

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

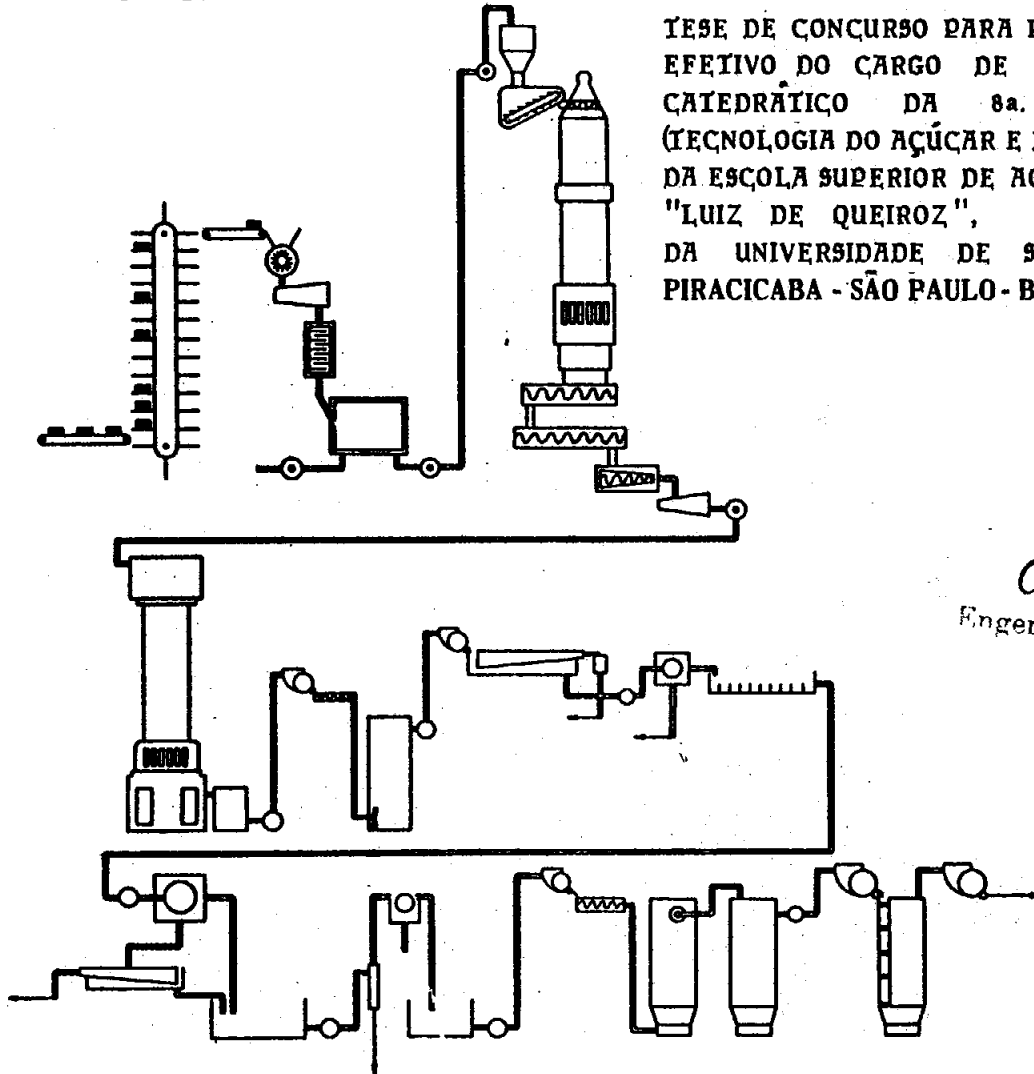
Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'

OCTAVIO VALSECHI

ENGENHEIRO AGRÔNOMO
PROF. ADJUNTO DA CADEIRA DE
TECNOLOGIA
DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL
E. S. A. "LUIZ DE QUEIROZ"
U. S. P.

TECNOLOGIA DA CELULOSE
DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR
PARA PAPEL;
ESTUDOS RELATIVOS À
INFLUÊNCIA DA MEDULA

TESE DE CONCURSO PARA PROVIMENTO
EFETIVO DO CARGO DE PROFESSOR
CATEDRÁTICO DA 8a. CADEIRA
(TECNOLOGIA DO AÇÚCAR E DO ÁLCOOL)
DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA
"LUIZ DE QUEIROZ",
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PIRACICABA - SÃO PAULO - BRASIL - 1964



Celso Foelkel
Engenheiro Agrônomo

TRABALHO PUBLICADO ÀS EXPENSAS DA
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO
ESTADO DE SÃO PAULO

ÍNDICE GERAL

MATÉRIA	PÁGINAS	
1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	CARACTERÍSTICAS DO BAGAÇO	9
2.2	CONSUMO DE REAGENTES	16
2.3	CONTRÔLE DAS FASES TECNOLÓGICAS	19
2.4	RENDIMENTO	20
2.5	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CELULOSE PARA PAPEL	24
2.6	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CELULOSE PARA PAPEL	28
3	PLANO DE TRABALHO	33
4	MATERIAL	35
5	MÉTODOS	37
5.1	MÉTODOS TECNOLÓGICOS	37
5.2	MÉTODOS QUÍMICOS	42
5.2.1	MÉTODOS DE ANÁLISE DO BAGAÇO	42
5.2.2	MÉTODOS DE CONTRÔLE INDUSTRIAL	44
5.2.3	MÉTODOS DE ANÁLISE DA CELULOSE FINAL	51
5.3	MÉTODOS FÍSICOS	53
5.4	MÉTODOS ESTATÍSTICOS	55
6	RESULTADOS OBTIDOS	57
6.1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BAGAÇO	57
6.2	CONSUMO DE REAGENTES	57
6.3	CONTRÔLE DAS FASES TECNOLÓGICAS	58
6.4	RENDIMENTO	58
6.5	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CELULOSE FINAL	58
6.6	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CELULOSE FINAL	58
7	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS	69
7.1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BAGAÇO	69
7.2	CONSUMO DE REAGENTES	69
7.3	CONTRÔLE DAS FASES TECNOLÓGICAS	84

7.4	RENDIMENTO	85
7.5	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CELULOSE FINAL	86
7.6	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CELULOSE FINAL	86
7.6.1	CLASSIFICAÇÃO DE FIBRAS	86
7.6.2	GRAUS SHOPPER - RIEGLER (S.R.)	87
7.6.3	RESISTÊNCIA À RUPTURA EM METROS	106
7.6.4	ESTICAMENTO POR CENTO	110
7.6.5	ÍNDICE DE ARREBENTAMENTO (ÍNDICE DE MULEN)	115
7.6.6	DOBRAS DUPLAS	121
7.6.7	RESISTÊNCIA AO RASGO (ÍNDICE DE ELMENDORF)	133
7.6.8	OPACIDADE POR CENTO	134
7.6.9	POROSIDADE EM SEGUNDOS	140
8	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	145
8.1	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BAGAÇO	145
8.2	CONSUMO DE REAGENTES	148
8.3	CONTRÔLE DAS FASES TECNOLÓGICAS	157
8.4	RENDIMENTO	158
8.5	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CELULOSE FINAL	168
8.6	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CELULOSE FINAL	172
8.6.1	CLASSIFICAÇÃO DE FIBRAS	172
8.6.2	GRAUS SHOPPER - RIEGLER (S.R.)	174
8.6.3	RESISTÊNCIA À RUPTURA EM METROS	176
8.6.4	ESTICAMENTO POR CENTO	178
8.6.5	ÍNDICE DE ARREBENTAMENTO (ÍNDICE DE MULEN)	180
8.6.6	DOBRAS DÚPLAS	181
8.6.7	RESISTÊNCIA AO RASGO (ÍNDICE DE ELMENDORF)	184
8.6.8	OPACIDADE POR CENTO	186
8.6.9	POROSIDADE EM SEGUNDOS	188
9	CONCLUSÕES	189
10	RESUMO	195
11	SUMMARY	199
12	BIBLIOGRAFIA	203
13	AGRADECIMENTOS	227

I - INTRODUÇÃO

Nestes últimos anos o aproveitamento do bagaço da cana-de-açúcar tem tomado um incremento no tável, especialmente como fonte de matéria prima para a produção de celulose, papel e afins. Até então, era considerado mais como um simples subproduto da indústria do açúcar, cuja finalidade precípua era ser vir como combustível na própria usina. As razões de ordem técnica e econômica dêste fato foram inúmeras, ressaltando-se, sem dúvida, aquelas que determinaram a evolução da indústria papeleira no sentido de aproveitar fibras de vegetais de ciclo curto.

Entretanto, as tentativas de instalação da indústria papeleira, tendo como matéria prima o bagaço de cana-de-açúcar, não são tão recentes. Sabe-se, por exemplo, que, em 1838, um carregamento de bagaço, das Ilhas de Martinica para a França, teve a finalidade de sua transformação em papel. O primeiro ensaio comercial, atribuído ao mesmo país, data de 1844. Daquela época até aproximadamente 1938 - 39, um sem número de processos foram tentados, incluive na América Latina. Nesta, a primeira experiência comercial foi efetuada no Rio de Janeiro. Todas essas tentativas redundaram no mais completo fracasso. A revisão histórica dêste período e do seguinte, até nos os dias, pode inicialmente ser verificada em diver sos autores (10 - 11 - 14 - 25 - 28 - 29 - 46 - 58 - 64-65 - 72 - 74 - 78 - 116) que, além de um resumo sobre o

assunto, trazem, na sua maioria, numerosas fontes de informação. Êste fracasso é atribuído, especialmente, a uma falta de conhecimentos técnicos e econômicos da natureza física e química da matéria prima trabalhada. Não há dúvidas de que, nesse complexo conjunto de fatores técnicos e econômicos, a *medula** representou um elemento chave. Tanto êste fato é verdadeiro que, a partir dos anos de 1938 - 39, quando os pesquisadores começaram a dar mais cuidadosa atenção a êste componente do bagaço, a indústria da celulose e do papel nêle baseado, encontrou motivos de incentivo até instalar-se definitivamente como uma empresa lucrativa de características comerciais.

Um atestado eloquente da importância da medula no aproveitamento do bagaço como produtor de celulose para papéis, papelões, corrugados, etc., são as pesquisas realizadas ou em andamento, em tórno do assunto. Praticamente, é impossível determinar-se o seu número. Entretanto, em resumo, as correntes de opiniões relativas à natureza e ao aproveitamento da medula, para os fins especiais do trabalho que nos propuzemos desenvolver, podem ser assim expostas.

