidade de utilização da parte aérea da planta da mandioca considerada um resíduo gerado em abundância em grandes plantações. O aproveitamento do caule da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) pode representar uma alternativa em potencial na produção de polpa celulósica por tratar-se de um resíduo rico em fibras, podendo ser classificado como matéria prima não madeira e dessa forma valorizar um resíduo, transformando-o em subproduto, polpa celulósica, contribuindo para a minimização de impactos ambientais.

Neste trabalho foi pesquisado o caule da planta mandioca, variedade Fécula Branca, para a produção de papeis especiais. Esse resíduo, originário da colheita dos canteiros experimentais do CERAT (Centro de Estudos de Amidos e Raízes Tropicais), passou por uma série de procedimentos como a polpação pelo processo Kraft, por representar menor comprometimento ecológico; por apresentar grande flexibilidade com relação às espécies de madeira; pela possibilidade de recuperação do licor utilizado ser economicamente viável e também por resultar numa boa qualidade de celulose. Além desses, os testes físico-mecânicos que foram desenvolvidos de acordo com a TAPPI (Technical Association of Pulp and Paper Industry).

Por constituir-se num elemento que estabelece a comunicação, seja ela escrita ou como suporte para as artes plásticas, este papel poderá protagonizar novos valores, trazendo a tona suas potencialidades, bem como características próprias em termos de tecnologia, aparência e aplicações. Neste trabalho a intenção é considerar a própria superfície do papel como um elemento plástico que poderá servir de suporte para a inserção de elementos gráficos, como desenhos, cores e texturas.

## 2. Procedimentos de polpação

O processo kraft consiste na utilização de uma mistura dos sais  $\text{Na}_2\text{S}$  (sulfeto de sódio) e  $\text{NaOH}$  (hidróxido de sódio) em água e aquecidos a uma temperatura de 160 a 180° C por aproximadamente 60 minutos, para acelerar a retirada dos extrativos que impedem a polpação. (TAPPI, 1996). Para tal procedimento as hastes das plantas da mandioca, representadas na Figura 1, foram coletadas com antecedência de 120 dias, tiveram suas folhas e partes verdes removidas e foram cortadas em partes de 3 a 5 cm para a caracterização físico-química do resíduo, demonstrados na Figura 2.



Figura 1: Haste da planta da mandioca



Figura 2: Partes descascadas da haste da mandioca.

Na sequência foram passadas em moenda e colocadas para secar ao tempo. Antes do processamento no digestor, este material foi umedecido por submersão durante 12 horas, a seguir foram passados em moinho de martelo sem tela e após a secagem ao tempo tiveram suas cascas removidas.

Foram realizados procedimentos necessários para a formação das folhas de papel, de acordo com as normas da (TAPPI T 402 cm-93). Na primeira etapa a polpa celulósica, exibida na Figura 3, foi refinada em moinho Jokro Mühle, em seis etapas diferentes, para a obtenção de diferentes resultados de refinamento. Numa segunda etapa, depois de refinada a polpa celulósica foi desintegrada, diluída em água e homogeneizada em seguida foram formados os corpos de prova, (Figura 4), em equipamento formador de folhas do tipo Köthen Rapid seguido de secagem em estufa durante 10 minutos, em temperatura de 60° C e acondicionadas finalmente em ambiente climatizado, nas condições de 50 ± 2% de umidade relativa e temperatura de 23 ± 2° C (TAPPI T 402om-93).



Figura 3: Polpa Celulósica.



Figura 4: Corpo de prova.

### **3. Análises Físico-mecânicas nos corpos de prova**

Os corpos de prova na forma de folhas foram, segundo metodologia exposta por Barrotti e Bergman (1988), utilizados para as análises físico-mecânicas onde as cinco melhores folhas foram selecionadas, excluindo-se aquelas que apresentam linhas ou marcas de água, dobras ou outras anomalias visíveis. Foram realizadas análises de permeância ao ar, gramatura, espessura, volume específico, resistência e índice de tração, resistência e índice de rasgo e resistência ao arrebentamento.