Primeiro grupo de opiniões: Embora as células medulares do bagaço não sejam de natureza fibrosa, o seu aproveitamento na manufatura de papéis de alta qualidade

* - *Histologicamente, a cana-de-açúcar não possui uma medula propriamente dita. Entretanto, costuma-se, na indústria de celulose e papel de bagaço, chamar de medula ao conjunto de células celulósicas, não fibrosas, que constituem o tecido parenquimatoso ou fundamental do câlmo desta gramínea. Fazem, ainda, parte desta fração os fragmentos celulares, de pequenas dimensões, especialmente da casca dos colmos.*

como " *couché* ", *acetinado* , etc., é interessante por reterem caulim ⁽⁹⁷⁾. Aliás, dentro d'êste grupo, há autores ^(12 - 13) que são de opinião que as propriedades físicas, tanto as da parte fibrosa como as da medula do bagaço, são surpreendentemente boas. Lamentam que se tenha necessidade de extrair parte da mesma quando se faz a limpeza do bagaço para eliminação de esporos e micélios coloridos de fungos que acompanham esta matéria prima ⁽¹³⁾. Para a produção de papelão seria pouco interessante a retirada da medula ⁽¹⁰⁰⁾, uma vez que esta melhora as suas qualidades ⁽¹¹²⁾.

Segundo grupo de opiniões: A medula, embora quimicamente semelhante à fibra, possui estrutura, forma e dimensões completamente diferentes desta. Na fabricação de celulose e papel é responsável por uma série de inconvenientes, dos quais, os principais a ressaltar são:

- maior consumo de reagentes durante o cozimento;
- cozimento heterogêneo, com dificuldades na lavagem e na filtração;
- branqueamento difícil, exigindo mais tempo, energia e consumo de reativos;
- menor rendimento em polpa branqueada;
- polpa de mais baixa qualidade;
- drenagem mais demorada na máquina de papel;
- adesão de material micilaginoso nos rolos compressores e secadores; obrigando a maquinaria a uma marcha de trabalho mais vagarosa e, portanto, dando menor rendimento em tonelagem / hora;

- a medula, hidratando-se com mais facilidade do que a fibra, produz polpas que, ao se carem, encolhem, resultando daí papéis mais duros;
- produzem, também, papéis de pequena resistência ao rasgo, pouco opacos e com maiores teores de cinzas (7 - 8 - 10 11 - 28 - 29 - 46 - 64 - 65 - 67 - 72 - 74 - 79).

À vista do que acaba de ser exposto, julgam os adeptos deste modo de pensar que a chave do sucesso da fabricação de celulose e de papéis de alta qualidade, a partir de bagaço, está na prévia e completa separação dos seus dois componentes celulósicos: fibra e medula (4 - 7 8 - 10 - 20 - 23 - 28 - 29 - 39 - 46 - 50 - 64 - 65 - 71 - 72 - 74 - 75 - 79 - 101 - 107 - 115). Como consequência desta necessidade de separação, estudam métodos que atinjam mais econômica e tecnicamente esta finalidade. Tais métodos, na sua maioria patenteados, podem ser desenvolvidos de 3 maneiras:

Separação a seco

(no bagaço armazenado ou naquele que já passou por secadores logo ao sair das moendas da usina de açúcar);

4 Separação por via úmida

(no bagaço armazenado ou diretamente, sem

prévia secagem, à saída das moendas da fábrica de a
çúcar);

Separação por processos mistos

(um primeiro tratamento a sêco e um poste
rior, úmido) (7 - 10 - 22 - 31 - 32 - 57 - 59

64 - 65 - 69 - 70 - 77 - 79 - 80 - 90 - 95 - 99
108).

Entretanto, como neste caso o rendimento de
polpa por cento de bagaço integral seria relativamente
baixo, recomendam, alguns, o uso da medula para ou
tros fins comerciais, como por exemplo:

- absorvente de melaço das usinas de açúcar
ou do amoníaco para a fabricação de ra
ções alimentares;
- absorvente da nitroglicerina para a fabricação
de dinamite ou de explosivos não gelatini
záveis;
- cozimento em separado e mistura posterior
com polpas de células fibrosas de bagaço ou
de "kraft" de madeira para a obtenção de pa
pelões, corrugados, etc.;
- combustível, embora o seu poder calorífico se
ja inferior ao do bagaço integral;
- produção de furfurool;
- produção de glicose, etc. (23 - 28 - 33 - 34 -
71 - 72 - 81 - 84 - 87 - 89 - 104 - 107 - 114 -
115 - 120).

Terceiro grupo
de opiniões:

A remoção da medula para a fabricação de papéis de alta qualidade é um fator de primordial importância. Apesar disso, se a remoção de uma elevada percentagem é relativamente fácil, a retirada das últimas porções aderidas e entranhadas nas células fibrosas não o é. Trata-se de um problema muito difícil de ser resolvido, especialmente por via seca. Este fato é responsável por muitas perdas e mesmo rompimento do material fibroso. Por isso, os adeptos da remoção da medula são de opinião que se faça uma separação parcial, que terá uma intensidade proporcional ao custo da operação, às melhorias nas qualidades do papel e às necessidades do tipo de papel que se deseja fabricar (9 - 11 - 42 - 66 - 87)

Além do exposto, um ponto muito importante a considerar-se no aproveitamento de uma matéria prima para a fabricação de papel é a relação comprimento/diâmetro das fibras. Ora, sabe-se que esta relação alcança, nas fibras do bagaço, um valor de 50 a 200 unidades, em média 100 (57 - 62 - 69 - 73 - 109 - 111) que é, comparado com o de outras matérias primas mais utilizadas, relativamente baixa. Para complicar ainda mais a situação, sabe-se que as células medulares possuem uma estrutura frouxa (110) e dimensões de tal ordem que a relação comprimento/diâmetro é extremamente baixa (62). Por esse aspecto a medula tem um valor industrial praticamente nulo como elemento favorável ao seu aproveitamento na manufatura de papéis.

Do sucinto relato feito, parece lícito concluir-se que a questão da medula ainda é motivo de sérias controvérsias para os estudiosos do assunto, embora a grande maioria tenha opinião desfavorável sobre as suas propriedades.

Considerando o que acaba de ser dito e considerando, ademais, que a região de Piracicaba é o maior centro canavieiro do Brasil, onde já se acham em pleno funcionamento duas fábricas de celulose e papel de bagaço, uma das quais - Fábrica de Celulose e Papel Morganti, da Refinadora Paulista S. A. - é a pioneira (85) e a maior do País, e considerando-se, por fim, que a pesquisa bibliográfica revela quase completa ausência de trabalhos brasileiros sobre o assunto*, achamos que seria interessante estudar, para as nossas condições, o efeito da presença da medula no bagaço, na fabricação da celulose para papel, pondo em evidência, especialmente: dificuldades no processamento tecnológico, consumo de reagentes, rendimentos e qualidades das polpas branqueadas finais obtidas.

* - Afora um trabalho sobre composição do bagaço, do Prof. Jayme Rocha de Almeida, não conhecemos outro na literatura brasileira.

Para melhor atender aos objetivos da presente pesquisa, a revisão bibliográfica será dividida em sub-capítulos, como se podera observar a seguir:

2.1 - CARACTERÍSTICAS DO BAGAÇO : Inúmeros autores têm estudado o bagaço de cana-de-açúcar,

preocupando-se tanto com a sua constituição morfológica como com a sua composição química. Relativamente à primeira, sabe-se que o bagaço não é uma matéria prima uniforme. A estrutura histológica da cana-de-açúcar é responsável por essa heterogeneidade. Esta gramínea possui um tecido fundamental - tecido parenquimatoso ou tecido suporte - constituído de células frouxas e curtas, cujas dimensões são iguais ou quase iguais em todos os sentidos (isodiamétricas). Elas funcionam como depósitos de açúcar e recebem a denominação tecnológica de *medula*. Esta expressão não é de todo correta, já que a medula, contrariamente ao que ocorre em outras plantas, não está localizada no centro do caule e não se encontra, também, separada nitidamente por uma camada lenhosa que a rodeia. Em corte transversal, o côlmo mostra que o tecido suporte ocupa, basicamente, toda a área da secção, apresentando em seu seio os feixes fibro-vasculares. Vindo do exterior para o interior, neste corte, verifica-se que os feixes se tornam cada vez maiores, 9

embora sem um aumento correspondente na espessura de suas paredes. Além disto, estão distribuídos irregularmente, sendo que na periferia são encontrados em número maior do que na parte central. Frequentemente, os feixes na periferia permanecem tão estreitamente unidos que formam, praticamente, um sólido anel. Cada feixe fibro-vascular contém quatro vasos: três pontuados e um anelado, de paredes espessas.

Na parte externa do corte, nota-se uma epiderme delgada, de aspecto vítreo, muito densa, cuja estrutura não se vê com um aumento pequeno. Um grande aumento, entretanto, demonstra que, geralmente, nesta epiderme, duas formas de células se alternam: trata-se das células alongadas e retangulares, denominadas células longas, e das células curtas. As células longas constituem a maior parte da ornamentação epidérmica, enquanto as células curtas são de dois tipos: células suberosas e células silicosas.

Seguindo a epiderme, nota-se o córtex, que é um tegumento constituído de várias camadas de células, muitas das quais são esclerenquimatosas. Bem próximo à epiderme, duas séries de células de paredes grossas e lignificadas ocorrem, as quais dão resistência ao colmo. Nos colmos avermelhados são estas células que contêm o pigmento vermelho. Perto destas, há uma ou mais séries de células parenquimatosas, de paredes finas que contêm clorofila. Então, seguem-se uma ou mais camadas de tecidos esclerenquimatosos que margeiam os feixes vasculares mais externos. O córtex varia em largura e composição nas diferentes regiões do caule.

Nos internódios, os feixes de fibras caminham aproximadamente paralelos uns aos outros. Nos nós, muitos deles ramificam-se ou inclinam-se para as folhas, para as gemas ou para os primórdios das

raízes. Uma vez que o tecido fundamental é aqui frequentemente lignificado, os nós são mais duros do que os entrenós.

Da descrição, sumariamente feita, calçada especialmente em DILLEWIJN⁽⁴¹⁾, em VÁSQUEZ⁽¹¹¹⁾ e em outros (10-13-64-74-110), verifica-se que o côlmo e, portanto, o bagaço da cana-de-açúcar, compõe-se de três elementos celulósicos distintos: o tecido fundamental, os feixes fibro-vasculares e os feixes fibrosos do córtex. A proporção entre êsses três constituintes é variável com um grande número de fatores. Entretanto, para fins de objetivação, pode-se dizer que obedecem, entre si, a uma relação aproximada de: 1,2 : 0,8 : 2,0 (10-13-20-35-61-74). Considerando, porém, para maior simplicidade, somente o material celulósico fibroso e o material celulósico não fibroso, a relação entre ambos, no bagaço de cana, será aproximadamente, de 2 : 1 (7-12-39-62-110). O material celulósico fibroso, que neste trabalho passará a ser chamado de *fibra* ou de *fração fibrosa*, é constituído pelos feixes fibrosos do córtex, mais os feixes fibro-vasculares. O material celulósico não fibroso será chamado de *medula* ou de *fração medular*. Ele é constituído pelo tecido fundamental ou parenquimatoso.

As dimensões dos elementos celulósicos em revisão, podem ser assim resumidas (7-10-11-30-53-54-55-57-62-69-73-74-79):

Fibras dos feixes fibro-vasculares

Comprimento variável de 0,8 a 5,0 mm (em média, 2,0 mm); diâmetro de 0,01 a 0,04 mm (em média, 0,02 mm);

**Células do tecido parenquimatosó
(Células da medula)**

Comprimento aproximado de 0,80 mm; diâmetro de 0,14 mm;

Segmentos fibrosos da casca

Comprimento de 0,25 a 1,35 mm; diâmetro ao redor de 0,15 mm.

HÖNIG (57), num trabalho em que estuda condições para possibilitar um aumento na percentagem de fibras longas no bagaço proveniente da variedade de cana POJ 2878, apresenta uma série de resultados, com os quais pode-se organizar o Quadro 1, (ver página nº 13).

Relativamente à constituição química do bagaço que sai das moendas das usinas de açúcar, sabe-se que é variável com um número muito grande de fatores, ligados à própria composição da cana, à natureza e à intensidade dos métodos de extração. Para o bagaço em depósito há, ainda, a considerar-se como fatores adicionais de variação, todos os ligados ao próprio processo de armazenamento e ao tempo de espera para o processamento industrial. Levando-se em conta o que acaba de ser exposto e, ainda mais, que os métodos analíticos utilizados pelos diferentes autores nem sempre são os mesmos, ficam explicados os motivos da enorme variação notada nos números que representam a composição química do bagaço verificada na revisão bibliográfica, como se poderá observar a seguir.

De um modo geral, pode-se dizer que o bagaço fresco, tal como sai da última moenda das usinas de açúcar possui, aproximadamente, 50% de umidade, 12 45% de fibra ou de matéria sêca insolúvel em água

QUADRO 1 - Grupos de fibras classificadas segundo o seu comprimento (HÖNIG 57)

ESPECIFICAÇÕES	COMPRIMENTO DAS FIBRAS EM MILÍMETROS							
	0,25	0,75	1,25	1,75	2,25	2,75	3,25	3,75
	PERCENTAGENS DOS DIFERENTES GRUPOS DE FIBRA							
Bagaço não tratado	6,3	30,1	24,8	17,1	9,3	5,2	3,8	3,5
Bagaço moído	10,7	34,0	25,0	15,8	7,5	3,6	2,2	0,8
Bagaço peneirado	0,7	14,3	25,7	18,9	17,3	9,5	6,4	7,3

(1 - 121) e 5% de material solúvel em água^(32- 46 - 54 - 97). O bagaço sêco ao ar, fermentado ou não, a apresenta um conteúdo de água variável de 8 a 14% (2 - 4 - 12 - 22 - 26 - 32 - 39 - 43 - 47 - 48 - 63 - 69 - 74 - 79 - 97 - 110 - 112). Fundamentalmente, a fibra é constituída por celulose, pentosanas e ligninas.

Determinações efetuadas no bagaço integral , sêco ao ar, apresentaram os seguintes resultados ex tremos:

Extrativos solúveis em água fria:

1,9 a 6,8 % (2 - 30 - 53);

Extrativos solúveis em água quente:

2,8 a 15,0 % (2 - 12 - 20 - 26 - 30 - 39 - 47 - 53 - 63 - 112);

Extrativos solúveis em álcool - benzol:

0,5 a 13,3 % (2 - 6 - 12 - 20 - 22 - 26 - 30 - 39 - 43 - 47 - 48 - 49 - 53 - 63 - 69 - 74 - 79 - 97 - 110);

Extrativos solúveis em NaOH a 1%:

5,3 a 36,0% (2 - 12 - 20 - 26 - 30 - 43 - 47 - 48 - 49 - 53 - 63);

Extrativos solúveis em KOH a 10 %:

44,1 a 44,6 % (2 - 30);

Cinzas:

0,8 a 6,3 % (2 - 4 - 12 - 20 - 22 - 26 - 30 - 39 - 43 - 47 - 48 - 49 - 53 - 57 - 69 - 73 - 74 - 79 - 119);

Celulose Cross e Bevan:

14 39,3 a 60,3 % (2 - 4 - 20 - 22 - 26 - 30 -

39 - 43 - 48 - 49 - 53 - 54 - 57 - 69 - 73 - 74
- 79 - 97 - 119);

Alfa celulose *:

27,1 a 51,3 % (2 - 6 - 20 - 22 - 39 - 43 -
49 - 53 - 54 - 73 - 74 - 97 - 119);

Beta celulose*:

5,0 a 19,6 % (43 - 53 - 54 - 97 - 119);

Gama celulose *:

0,6 a 8,2 % (43 - 53 - 54 - 97 - 119);

Pentosanas:

14,7 a 32,0 % (2 - 6 - 12 - 20 - 22 - 26 -
30 - 43 - 47 - 49 - 53 - 54 - 57 - 69 - 73
74 - 79 - 97);

Ligninas:

16,4 a 31,1 % (2 - 6 - 12 - 20 - 22 - 26 -
30 - 43 - 47 - 49 - 53 - 54 - 69 - 73 - 74 - 79
- 97).

Relativamente à composição química do bagaço e a de seus componentes celulósicos - fibra e medula -, pelas razões já expostas há as mesmas diferenças entre as opiniões dos pesquisadores (35 - 52 - 57 - 61 - 67 - 69 - 74). Assim, enquanto KUMAGAWA (69) e KNAPP (67) acham que as diferenças químicas entre a fração fibrosa e fração medular do bagaço são

* - Alguns autores apresentam os resultados por cento de Celulose Cross e Bevan. Para uniformização, foram efetuados cálculos visando a apresentação destes dados em por cento de bagaço.

mínimas, exceto no teor de cinzas, HIRATA⁽⁵²⁾ de
 mostra que existem diferenças notáveis nas propor-
 ções de celuloses, ligninas, pentosanas e cinzas. Os
 resultados de HÖNIG⁽⁵⁷⁾ confirmam esta última tese.
 O mesmo acontece com os de LATHROP⁽⁷⁴⁾ que, ain-
 da, ressaltam serem as diferenças, funções da varie-
 dade e da idade da cana, do tipo de separação utilizado
 e do tempo de armazenamento.

BROWNE⁽³⁵⁾, hidrolisando o bagaço inte-
 gral, encontrou:

Celuloses (inclusive oxicheluloses)	55%
Xilanas	20%
Arabanas	4%
Ligninas	15%
Ácido acético	6%

2.2 - CONSUMO DE REAGENTES: É muito grande o número
 de autores que têm se preo-
 cupado com a transforma-
 ção do bagaço em polpa, branqueada ou não, com as
 mais diversas finalidades. Por via de regra, eles as-
 sinalam o consumo de reagentes (7 - 9 - 10 - 12 - 13 -
 20 - 22 - 25 - 27 - 29 - 38 - 43 - 44 - 45 - 49 - 50 -
 51 - 54 - 56 - 60 - 63 - 68 - 69 - 76 - 78 - 79 - 82 - 83
 - 86 - 91 - 94 - 96 - 115 - 118).

Generalizando-se, pode-se dizer que os pro-
 cessos mais apropriados e mais comuns para a trans-
 formação do bagaço em polpa são (7):

Processo da Cal

(visando mais a fabricação de polpas não bran-
 queadas, utilizáveis na manufatura de papéis
 grosseiros e papelões);

Processo do Sulfato ou "Kraft";

Processo do Sulfito Neutro;

Processo Soda-Cloro;

Processo Mecânico-Químico;

Dos processos citados, o da Soda, o do Sulfato, o da Soda-Cloro e o Mecânico Químico são os que encontram maior utilidade comercial (10 - 29). Para que se possa ter uma ideia precisa em relação ao consumo de reagentes, em cada um dos processos comerciais citados, examinem-se os números do Quadro 2, indicados para a fabricação de 100 kg de polpa seca ⁽⁷⁾ (ver página nº 18).

O processo Soda - Cloro, conhecido também por Celdecor-Pomílio ou, simplesmente, Celdecor, é, segundo HINRICHS ⁽⁵¹⁾, de grande importância. Apresenta, porém, o inconveniente de produzir cloro além das necessidades. Neste processo, tanto o cloro como o hidróxido de sódio são produzidos na própria fábrica por eletrólise do cloreto de sódio. Com o cloro resultante, prepara-se, também, o hipoclorito de cálcio empregado no branqueamento da polpa. Mesmo assim, há um excesso deste elemento.

MORGANTI ⁽⁸⁶⁾, na fábrica de sua propriedade, em Piracicaba, usando o Processo Soda-Cloro, dá, para o consumo total de reagentes, no caso de bagaço sem medula: hidróxido de sódio, 20 a 22%, e cloro, 17,5 a 19,5%, em relação ao peso de polpa branqueada seca ao ar.

Já tivemos a oportunidade de assinalar a influência da presença de medula no maior ou menor consumo de reagentes, quando da transformação do bagaço

QUADRO 2 - Consumo de reagentes para diferentes processos comerciais, na transformação de bagaço em semi-polpa e polpa branqueada (ANÔNIMO-7).

ESPECIFICAÇÕES	SEMI-POLPA	POLPA BRANQUEADA
PROCESSO DA SODA		
Hidróxido de sódio	6,0 a 13,0 kg	22,0 a 24,0 kg
Cloro	...	6,0 a 13,0 kg
PROCESSO DO SULFATO OU "KRAFT"		
Hidróxido de sódio	4,5 a 9,0 kg	15,0 a 20,0 kg
Sulfito de sódio	2,0 a 4,5 kg	7,0 a 13,0 kg
Cloro	...	6,0 a 10,0 kg
PROCESSO DA SODA-CLORO		
Hidróxido de sódio (digestão)	13,0 a 15,0 kg	17,0 a 22,5 kg
Cloro (gasoso)	...	13,0 a 15,0 kg
Hidróxido de sódio (lavagem)	...	3,0 kg
Cloro (branqueamento)	...	1,5 kg
PROCESSO MECÂNICO-QUÍMICO		
Hidróxido de sódio	6,5 a 8,0 kg	20,0 a 22,0 kg
Cloro	...	9,0 a 14,0 kg

em polpa. Mesmo assim, devem ser salientados, aqui, os resultados do Quadro 3, determinados pela Taiwan Pulp and Paper Corporation, citados por ATCHISON (29) e relativos ao decréscimo no consumo de agente branqueador, pela retirada de crescentes percentagens de medula do bagaço*.