#### **3.1. Permeância ao ar**

Denomina-se permeância ao ar a facilidade com que um determinado volume de gás ou vapor passa por uma folha de papel, sob uma diferença de pressão e o resultado depende do número, tamanho, forma e distribuição dos poros no material. A permeância ao ar das folhas formadas foram medidas em equipamentos onde se mede o tempo em segundos necessário para que um volume de 300 cm<sup>3</sup> de ar passe por uma determinada área do papel. (TAPPI 460 om-96). Neste ensaio foram utilizadas as três folhas de papel e realizadas duas medidas em cada uma.

#### **3.2. Gramatura**

A gramatura é determinada através da relação entre massa de uma amostra de papel e sua área. A unidade de expressão é dada em grama/centímetro quadrado. A medição foi realizada em 5 corpos de prova, em uma balança onde é possível ler diretamente a massa em gramas por metro quadrado, quando se pesa uma folha de área determinada. Por afetar a maioria das propriedades do papel, é costume referir algumas propriedades à gramatura, como o índice de tração que é o quociente entre a resistência à tração e a gramatura.

#### **3.3. Espessura**

A espessura média de cada folha de papel foi determinada por um micrometro padronizado que possui dois discos planos e paralelos, entre os quais se coloca 5 folhas

de papel a uma pressão constante e realizou-se 10 leituras em pontos selecionados casualmente por um medidor de espessuras automático (TAPPI T 220 sp-96).

Para realizar os testes de resistência ao rasgo, arrebatamento e tração, as folhas foram cortadas como mostra a Figura 5.

Conforme o esquema da Figura 5, as folhas de papel com diâmetro de 20 cm foram dobradas ao meio e com guilhotina específica foram cortadas duas tiras de 15 mm de largura para o teste de tração. Na sequência, a metade de cada folha foi cortada em formato quadrangular, também em guilhotina específica, para a realização do teste de rasgo e a outra metade da folha foi utilizada para o teste de arrebatamento ou estouro.

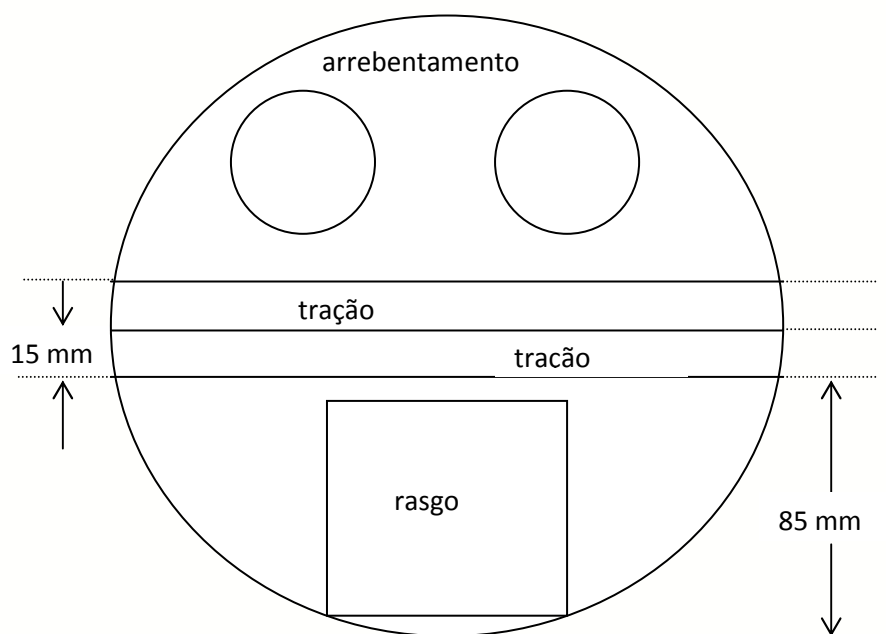


Figura 5: Esquema do corte das folhas de papel para os testes físico-mecânicos. Fonte: (Horimoto – 2006)