QUADRO 3 - Consumo de agente branqueador em função da percentagem de medula retirada do bagaço (ATCHISON - 29).

PERCENTAGENS DE MEDULA RETIRADAS DO BAGAÇO	CONSUMO DE AGENTE BRANQUEADOR
0	30 %
10	8 %
20	6 %
30	5 %

2.3 - CONTRÔLE DAS FASES TECNOLÓGICAS: O índice de permanganato, definido e determinado segundo as normas indicadas pela TAPPI (15), dá ao interessado alguma indicação do estado de cozimento de uma polpa. Uma vez que apresenta correlação com o índice de Roe, mostra também as necessidades de cloro no branqueamento.

KELLER (64), comparando os índices de permanganato obtidos sob determinadas e constantes condições de cozimento, para o bagaço separado de sua

* - Os dados apresentados são apenas aproximados, uma vez que foram deduzidos de um gráfico estampado pelo citado autor.

medula em duas operações (sêca e úmida), para o bagaço separado de sua medula em uma única operação (sêca sômente) e para o bagaço integral, apresenta, respectivamente, os seguintes números: 6, 10; 7, 10 e 7,25, que indicam, a grosso modo, o estado e a intensidade do cozimento em cada caso.

É este o único trabalho que conhecemos sôbre o assunto.

2.4 RENDIMENTO: São inúmeras as referências encontradas na literatura, relativas ao rendimento obtido no trabalho com bagaço, dando indicações muito díspares. Evidentemente, essa variação é função de inúmeros fatores, dos quais os mais importantes a relatar são:

Natureza do bagaço com tôdas as variáveis que a afetam, como por exemplo: variedade de cana-de-açúcar, região açucareira, intensidade de extração de caldo na usina de açúcar, tempo e estado de conservação, e muitas outras;

Natureza do preparo do bagaço, se bagaço integral, se total ou se parcialmente separado da medula;

Processo utilizado na transformação em polpa;

Finalidades da polpa.

Os rendimentos de polpas branqueadas pelos mais diversos processos utilizados variaram de 30 até, praticamente, 60%, em trabalhos (3 - 4 - 6 - 38 - 44 - 48 - 54 - 76 - 83 - 94) que, sob o ponto de vista de

rendimentos, têm uma importância muito relativa. Em se tratando de bagaços, dos quais se separou a medula, os rendimentos de polpas branqueadas, obtidas também pelos mais diversos processos, variaram de 28 a 38 % quando relacionados com o bagaço seco original (27 - 32 - 49 - 78) ou de 50 a 60% sobre a fibra seca (90 - 91)

De um trabalho (10) apresentado à Junta Latinoamericana de Técnicos da Indústria de Papel e Celulose, reunida em Buenos Aires, os seguintes dados, resumidos no Quadro 4 e relacionados aos rendimentos por cento de fibra, puderam ser compilados:

QUADRO 4 - Rendimentos de polpas diversas por cento de fibra para diferentes processos comerciais (ANÔNIMO¹⁰).

Especificações	P O L P A		
	Branqueada	Não branqueada	Papelão
Processo da Soda	48 a 50 %	53 a 55 %	70 a 75 %
Processo do Sulfato	48 %	55 a 58 %
Processo do Sulfito Neutro	48 %	55 a 58 %	...
Processo da Soda - Cloro	45 %	...	65 a 70 %
Processo Mecânico-Químico	> 50 %	< 60 %	75 %

No Quadro 5, compilado de outro trabalho (7) mais alguns detalhes puderam ser verificados (ver página nº 23).

Ainda em outra publicação (12), também da FAO, em que o autor julga ser possível a obtenção de uma polpa branqueada de ótimas características, com bagaço integral, verifica-se que, pelo processo da soda, os rendimentos em polpa branqueada por cento de fibra e por cento de medula, respectivamente, são de 50 e de 20%. Considerando-se que o bagaço pesquisado continha 85% de fibra e 15% de medula, conclui-se que os rendimentos por cento de bagaço original, trabalhando-se com fibra ou com bagaço integral, seriam, pela ordem, 42,5 e 45,5%.

KELLER (64), trabalhando com bagaço integral, com bagaço que sofreu separação da medula por via sêca e com bagaço que recebeu dois tratamentos (sêco e úmido) para o mesmo fim, obteve, mantidas idênticas as outras condições, pela transformação dos mesmos em polpas branqueadas, os seguintes rendimentos respectivos: 44,77%, 52,45% e 55,85%.

Por sua vez, ATCHISON (29), discutindo resultados obtidos em Formosa, para bagaços dos quais foram retiradas percentagens crescentes de medula, apresenta um gráfico. Com os números representativos dêste, pode-se organizar o Quadro 6 que é exposto na página nº 24).

QUADRO 5 - Rendimentos de polpas diversas para diferentes processos comerciais
(ANÔNIMO 7).

ESPECIFICAÇÕES	POLPA BRANQUEADA	POLPA PARA PAPELÃO
PROCESSO DA SODA		
Bagaço integral	36 a 40 %	55 a 60 %
Fibra (bagaço sem medula)	46 a 50 %	65 a 70 %
PROCESSO DO SULFATO		
Bagaço integral	36 a 40 %	55 a 60 %
Fibra	47 a 48 %	65 a 70 %
PROCESSO DO SULFITO NEUTRO		
Fibra	50 %	...
PROCESSO DA SODA-CLORO		
Bagaço integral	...	65 a 70 %
Fibra	45 a 48 %	...
PROCESSO MECÂNICO-QUÍMICO		
Fibra	48 a 50 %	70 %

QUADRO 6 - Influência da percentagem de medula nos rendimentos em polpas branqueadas (ATCHISON ²⁹).

MATERIAL	Rendimentos em polpas branqueadas
Bagaço integral	36 %
Bagaço menos 10 % de medula	47 %
Bagaço menos 20 % de medula	52 %
Bagaço menos 30 % de medula	52 %

Para o processo soda-cloro, o mesmo autor dá, como rendimento em polpa branqueada, para bagaço limpo de medula, um valor de 45%.

Para GOMEZ ⁽⁴³⁾, utilizando-se do mesmo processo, o rendimento em polpa branqueada por cento de bagaço integral foi de 37,6%, enquanto para outros autores ^(86 - 118), ainda para o processo soda-cloro, os rendimentos por cento de fibra, variaram entre 45 e 52 %.

2.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CELULOSE PARA PAPEL

Sabe-se que, entre as diferentes características químicas das polpas de celulose, o conteúdo de hemiceluloses é o mais importante, sob o ponto de vista do fabricante de papel ⁽⁷⁾. Para os chamados resíduos agrícolas, nos quais o bagaço de cana-de-açúcar está incluído, o conteúdo de hemiceluloses é dado, praticamente, pelo teor de pentosanas ^(7 - 10). Segundo demonstrou Gierts, citado por WATSON ⁽¹¹³⁾, essa influência é correlacionada mais com suas propriedades físicas do que químicas. É que tais

substâncias, por causa de sua natureza amorfa, hidratar-se-iam mais facilmente durante a refinação, ocasionando, por inchamento, um aumento na pressão interna das fibras, o que favoreceria a sua dispersão e a sua fibrilação. Todavia, segundo, ainda, o mesmo trabalho, a fibrilação é de importância secundária, uma vez que, celulosos com baixos teores de hemiceluloses, embora apresentem uma alta fibrilação possuem mínimas características de resistência. Sob este particular, pensa-se que as hemiceluloses funcionam como adesivos durante a formação das folhas, aumentando a interligação das fibras.

Portanto, as pentosanas presentes nas polpas de bagaço têm efeito sobre a refinação e sobre as características de resistência das folhas acabadas de papel (7 - 90 - 113)

Um alto teor de pentosanas, como é o caso mais ou menos geral das polpas de bagaço de cana (102), aumenta a densidade das folhas, diminui a sua opacidade (7) e aumenta o rendimento em polpa por cento de matéria prima (90), o que é, também, de muita importância industrial.

De um modo geral, os cozimentos efetuados por processos alcalinos têm uma ação pouco energética junto às hemiceluloses (7). Essa é, sem dúvida, a razão pela qual alguns pesquisadores têm encontrado teores, aproximadamente, de 30% de pentosanas nas polpas por eles preparadas, a partir de bagaço de cana (69 - 91). O alto teor de pentosanas pode, ainda, ser mantido quando as condições de acidez, em processos não alcalinos, possam ser controladas, (76 - 83) ou quando haja algum composto que tenha efeito inibidor sobre a ação hidrolítica do ácido (22). Quando estas condições não são observadas, o teor de pentosanas torna-se baixo, como pode ser verificado em diversos resultados

obtidos por diferentes autores (5 - 60 - 79).

TADOKORO (105), ainda sobre o assunto, diz que, quando o conteúdo de pentosanas das polpas de bagaço é reduzido por vigorosas purificações, o teor de alfa-celulose decresce, aumentando o conteúdo de beta-celulose e prejudicando as características de resistência do papel. Aliás, este decréscimo no teor de alfa-celulose é razoável, uma vez que esta substância não é quimicamente caracterizada, mas, um resíduo heterogêneo, resultante de extrações alcalinas (85).

Relativamente aos números representativos da composição química das polpas branqueadas de bagaço encontrados na revisão da literatura, são eles muito diferentes. Este fato pode ser facilmente explicado pela diferente constituição dos bagaços utilizados e pela diversidade de processamento. Os números encontrados dizem respeito ao material seco ao ar e, exceto para a umidade, estão referidos em por cento de substância seca.

Umidade:

3,9 a 9,5 % (4 - 43 - 57 - 79);

Extrativos solúveis em álcool-éter:

0,2 a 0,3 % (57);

Extrativos solúveis em hidróxido de sódio a 1%:

6,0 a 12,0 % (27 - 94);

Cinzas:

0,12 a 3,50% (4-21-27-43-44-49-57-64-69-94);

Alfa - Celulose:

73,0 a 99,1 % (4 - 27 - 43 - 44 - 49 - 54 - 56 - 57 -

60 - 79 - 91 - 94 - 97);

Beta - Celulose:

4,5 a 18,9 % (4 - 43 - 44 - 57);

Gama - Celulose:

0,6 a 4,8% (4 - 43 - 44 - 57);

Pentosanas:

2,4 a 32,0% (21 - 43 - 44 - 54 - 60 - 69 - 79
- 83 - 91);

Ligninas:

0,2 a 2,8 % (21 - 44 - 54 - 60 - 83);

Índice de Cobre:

0,1 a 1,5 % (4 - 43 - 44 - 57 - 60) .