### 3.4. Resistência e índice de tração

Para a determinação da resistência a tração, os corpos de prova foram submetidos a um esforço de tração uniforme e crescente até sua ruptura. O equipamento utilizado foi um dinamômetro automático. A resistência a tração foi calculada pela média das 10 tiras de papel extraídas das 5 folhas e os outros valores obtidos foram reportados em kN/m e foi calculado segundo Equação VI ( TAPPI T 494 om-96).

$$RT = \frac{FM}{L} \quad (\text{Equação VI})$$

RT = resistência à tração, kN/m

FM = força máxima, N

L = largura da tira, mm

### 3.5. Resistência e índice de tração

O índice de tração foi calculado segundo Equação VII

$$IT = \frac{RT \times 1000}{G} \quad (\text{Equação VII})$$

IT = índice de tração, N.m/g

RT = resistência à tração, kN/m

G = gramatura, g/m<sup>2</sup>

A resistência ao rasgo foi medida em um aparelho tipo pêndulo Elmendorf, que mediu o trabalho necessário para que as folhas de papel se rasgassem, a uma distância fixa, depois de o rasgo ter sido iniciado por uma faca adaptada ao aparelho, o pêndulo foi solto, completando o rasgo. O trabalho despendido nesta operação foi marcado em escala de 0 a 100, fixada no próprio aparelho. A força média necessária para rasgar uma só folha com a distância fixada foi expressa segundo Equação VIII e o índice de rasgo foi determinado conforme Equação IX (TAPPI T 414 om-98).

$$RR = \frac{16 \times L}{n} \times 9,81 \quad (\text{Equação VIII})$$

RR = resistência ao rasgo em mN;

L = média das leituras, gf;

n = número de folhas ensaiadas em conjunto

$$IR = \frac{RR}{G} \quad (\text{Equação IX})$$

IR = índice de rasgo, mN.m<sup>2</sup>/g  
RR = resistência ao rasgo, mN  
G = gramatura, g/m<sup>2</sup>

### 3.6. Resistência ao arrebentamento e índice de arrebentamento

Para a determinação da resistência ao arrebentamento foi utilizado um aparelho Mullentester, onde o corpo de prova submetido ao ensaio foi preso rigidamente entre dois anéis concêntricos e a ele foi aplicada uma pressão uniforme e crescente, transmitida por um diafragma elástico de área circular. A pressão limite no momento da ruptura é chamada de resistência ao arrebentamento e é expressa em KPa. O índice de arrebentamento foi determinado pela Equação X (TAPPI T 403 om-96).

$$IA = \frac{P}{G} \quad (\text{Equação X})$$

IA = índice de arrebentamento, kPa.m<sup>2</sup>/g  
P = pressão média, kPa;  
G = gramatura, g/m<sup>2</sup>

Tabela 1: Valores médios dos testes físico-mecânicos aplicados em folhas de papel obtidos da polpa do caule da mandioca.

Amostra	gramatura (g/m <sup>2</sup> )	espessura (µm)	permeância ao ar (s/300cm <sup>3</sup> )	PEA (g/cm <sup>3</sup> )	IR (mN.m <sup>2</sup> /g)	IT (Nm/g)	IA (kPa.m <sup>2</sup> /g)
1	51,72	147,0	27,9	0,147	8,84	35,38	1,59
2	50,05	109,4	24,72	0,109	9,13	59,10	2,67
3	49,91	95,6	65,14	0,095	9,16	80,54	2,62
4	49,44	78,4	-	0,078	9,25	88,10	3,4

Legenda:

PEA: peso específico aparente  
IR: índice de rasgo  
IT: índice de tração  
IA: índice de arrebentamento

### 3.7. Tratamento de Superfície

O tratamento dado à superfície do papel é que vai determinar o sucesso do resultado pretendido. Para o tratamento de superfície, algumas máquinas dispõem de prensa de

colagem, que é um equipamento destinado a impregnação superficial do papel com produtos para as variadas finalidades a serem propostas. Como exemplo: em papel offset na prensa de colagem é aplicada uma solução de amido cozido, dando a esse papel melhores qualidades de impressão, mais resistência na superfície e uniformidade na absorção da tinta (SENAI, 2001).

Existem outros tratamentos efetuados na superfície do papel para melhorar seu desempenho. Uma é a aplicação de monolúcido (papel monolúcido) que tem como característica uma das faces brilhantes e a outra face áspera e é produzido a partir do contato e pressão da folha, a 65% de secagem, contra um cilindro de ferro, polido e de grande diâmetro.

Outro tratamento é a aplicação de couché (papel couché) em uma ou nas duas faces do papel. A solução couché é uma dispersão de pigmentos como o caulim, dióxido de titânio, carbonato de cálcio entre outros com ligantes sintéticos como emulsão de estireno-butadieno, emulsão de acrilatos, álcool polivinílico e acetato de polivinila e naturais como amido, caseína, proteína de soja e gelatina animal. Usando também aditivos como soda, dispersantes, corantes de matizagem, insolubilizantes, antiespumantes e lubrificantes que irão conferir características especiais à solução e também ao papel revestido (SENAI, 2001).

Craig (1987) afirma que a intenção de qualquer planejador gráfico é a de obter a mais alta qualidade possível no seu trabalho impresso e esclarece que muitas das dificuldades nos variados tipos de impressão são normalmente causados pelo papel, pela impressora, pela chapa de impressão ou pela tinta e cita os mais comuns: arrancamento, atravessamento, baixa aceitação da tinta, baixa resistência à abrasão, baixa resistência ao atrito, blocagem, cristalização, decalque, deposição de tinta, dublagem, emulsificação, esmagamento, espalhamento, fantasma, fora de cor, formação de casca, halos, impurezas, tinta papel, manchas, moiré (efeito ótico indesejável produzido pela superposição de retículas), não fechamento, papel enrugado, registro falho, secagem lenta, tinta na água, transparência e velatura.

Nos papéis especiais obtidos do resíduo agrônômico do caule da mandioca, a intenção foi manter a cor natural do papel, sem tratamentos em sua superfície e sem aditivos para o clareamento, assim, a cor natural do papel teve importância preponderante nos resultados artísticos. Essa cor morena que remete a valores da origem do povo brasileiro, correspondentes ao tropicalismo do Sul do Equador, tornou-se uma alternativa com potencial positivo para o contexto das artes, o que pode ser observado nos ensaios realizados por alunos do curso de Educação Artística da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP.

#### **4. Técnicas artísticas**

##### **4.1. Impressão fotográfica por Transfer**

Na impressão fotográfica realizada por transfer (Figuras 6 e 7) não houve dificuldade. O papel se mostrou receptivo, contudo houve modificação nas cores e as nuances propostas na matriz foram modificadas. Isto se deve ao fato do material utilizado ser



uma película transparente fazendo com que a cor do papel prevaleça. A textura do papel foi favorável à aderência do transfer.



Figura 6: Matriz para transferência



Figura 7: Impressão fotográfica (transfer)

#### 4.2. Serigrafia

O papel do caule da mandioca recebeu muito bem a técnica da serigrafia. Não houve vazamento e nem atravessamento da tinta no papel. Pode-se afirmar que este papel é uma alternativa para esse tipo de impressão conforme se pode observar na Figura 8.

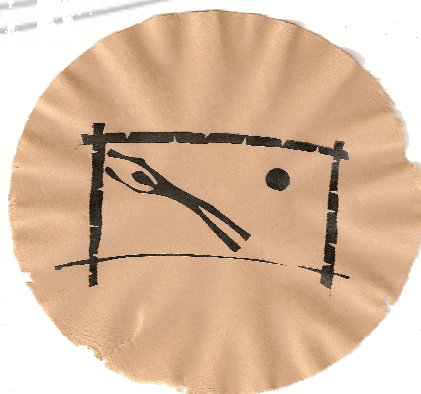


Figura 8: Impressão serigráfica

#### 4.3. Aguada com tinta nanquim

Nas pinturas com tinta aguada aplicada com pincel (Figura 9) ocorreu atravessamento da tinta, contudo, não a ponto de danificar o papel nem o resultado do trabalho.