Dentre as composições encontradas e citadas no presente trabalho é interessante destacar a apresentada por GOMES ⁽⁴³⁾, e que foi obtida de uma polpa branqueada, manufaturada em laboratório, segundo as condições do processo Pomílio. Os resultados em apreço são os seguintes:

Umidade	8,10 %;
Cinzas	0,42 %;
Alfa-Celulose	76,39 %;
Beta-Celulose	18,69 %;
Gama-Celulose	4,88 %;
Pentosanas	22,77 %;
Furfurol	13,37 %;
Índice de Cobre	0,23 % .

Nenhuma referência direta sobre as diferenças 27

de composição entre polpas obtidas de bagaço integral e de bagaço sem medula, foi encontrada na revisão. A penas KNAPP (67) diz que as diferenças entre polpas resultantes de bagaço com e sem medula devem ser atribuídas mais às características físicas do que às químicas desse material.

2.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CELULOSE PARA PAPEL

Na determinação das características físicas da celulose, sem dúvida, exercem notável influência as dimensões e a forma das fibras que a compõem (7 - 111). De um modo geral, o comprimento da fibra tem influência sobre algumas propriedades das folhas de prova como, por exemplo, resistência ao rasgo (7 - 36 - 37 - 57) à ruptura (37 - 57), ao estouro (37) e à porosidade (103). Afirma-se, entretanto, que, para certos casos, quando o comprimento da fibra é maior do que 0,8 mm, tem pequena importância, para algumas características de resistência como ruptura, estouro e dobras (7). Neste caso é muito mais importante a relação: comprimento sobre diâmetro da fibra. VÁSQUEZ (111) é de opinião que, mantidas favoráveis as outras condições, uma fibra é apropriada para a indústria do papel quando esta relação é maior do que 100 unidades, admitindo que, em certos casos, possa ser um pouco inferior. Para o bagaço, e de acordo com os dados já apresentados quando se fez a revisão relativa à sua composição, verifica-se que esta relação assume valores médios de 100 para as fibras dos feixes fibro-vasculares e de 5 a 9 para as células do tecido parenquimatoso e para os segmentos fibrosos da casca.

Por outro lado, sabe-se (7) que, a relação entre o diâmetro da cavidade da fibra e o diâmetro externo

da mesma, determina a sua flexibilidade. Fibras cujas paredes são delgadas em relação ao diâmetro total, encolhem na secagem para formar superfícies planas, dando, em resultado, folhas mais densas do que se as fibras fossem de paredes rijas e espessas. É, ainda, de conhecimento geral que, quanto mais densa for a folha, por via de regra, as propriedades de resistência, especialmente, estouro e ruptura crescem, diminuindo a opacidade. A flexibilidade das fibras tem, também, influência sobre a resistência às dobras: quanto mais flexíveis as fibras, maior a resistência do papel. Entretanto, a estrutura interna das paredes das fibras também influi.

As fibras da polpa de bagaço, apesar de curtas, são fortes e flexíveis (11). As folhas de prova são compactas, de boa resistência à ruptura, ao estouro e às dobras duplas, sendo pequena a resistência ao rasgo e baixa a opacidade (6 - 21 - 90 - 102). Crescentes percentagens de medula tornam o papel mais duro e menos resistente (46 - 72). Num estudo mais objetivo do assunto, ATCHISON (29), demonstra que as polpas fabricadas com bagaço, do qual, percentagens crescentes de medula foram retiradas, têm as resistências ao arrebentamento e ao rasgo aumentadas. Este aumento é, praticamente, da ordem de 100%, quando são comparadas polpas manufaturadas de bagaço com e sem medula (bagaço integral e bagaço do qual foram retirados 30% de medula). Os valores observados foram os constantes do Quadro 7. (ver página nº 30).

Dêsses dados, verifica-se a importância da retirada de, pelo menos, dois terços do total de medula existente no bagaço.

QUADRO 7 - Influência da percentagem de medula sobre as características de resistência ao arrebentamento e ao rasgo das polpas de bagaço para papel (ATCHISON ²⁹).

MATERIAL	RESISTÊNCIA	
	Arrebentamento (Índice de Mullen)	Rasgo (Índice de Elmendorf)
Bagaço integral	11	20
Bagaço menos 10 % de medula	12	22
Bagaço menos 20 % de medula	16	28
Bagaço menos 30 % de medula	20	36

Os valores apresentados por KELLER ⁽⁶⁴⁾ e agrupados no Quadro 8, para as resistências ao arrebentamento e ao rasgo, em polpas fabricadas de bagaço com e sem medula, já não são tão convincentes, como se pode ver a seguir.

QUADRO 8 - Influência da medula sobre as características de resistência ao arrebentamento e ao rasgo das polpas de bagaço para papel (KELLER ⁶⁴).

MATERIAL	RESISTÊNCIA	
	Arrebentamento (Índice de Mullen)	Rasgo (Índice de Elmendorf)
Bagaço integral	88,4	104,5
Bagaço limpo de medula (via seca)	83,0	117,5
Bagaço limpo de medula (via umida)	89,0	110,0

Focalizando, agora, as características físicas da celulose em relação à refinação, CORTE (40) afirma que esta tem dois efeitos: o primeiro, sobre a superfície da fibra, e o segundo, sobre a hidratação da mesma. Enquanto a superfície específica cresce, paralelamente, com o grau de refinação, a hidratação cresce, rapidamente, no início para, depois, manter um valor constante, à medida que a refinação continua. É o grau de hidratação que determina, mantidas as outras condições, a resistência do papel. Com este fato, indiretamente, está de acordo NEDERVEEN (88); QUARDO afirma que na refinação as celuloses de palhas hidratam-se, relativamente, mais depressa que as de madeira, desenvolvendo, por isso, com mais facilidade, suas características de resistência. É interessante, também, frisar-se, aqui, que as fibras curtas de uma polpa bruta têm propriedades completamente diversas daquelas de comprimento análogo, obtidas pela refinação de fibras longas desta polpa, após a eliminação das fibras curtas (36)

WIGGINS (117), variando o tempo de refinação em polpa obtida de bagaço, do qual retirou a medula, observou os seguintes dados:

Número de rotações no moinho de Lampem.	0	9000	20000
Resistência à ruptura em metros	950	1125	1280
Fator de resistência ao estouro	2,0	5,4	5,6
Fator de resistência ao rasgo	33,3	33,7	39,4

LATHROP (74), numa polpa obtida de bagaço sem medula e usando os tempos de 0-20-40 minutos para a refinação, conseguiu dados que mostram serem as resistências ao estouro, à ruptura e às dobras, crescentes com o tempo de moagem. Ao contrário, a

resistência ao rasgo decresce vagarosamente.

KELLER ⁽⁶⁴⁾, no que diz respeito à classificação das fibras, obteve os números adiante grupados no Quadro 9.

QUADRO 9 - Influência da medula relativamente à classificação das fibras (KELLER ⁶⁴).

Fibras retidas em peneiras de	POLPA DE BAGAÇO		
	Com medula	Sem medula	
		Via sêca	Vias sêca e úmida
14 malhas (*)	1,8 %	1,4 %	2,1 %
30 malhas	17,8 %	22,6 %	30,5 %
50 malhas	22,0 %	23,6 %	23,1 %
100 malhas	36,1 %	34,2 %	29,9 %
Perdas	22,3 %	18,2 %	14,4 %

* - Malhas por polegada linear (2,54 cm)

Tendo em mira verificar as possíveis influências da percentagem de medula no bagaço, na fabricação de celulose para papel, com referências especiais ao consumo de reagentes, rendimento e qualidade da celulose, executou-se o seguinte plano experimental.

Cinco fardos de bagaço (blocos), previamente armazenados, foram desintegrados e peneirados, visando a separá-los o mais possível em seus dois componentes celulósicos principais: a fração medular e a fração fibrosa. Efetuada esta separação, de cada fardo, preparavam-se amostras (parcelas) de celulose, seguindo no laboratório, o quanto possível, as condições do processo industrial Celdecor-Pomílio, utilizado na Fábrica de Celulose e Papel Morganti, da Refinadora Paulista S.A. ⁽⁸⁵⁾. De cada fardo ou bloco foram conseguidas cinco amostras ou parcelas de celulose tendo em sua composição inicial as percentagens indicadas no Quadro 10.

QUADRO 10 - Composição inicial das amostras de celulose.

Amostra ou Parcela Nº	PARTES EM PÊSO	
	Fibra	Medula
1	100,0 %	0,0 %
2	92,5 %	7,5 %
3	85,0 %	15,0 %
4	77,5 %	22,5 %
5	70,0 %	30,0 %

Tendo-se trabalhado com cinco fardos, o total de parcelas foi de vinte e cinco: cinco tratamentos (percentagens crescentes de medula) e cinco repetições ou blocos (fardos).

Durante a obtenção de cada uma das amostras, foram efetuados contrôles para a verificação de:

consumo de reagentes*;
rendimentos parciais e totais.

Tanto o consumo de reagentes como os rendimentos foram calculados tendo em vista:

o bagaço tratado;
o bagaço integral;
a celulose branqueada final.

Foram, também, efetuadas análises tanto da matéria prima (bagaço integral, fibra e medula) como da celulose final obtida.

* - Por falta de aparelhamento adequado e, ainda, por outras razões, não se pôde efetuar o controle do consumo real de soda cáustica durante a fase de cozimento do bagaço. Não sendo possível determinar o álcali residual, considerou-se, para fins de cálculos, que todo o hidróxido empregado tinha sido consumido no cozimento.

O material que serviu para a execução do presente trabalho constou de cinco fardos de bagaço, pesando cerca de 13 kg cada um e medindo, aproximadamente, 30 cm de largura, 30 cm de altura e 60 cm de comprimento, com uma densidade aparente, portanto, de aproximadamente 240 g/dm^3 . Tais fardos, que receberam a numeração de 1 a 5, estavam empilhados nos depósitos existentes na Fábrica de Celulose e Papel Morganti, em Monte Alegre, Piracicaba. Procurou-se retirar um fardo, ao acaso, de cada monte dos existentes nos referidos depósitos. Cada monte representava uma época diferente de produção na usina de açúcar. Desejava-se, com isto, aumentar as possibilidades de se estar trabalhando com bagaço proveniente de diferentes variedades de cana, uma vez que a usina de açúcar (Usina Monte Alegre) trabalha com variedades precoces, médias e tardias.

Cada um desses fardos, que apresentava aspecto normal, cor amarelo-palha, e cujo tempo de armazenamento era de 6 a 12 meses, foi dividido ao meio. Depois de embalada em um lençol de plavínil e etiquetada, uma das metades de cada fardo foi guardada em laboratório, para fins de análises e repetições, em caso de necessidade.