Figura 9: Aguada com tinta nanquim

Os ensaios com caneta e pouca água com aguada se mostraram bastante satisfatórios, pois os traços com caneta foram muito bem recebidos pelo papel e a aguada não danificou o papel. Na Figura 10 é possível observar que os traços estão nítidos e sem espalhamento da tinta.



Figura 10: Desenho com caneta e aguada (nanquim)

#### 4.4 Giz pastel oleoso e giz pastel seco

O giz pastel, por sua alta concentração de pigmentos, resulta em pinturas com grande variação de tons. A receptividade deste papel ao giz pastel foi positiva revelando-se um suporte adequado. Ainda que este papel não possua alta gramatura, sua superfície é bem porosa e resultou numa textura valiosa para a aderência dos pigmentos do giz pastel. Sobre os desenhos e pinturas foi aplicada uma camada de fixador a base de benzina e resina âmbar. (Figuras 11 e 12)



Figura 11: Pintura com giz pastel oleoso



Figura 12: Giz pastel seco

#### 4.4. Desenho e pinturas com carvão

Os desenhos e pinturas com carvão surpreenderam pela forma com que o papel do caule da mandioca recebeu os traços, mostrando-se adequado, tanto para o desenho quanto para a pintura. Nos desenhos e pinturas a carvão foi aplicado fixador à base de álcool e resina âmbar, e o papel recebeu muito bem este produto. Os trabalhos com carvão podem ser observados nas Figuras 13 e 14.



Figura 13: Desenho com carvão



Figura 14: Desenho com carvão

#### 4.5. Pinturas com tinta guache

A tinta guache sobre a superfície do papel do caule da mandioca foi muito bem aceita, não ocasionou enrugamento do papel e também não houve atravessamento no verso do papel, embora a tinta guache tenha grande quantidade de água em sua composição. As cores aderiram com facilidade e não se espalharam para os lados. O resultado pode ser observado na Figura 15.



Figura 15: Pintura com tinta guache

#### 5. Considerações finais

Como papel especial neste trabalho a intenção foi considerar a própria superfície e cor natural como um elemento plástico, não somente para a inserção de elementos gráficos, com cores e texturas, mas, também como sendo o produto papel o próprio objeto. Existem outros aspectos a serem analisados, pensados e solucionados, de forma a explorar sua potencialidade buscando novas possibilidades, trabalhando efetivamente

desde o desenvolvimento do produto para que as experimentações sejam incorporadas ao próprio design da superfície do papel.

### Referências

BARROTI, S. L. B.,; BERGMAN, S. Propriedades do papel e ensaios sua avaliação. In: D'Almeida M. L. O. (Coord.) **Celulose e papel: tecnologia de fabricação do papel**. 2 ed. São Paulo: IPT. 1988.

CRAIG, J. **Produção gráfica**. São Paulo: Nobel, 1987. 207p

HORIMOTO, L.K. **Modificação química em amidos de tuberosas tropicais para utilização em processo de fabricação de papéis**. 2006. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

SENAI-SP. **Notas de aula sobre a fabricação de celulose, papel e cartões**. São Paulo: SENAI "Theobaldo Nigris", 2001. 56 p.

TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. TAPPI Standard Methods. T 220 om-88. 1996

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry.T 460 om-96. **Air resistance of paper (Gurley method)**, sp. 1996.

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Official Test Methods, Provisional Test Methods, and Useful Test Methods - Fibrous Materials and Pulp Testing. Atlanta, USA, 1998.

TAPPI – Technical Association of the Pulp and Paper Industry. TAPPI Standard Methods. T 220 om-88. 1996

TAPPI T 494 om-96. Bursting Strength of Paper, 1996.

TAPPI T 403 om-97. Internal Tearing Resistance of Paper (Elmendorf-Type Method) 1997.

TAPPI T 414 om-98. Air Resistance of Paper (Gurley Method), 1993