As outras metades, em separado, foram desintegradas manualmente e, a seguir, batidas em moinho de martelos, de laboratório (Fibrex), dando 2000 r. p. m. e tendo peneira com orifício de 3 cm de diâmetro. O material desintegrado resultante era posto num tambor rotativo, constituído por uma chapa perfurada, onde, pela rotação manual do mesmo,

procurava-se separar a fibra da medula. O material retido no tambor era, de novo, batido no Fibrex, sofrendo, a seguir, outra separação. Trabalhava-se, assim, com cada amostra, até se conseguir duas porções, uma, medular, representando 30% do conjunto e, outra, fibrosa (70% do total).

A separação, pelas dificuldades mecânicas de tal trabalho, não era perfeita: a porção medular continha, sempre, uma certa percentagem de segmentos fibrosos da casca e uma pequena proporção de fibras dos feixes fibro-vasculares. A fibrosa retinha um pouco de medula e, também, o restante de segmentos fibrosos da casca.

As amostras, assim obtidas, eram colocadas em latas que, depois de etiquetadas e fechadas, eram guardadas à espera de serem trabalhadas. Guardavam-se, também, em latas etiquetadas e fechadas, amostras de bagaço total, apenas desintegradas no moinho de martelo. Tinha-se, assim, como material para trabalho, de cada fardo;

Amostra da porção medular (30%);

Amostra da porção fibrosa (70 %);

Amostra do bagaço total, desintegrado.

Para maior facilidade de exposição os métodos utilizados neste trabalho foram grupados em tecnológicos, químicos, físicos e estatísticos.

5.1 MÉTODOS TECNOLÓGICOS Os métodos tecnológicos abrangeram todo o trabalho para a obtenção de polpas branqueadas, seguindo de perto e dentro das possibilidades de que se dispunha, o processo Celdecor-Pamfilo e que compreende:

Cozimento : Depois da execução de vários ensaios, tendo por finalidade conseguir condições para um bom cozimento (aspecto da massa, índice de permanganato, etc.), em laboratório, cada uma das amostras de celulose era sempre obtida a partir de 500 g de peso seco de matéria prima *, contendo proporções de medula e fibra, segundo o já discriminado no Quadro 10. A matéria prima, depois de muito bem misturada, era colocada numa autoclave de laboratório, aquecida a fogo direto. Depois de estar manualmente bem comprimida, sobre a mesma eram adicionados um total de quatro e meio litros de água: dois litros de água pura fervente, um litro de água fria contendo 62,5 g de hidróxido de sódio e mais um e meio litro de água pura, fria. Observa-se, portanto, que o

* - Para o cálculo do peso da matéria prima, determinavam-se em amostras separadas, os teores de umidade.

teor de soda cáustica era de 12,5 % em relação ao peso de matéria prima, enquanto a relação água para bagaço era de 1 para 9.

O cozimento era efetuado durante 4 horas, a uma temperatura de 140°C, tolerando-se 2°C para mais ou para menos. O material resultante do cozimento era lavado até à neutralidade, com água corrente, para retirar as substâncias dissolvidas, usando-se 3 peneiras, sendo a mais fina de 100 malhas por 10 mm. O material retido nas 3 peneiras e que, neste trabalho, receberá a denominação de *semi-polpa bruta*, era desintegrado, em pequenas porções, num liquidificador "Walta" durante 2 minutos, em presença de água. O conjunto obtido era enviado a um desintegrador (17), girando a 3000 r. p. m., onde era homogeneizado durante 5 minutos. Nova lavagem do material, com água corrente através das peneiras de lavagem já referidas, era feita para eliminar o álcali residual.

Para fins de controle de rendimento e para que se tivesse uma idéia da qualidade do cozimento, a *semi-polpa bruta*, assim obtida, era suspensa em água até um volume total exato de 15 litros. Dessa suspensão, retiravam-se alíquotas que eram utilizadas para as determinações de *peso seco* e de *índice de permanganato*

Tratamento com cloro gasoso:

A fase seguinte era a do tratamento da *semi-polpa bruta* com cloro gasoso. Nesta operação, as cloro-ligninas formadas, facilmente solúveis em soluções alcalinas, eram eliminadas por lavagens em água corrente. Para tanto e, de acordo com as pesquisas de ARONOVSKY (24), a *semi-polpa bruta*, por meio da compressão manual, era apertada até deixá-la com, aproximadamente, 70% de umidade. Depois de bem esfarelada e homogeneizada, era colocada numa garrafa de boca larga, com rólha dotada de duas

tomadas: uma ligava-se ao vaso fornecedor-medidor de cloro, abrindo-se no fundo da garrafa; a outra, partia desta e mergulhava num vaso contendo solução de iodo de potássio. Nestas condições, a massa a clorar, eram enviados volumes medidos de cloro gasoso. Efetuava-se esta operação durante 15 minutos; até perceber-se perfeita saturação da massa a clorar (esta se tornava de cor amarelo-avermelhada e o excesso de cloro vinha borbulhar na solução de iodeto, libertando iodo). Neste ponto, para que as reações se completassem, deixava-se o cloro ficar em contato com a massa por mais 30 minutos. O cloro residual era, então, expulso para o vaso contendo iodeto, por enchimento da garrafa com água. A operação era completada lavando-se a massa clorada com água, até à neutralidade e ausência completa de cloro livre na mesma. As dosagens do excesso de cloro e do ácido clorídrico formado, eram efetuadas a seguir.

Para fins de controle da quantidade de cloro empregada, um volume deste, medido nas mesmas condições de temperatura e pressão, era recebido num vaso contendo iodeto de potássio em excesso.

A massa lavada era, agora, suspensa em água quente, de tal modo que a suspensão final apresentasse uma temperatura a mais próxima possível de 60°C e 4,0 g de matéria seca em 100 ml. Adicionava-se, a seguir, um volume medido de NaOH normal, até que o conjunto homogeneizado se tornasse de reação igual a índice pH 10,0 (primeira lavagem alcalina). Esperava-se uma hora e efetuava-se a lavagem do material com água corrente, através de peneiras, até à neutralidade. O material retido passava a chamar-se *semi-polpa sem depurar*. Contrôles de rendimentos eram efetuados como para a fase de cozimento.

Depuração : A massa obtida após ao tratamento com cloro gasoso e primeira lavagem alcalina continha, além de substâncias minerais, partes não completamente tratadas que, portanto, necessitavam ser retiradas da mesma. Esta operação efetuava-se, na indústria, em depuradores que trabalham em função do peso específico do material a separar. Como não se possuía depurador em escala de laboratório, a depuração era levada a efeito, de início, num classificador de fibras ⁽¹⁹⁾, e finalizada manualmente.

Os resíduos de cada amostra, depois de secos em estufa a 100-105°C, até peso constante, eram controlados.

No material depurado (*semi-polpa depurada*) efetuava-se a determinação do índice de permanganato, como para a fase de cozimento.

Branqueamento : Em consequência dos tratamentos anteriores, a massa obtida - *semi-polpa depurada* - já se compunha de polpa utilizável, para fins da indústria de papel, necessitando apenas ser branqueada. O branqueamento era realizado em duas fases, como se verá a seguir.

Tratamento com água de cloro: Na primeira fase do branqueamento, a *semi-polpa depurada*, depois de suspensa em água (4,0 g de matéria seca em 100 ml) num vasilhame de vidro dotado de tampa esmerilhada, recebia um volume medido e titulado de água de cloro. Prêviamente, ajustava-se o índice pH para 2,0. Deixava-se a reação prosseguir por 60 minutos.

Em cada caso, o teor de cloro a empregar era calculado de acordo com pesquisas citadas por OTT ⁽⁹²⁾, para polpas de madeira, tomando-se por base a

equação:

$$X = \frac{N \times 0,00355}{f} \times 100$$

na qual:

- X = percentagem de cloro procurada;
- N = índice de permanganato do material;
- 0,00355 = eqüivalente grama do cloro dividido por 10 000;
- f = fator variável (0,8 a 0,5) com o tipo de polpa a clorar e com o índice de permanganato achado.

De acôrdo, ainda, com essas mesmas pesquisas e, com as comparações efetuadas, em material da Fábrica de Celulose e Papel Morganti, o teor de cloro a utilizar era correspondente a 60% do calculado, quando f era igual a 0,8.

Efetuada a reação, determinava-se o cloro residual em duas alíquotas. O resto da massa era lavado até à neutralidade e eliminação do halogênio não combinado, em água corrente, sôbre peneiras. Neste ponto, a massa era novamente posta em suspensão e tratada com volumes medidos de hidróxido de sódio normal, até índice pH = 9,5, à temperatura de 20 - 30°C (segunda lavagem alcalina). Depois de 3 horas de contato, efetuava-se a eliminação do material solubilizado, por lavagens, até à neutralidade. Uma nova suspensão, como para a fase de cozimento, possibilitava o contrôle de rendimento e a determinação do índice de permanganato desta massa, que será, neste trabalho, chamada *polpa não branqueada*.

Tratamento com hipoclorito de cálcio:

O branqueamento final era feito tratando-se a suspensão de polpa

não branqueada, em vasilhame de vidro com tampa esmerilhada, com um volume medido de uma solução titulada de hipoclorito de cálcio, tendo-se, previamente, elevado o índice pH para 9,5, com uma solução tampão de hidróxido de sódio. Nesta fase, como na anterior, o teor de cloro utilizado era calculado, para cada caso, de acordo com a fórmula:

$$X = \frac{N \times 0,00355}{f} \times 100$$

já referida. Aqui, porém, eram empregados 100 % do valor encontrado para X.

Depois de 1 hora e 45 minutos de reação, duas alíquotas da suspensão eram retiradas, para controle do consumo de cloro e do rendimento da *polpa* ou *celulose branqueada*. Efetivada a lavagem da polpa restante, até à neutralidade e ausência de cloro, tinha-se a celulose pronta, que era encaminhada para o preparo das amostras para as análises químicas e físicas.

5.2 MÉTODOS QUÍMICOS Os métodos químicos foram utilizados para o exame do bagaço, para o controle industrial e para a análise da celulose final.

5.2.1 MÉTODOS DE ANÁLISE DO BAGAÇO O bagaço integral, a fibra e a medula foram analisados para a verificação das características que mais interessavam ao fabricante de polpas para papel. O preparo e os métodos utilizados foram os que se seguem.

Preparo da amostra : O preparo das amostras para a análise era realizado seguindo, o quanto possível, as indicações

fornecidas pela TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T 11m-45, para determinações em madeira. Êle consistia do seguinte: cêrca de 100g de cada uma das amostras da porção medular, da porção fibrosa e do bagaço integral (ver em 4, MATERIAL), era passada separadamente num moinho de martelo de laboratório (Fibrex) dando 2000 r. p. m. e usando peneira com orifício de 1 mm de diâmetro. O material resultante era cuidadosamente recebido (evitando-se perdas de pó formado) numa peneira de 40 malhas por polegada linear. O farelo retido era, de novo, passado pelo moinho e, a seguir, peneirado. As operações repetiam-se tantas vêzes quantas fôsssem necessárias para que a peneira utilizada não retivesse mais nenhum material. Êste, a seguir, era colocado em vidro fechado e etiquetado, onde, por agitação, procurava-se homogeneizá-lo o mais possível. Visando a homogeneizar, também, o teor de umidade da amostra, esta era mantida, agora, em repouso e fechada, durante 5 dias. No momento da execução das análises, efetuavam-se tôdas as pesagens necessárias para cada determinação, com isto, visando a atenuar o efeito da variação da umidade ambiente.

Umidade: Num pesa-filtro, de tara conhecida, pesavam-se 6 g do material que era levado a estufa a 100-105°C até pêso constante. A umidade era calculada, a seguir, pela perda do pêso verificada(*).

Extrativos solúveis em água fria:

Análise executada segundo a TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T 1m-54.

* - A determinação da umidade era executada com a finalidade de expressar os resultados analíticos em percentagem de material sêco.

Extrativos solúveis em água quente:
Análise executada segundo a TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T
1m - 54.

Extrativos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento:
Análise executada segundo a TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T
4m - 54.

Extrativos solúveis em álcool-benzol:
Análise executada segundo a TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T
6m - 54.

Celulose segundo Cross e Bevan:
Análise executada segundo a TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T
17m - 55.

Alfa-Celulose na celulose Cross e Bevan:
Análise executada segundo a TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T
203m - 55.

Pentosanas:
Análise executada segundo a TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T
19m - 50.

Ligninas:
Análise executada segundo ARONOVSKY ⁽²⁴⁾.

Cinzas:
Análise executada segundo a TAPPI ⁽¹⁵⁾ em T
15m - 54.

5.2.2 **MÉTODOS DE CONTRÔLE INDUSTRIAL** Os métodos de
contrôle industrial foram

realizados para tornar possível o cálculo do consumo de reagentes, assim como, o dos rendimentos em cada fase do processamento. Por outro lado, também alguns controles eram efetuados para se ter uma ideia do estado e da intensidade do cozimento e, ainda, das necessidades de cloro no branqueamento.

A descrição de cada um deles será dada em seqüência, pela ordem de sua utilização no processamento tecnológico.

Rendimento de semi-polpa bruta: Este controle era efetuado inicialmente como já se descreveu na fase de cozimento. Em seguida, da massa suspensa, depois de muito bem uniformizada por agitação mecânica, retiravam-se, separadamente, 2 volumes de 100 ml, que eram quantitativamente passados para provetas de 1000 ml, por lavagem com água. Completavam-se os volumes com água e procurava-se uniformizar o mais possível as suspensões. De cada suspensão retiravam-se 500 ml, que eram filtrados através de funil de Büchner tendo, como elemento filtrante, um pano grosso de lona. O material retido era levado a uma estufa a 100-105°C, até peso constante. A média dos dois resultados obtidos servia de base para os cálculos procurados.

Índice de permanganato da semi-polpa bruta: O índice de permanganato era sempre realizado com os restantes 500 ml de cada amostra, preparada para a determinação do rendimento de semi-polpa bruta. O método seguido era o indicado pela TAPPI⁽¹⁵⁾, em T 214m-50.

Consumo de hidróxido de sódio, no cozimento, expresso em óxido: Ver em 3 cha
mada do roda
pé.

Consumo de cloro gasoso: O contrôle, nesta fase da fa
bricação, era efetuado dentro das seguintes etapas:

Cloro utilizado: Esta verificação se fazia na amostra medida à parte e re
cebida numa solução contendo excesso de iodeto de po
tássio (ver em 5.1, TRATAMENTO COM CLORO GA
SOSO). O iôdo libertado era dosado com tiosulfato de sódio ⁽⁹⁸⁾, usando solução de âmido como indicador.

Cloro residual: O resultado do cloro residual era conseguido pela soma de três determinações:

Cloro em excesso borbulhado na solução de iodeto de potássio: Efetuava-
-se esta dosagem
como para a determinação do cloro, isto é,
titulando o iodo libertado com tiosulfato de sódio ⁽⁹⁸⁾
e usando solução de âmido como indicador.

Cloro em excesso contido no vasilhame para a cloração da massa: O cloro em ex
cesso, contido no vasilhame em que se fa
zia, diretamente, a cloração, era expulso por enchi
mento dêste com água. Efetuava-se, em seguida, a la
vagem da massa até à neutralidade e isenção de cloro livre (verificação com papéis indicadores: de bromo
timol e de âmido iodado). Tanto o cloro expulso

como a água de lavagem eram recebidos numa solução contendo excesso de iodeto de potássio. Numa alíquota, determinava-se o cloro pelo método iodimétrico, já visto (98).

Cloro na forma de ácido clorídrico: Sabe-se que, durante a cloração da massa, para a formação das cloro-ligninas, parte do cloro liga-se às ligninas por simples adição, enquanto outra dá produtos de substituição. Quando a ligação se faz por substituição, resulta em liberdade, para cada átomo de cloro, um de hidrogênio. Este, combinando-se com o excesso de cloro livre presente, dá formação a ácido clorídrico (92).

Na alíquota, preparada como para a dosagem do cloro em excesso no vasilbame para a cloração da massa, o ácido clorídrico formado era titulado por alcalimetria, com hidróxido de sódio decinormal, usando alaranjado de metila como indicador (98). Pela quantidade de ácido formado, calculava-se o cloro correspondente.

Cloro consumido: O cloro consumido era calculado por diferença entre o total inicial e o total residual.

Consumo de hidróxido, na primeira lavagem alcalina expresso em óxido: O tratamento da massa clorada e lavada, era feito com solução normal de hidróxido de sódio para a solubilização das cloro-ligninas. Como já se conhecia o peso de material em suspensão, por simples cálculos conseguia-se os números relativos ao consumo de reagente.

Rendimento de semi-polpa sem depurar: Idem Rendimento de semi-polpa bruta.

Resíduos resultantes da depuração da semi-polpa sem depurar: Os resíduos resultantes da depuração da semi-polpa, não depurada, foram colocados em estufa a 100-105°C, até peso constante. Em função deste peso e do peso de material tratado, chegava-se, por simples cálculos, aos números procurados.

Rendimento de semi-polpa depurada: Idem Rendimento de semi-polpa bruta.

Índice de permanganato da semi-polpa depurada: Idem Índice de permanganato da semi-polpa bruta.

Consumo de cloro, da água de cloro na primeira fase do branqueamento: O controle, nesta fase da elaboração, se fazia dentro das seguintes etapas:

Teor de cloro na água de cloro: Uma alíquota da água de cloro, medida com pipeta e por aspiração em bomba pneumática, era colocada num vaso contendo solução de iodeto de potássio em excesso. O iodo libertado era dosado com tiosulfato de sódio, como já se descreveu anteriormente (98).

Cloro residual na massa tratada: Uma alíquota da suspensão da massa era

colocada num vaso. A este, adicionava-se excesso de solução de iodeto de potássio e mais ácido clorídrico, até índice pH igual a 2,0. Assegurava-se, assim a libertação do cloro do ácido hipocloroso que por ventura se houvesse formado durante o branqueamento. A seguir, adicionava-se um excesso (completo descoramento) medido de solução titulada de tiosulfato de sódio. O conjunto era, agora, filtrado e lavado até à neutralidade. No filtrado, por titulação de volta, dava-se o excesso de tiosulfato de sódio com solução titulada de iodo (98).

O material retido no filtro era levado à estufa a 100-105°C, até peso constante. Este dado possibilitava o cálculo da percentagem de cloro e, também, de rendimento em massa, nesta fase da fabricação.

Cloro consumido no tratamento:	O cloro consumido era calculado, agora, por diferença entre o total inicial adicionado e o total residual.
--------------------------------	--

Consumo de hidróxido de sódio, na segunda lavagem alcalina expresso em óxido:	Como se usava hidróxido de sódio titulado e era conhecido o peso de material em suspensão, o consumo de reagente, também, neste caso, podia ser diretamente calculado.
---	--

Rendimento de polpa não branqueada: Idem	Rendimento de semi-polpa bruta.
--	---------------------------------

Índice de permanganato da polpa não branqueada: Idem
Índice de permanganato de sémi-polpa
bruta.

Consumo de cloro do hipoclorito de cálcio na segunda fase do branqueamento: O controle do consumo de cloro na fase de tratamento com hipoclorito de cálcio se fazia dentro das seguintes etapas:

Teor de cloro do hipoclorito de cálcio: Uma alíquota de hipoclorito de cálcio, medida com pipeta, era adicionada num vaso contendo excesso de solução de iodeto de potássio. O conjunto era, agora, acidulado com ácido clorídrico até índice pH igual a 2,0. O cloro libertado deslocava o iôdo do iodeto de potássio. Este, por sua vez, era dosado com solução de tiosulfato de sódio.

Cloro residual na massa branqueada: Neste caso, procedia-se como para a dosagem do cloro residual na massa tratada.

Cloro consumido no tratamento: O cloro consumido era calculado por diferença entre o total inicial e o total residual.

Rendimento de celulose final: Calculava-se o rendimento final, como para a *semi-polpa bruta*.

Consumo total de hidróxido de sódio, expresso em óxido: Considerando-se que, no cozimento, todo o hidróxido de sódio houvesse sido consumido, o total de álcali, no processo, foi calculado, levando-se em conta este consumo e mais os verificados nas lavagens alcalinas.

Consumo total de cloro: O consumo total de cloro foi calculado em função dos gastos verificados no tratamento com cloro gasoso, no tratamento com água de cloro e no tratamento com hipoclorito de cálcio.

5.2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DA CELULOSE FINAL Como a matéria prima, também a celulose final

foi submetida às análises que mais interessavam ao fabricante de polpas para papel. O preparo das amostras e as respectivas determinações foram executadas segundo os métodos expostos em seqüência.

Preparo da amostra: O preparo da amostra para as análises químicas da celulose era realizado seguindo as indicações fornecidas pela TAPPI⁽¹⁵⁾. Para tanto, 50g da amostra eram suspensas em água. Esta suspensão, depois de homogeneizada, era dividida em 5 porções. Com estas, por peneiragem, através de peneira Tyler de número 100, faziam-se 5 fôlhas que eram postas a secar ao ar, sem compressão. Depois de no mínimo 4 dias de

secagem, cada folha era dividida ao meio, sendo as metades designadas por A e B. As metades classificadas como A, depois de reunidas e convenientemente preparadas, serviam para as determinações de umidade, alfa-celulose, cinzas e extrativos solúveis em hidróxido de sódio a 1%. As metades B, também, depois de reunidas e convenientemente preparadas, sofriam análises relativas à umidade, pentosanas, ligninas, índice de cobre e resinas.

O preparo relativo às metades classificadas como A, era o seguinte: as meias folhas, com o auxílio de um cortador manual de papel, eram cortadas em quadrados de aproximadamente 2 mm de lado. O material resultante, depois de bem misturado, era posto em vidros tamponados, de boca larga, etiquetados. Depois de um repouso mínimo de 5 dias para homogeneizar o teor de umidade, era considerado pronto para as análises.

O tratamento para as meias folhas B era o que se segue: o material era passado num moinho de martelos de laboratório (Fibrex), que trabalhava com peneira contendo orifícios de 1 mm de diâmetro. As amostras, depois de coletadas, evitando-se perdas de material sob a forma de pó, eram homogeneizadas e guardadas em vidros de boca larga, fechados e etiquetados. Uma permanência mínima de 5 dias nos vidros, garantia uma perfeita homogeneização do teor de umidade.

Como para o caso do bagaço, para atenuar o quanto possível o efeito da umidade ambiente, no início da execução das análises eram efetuadas todas as pesagens de cada grupo. Aqui também a determinação de umidade era realizada para se poder expressar os resultados em função do material seco.

Umidade:

Num pesa-filtro, de tara conhecida, pesavam-se 6g do material que era levado em estufa a 100-105°C, até peso constante. A umidade era calculada, pela perda de peso verificada.

Extrativos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento:

Análise executada segundo T 212m-54, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Extrativos solúveis em álcool-éter (resinas):

Análise executada segundo T 204m-54, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Alfa-celulose:

Análise executada segundo T 203m-55, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Pentosanas:

Análise executada segundo T 223m-48, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Ligninas:

Análise executada segundo T 222m-54, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Cinzas:

Análise executada segundo T 211m-54, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Índice de cobre:

Análise executada segundo T 215m-50, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

das fibras por ordem decrescente de tamanho, a celu
lose final foi submetida a uma série de testes para a
verificação de algumas de suas mais importantes pro
priedades. Os métodos utilizados foram os que se se
guém.

Classificação de fibras: Análise executada segundo
T 233sm-53, da TAPPI ⁽¹⁵⁾,
num "Classificador Clark" Modelo M-46 ⁽¹⁹⁾ para pol
pas, com peneiras de 14, 28, 48 e 100 malhas por po
legada linear (2,54 cm).

Preparo das amostras para a execução dos testes físicos: Como a aparelhagem
de que se dispunha para o preparo das
fôlhas para os ensaios físicos era a compreendida pe
la AFNOR Q50-001 ⁽¹⁶⁾, seguiram-se aqui as indica
ções correspondentes. Foram efetuadas moagens em
moinho modelo BR de 61x37x38 cm ⁽¹⁶⁾ durante 0,5 ,
15, 30, 60, 120 e 240 minutos. Para a feitura das
fôlhas foram usados um desintegrador modelo DI de
23x42x55cm ⁽¹⁷⁾, uma fôrma modelo FO de 42x80x135
cm ⁽¹⁷⁾, uma prensa hidráulica modelo PR de 49 x 50x
31 cm ⁽¹⁷⁾ e anéis secadores ⁽¹⁷⁾. Antes e durante as
análises físicas, as fôlhas permaneceram em uma sa
la climatizada à temperatura de 20°C e com umidade
relativa de 60%.

Grau Schopper-Riegler (S.R.): Para cada tempo
de moagem efe
tuava-se a verificação do grau S.R. (estado de
refinação, hidratação ou de inchamento das fibras),
num aparelho modelo ERA de 45x25x98 cm ⁽¹⁸⁾ segun
do a AFNOR Q50-003.

Resistência à ruptura em metros:

Análise realizada segundo T 404m-50 e calculada segundo T 220m-53, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Esticamento por cento:

Análise realizada segundo T 457m-46 e calculada segundo T 220m-53, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Índice de arrebatamento (índice de Mulen ou fator de estouro):

Análise realizada segundo T 403m-53 e calculada segundo T 220m-53, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Dobras duplas:

Análise realizada segundo T 423m-50, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Resistência ao rasgo (índice de Elmendorf):

Análise realizada segundo T 414m-49 e calculada segundo T 220m-53, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Opacidade por cento:

Análise realizada segundo T 425m-44, da TAPPI⁽¹⁵⁾.

Porosidade em segundos:

Análise efetuada segundo a TAPPI⁽¹⁵⁾ em T 479-sm-48, com o aparelho de Gurley - Hill S. P. S.

5.4 MÉTODOS ESTATÍSTICOS Foram utilizados os métodos usuais de análise de variância e de regressão, dados por GOMES (42A).

6 - RESULTADOS OBTIDOS

No presente, estão inseridos os resultados experimentais, com os quais foi possível realizar a ANÁLISE ESTATÍSTICA apresentada no capítulo correspondente.

6.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BAGAÇO No Quadro 11, foram reunidos os números representativos das análises da matéria prima, nas formas de bagaço integral, de fibra e de meduha (ver página nº 59).

6.2 CONSUMO DE REAGENTES Em última análise o consumo de reagentes na indústria de celulose, baseada no Processo Celdecor-Pomílio, é expresso em têrmos de ôxido de sódio e de cloro molecular. Para que se pudesse ter uma visão, a mais completa possível, dêsse aspecto, foram organizados os Quadros 12 e 13, nos quais o consumo de ôxido de sódio (Quadro 12) e de cloro molecular (Quadro 13) foram apresentados em cada uma das fases e também no total do processamento (ver páginas nºs. 60 e 61 respectivamente).

De acôrdo com o exposto no capítulo PLANO DE TRABALHO e ainda em MÊTODOS TECNOLÓGICOS, verifica-se que o consumo de hidróxido de sódio expresso em ôxido, no cozimento foi constante para cada amostra, sendo igual a 9,69% para o bagaço tratado. É esta a razão pela qual, do Quadro 12, não faz parte uma coluna relativa ao consumo de ôxido de sódio, no cozimento, por cento de bagaço tratado.

Deve-se ainda esclarecer que as amostras ou

parcelas numeradas de 1 a 5 que constam do Quadro 12 e seguintes, têm a sua composição especificada no Quadro 10.

6.3 **CONTRÔLE DAS FASES TECNOLÓGICAS** No Quadro 14, são dados os resultados de índices de permanganato determinados na semi-polpa bruta, na semi-polpa depurada e na polpa não branqueada (ver página nº 62).

6.4 **RENDIMENTO** No Quadro 15 foram agrupados os rendimentos obtidos em cada fase do processamento tecnológico. Esses mesmos rendimentos foram também convertidos em por cento de bagaço tratado e de bagaço integral (ver página nº 63).

6.5 **CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CELULOSE FINAL** As características químicas da celulose final estão inseridas no Quadro 16 (ver página nº 64).

6.6 **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CELULOSE FINAL** Nos Quadros, 17a, 17b e 17c acham-se anotados os resultados para as características físicas da celulose final. O Quadro 17a contém os dados relativos à classificação das fibras, o Quadro 17b insere os números indicativos dos graus Schopper-Riegler (S. R.), da resistência à ruptura em metros, do esticamento em percentagem e do índice de arrebatamento (índice de Mullen ou fator de estouro) e, o Quadro 17c comporta os resultados das dobras duplas, da resistência ao rasgo (índice de Elmendorf), da opacidade em percentagem e da porosidade em segundos (ver página nº 65, 66 e 67).

QUADRO 11 - Características químicas do bagaço *

Fardo ou Bloco Nº	TIPO DE MATERIAL	EXTRATIVOS SOLÚVEIS						Celulose				ALFA-CELULOSE		Ligninas	Cinzas
		água		Hidróxido de sódio a 1 %	álcool-benzol	segundo	Cross e Bevan	Cross e Bevan	Cross e Bevan	%	%	bagaço			
		fria	quente												
1	Bagaço integral	2,05	2,87	34,99	2,18	57,62	87,55	38,92	30,16	24,96	1,70				
1	Fibra	2,00	2,49	33,11	1,93	58,93	88,40	40,98	30,97	24,84	1,16				
1	Medula	2,18	4,88	41,28	2,75	48,31	68,08	32,59	28,09	25,69	3,62				
2	Bagaço integral	2,15	3,95	34,83	2,31	59,27	71,17	42,18	30,58	23,52	1,68				
2	Fibra	2,11	3,44	30,49	2,08	60,66	73,10	44,34	31,02	23,06	1,08				
2	Medula	2,26	4,48	40,21	3,06	51,87	68,92	35,75	28,71	23,86	4,93				
3	Bagaço integral	2,01	3,86	34,52	2,08	58,90	67,42	39,71	30,10	22,37	1,41				
3	Fibra	1,95	3,04	30,89	1,83	60,43	70,88	42,88	30,53	22,25	1,08				
3	Medula	2,08	4,69	38,29	2,88	52,21	66,87	34,81	28,42	22,87	3,38				
4	Bagaço integral	1,48	2,87	34,25	2,27	59,84	67,88	40,82	29,25	21,01	1,38				
4	Fibra	0,81	1,33	31,10	1,89	61,86	70,40	43,82	28,59	20,56	0,86				
4	Medula	1,88	2,88	41,12	2,97	53,32	66,90	35,87	28,06	21,80	2,05				
5	Bagaço integral	2,18	3,38	35,55	1,92	58,48	64,68	37,48	30,56	23,70	1,34				
5	Fibra	1,75	2,93	33,08	1,89	58,93	69,01	41,88	30,83	23,02	0,88				
5	Medula	2,30	3,37	39,45	2,18	53,20	61,34	32,58	29,34	23,88	2,81				

* - Resultados expressos em porcentagem de material seco.

QUADRO 12 - Consumo de ácido de sódio nas diversas fases do processo tecnológico.

Fardo ou Bloco Nº	Amostras ou Parcelas Nº	COZIMENTO		PRIMEIRA LAVAGEM ALCALINA		SEGUNDA LAVAGEM ALCALINA		TOTAL				
		% bagaço Integral	% celulose final	% semi-polpa bruta	% bagaço tratado	% semi-polpa depurada	% bagaço tratado	% celulose final	% bagaço tratado	% bagaço Integral		
											% Integral	% Integral
1	1	6,78	17,56	0,92	0,60	0,42	0,30	0,17	0,13	18,98	10,46	7,23
1	2	7,51	17,02	0,87	0,56	0,43	0,29	0,17	0,13	18,30	10,42	8,06
1	3	8,23	17,29	0,90	0,57	0,49	0,29	0,16	0,14	18,60	10,42	8,86
1	4	8,98	18,21	0,95	0,57	0,53	0,31	0,17	0,16	19,60	10,45	9,66
1	5	9,69	18,48	1,06	0,62	0,62	0,32	0,17	0,17	19,99	10,48	10,48
2	1	6,78	17,64	0,93	0,58	0,40	0,24	0,14	0,10	18,95	10,41	7,28
2	2	7,51	18,11	0,78	0,50	0,38	0,25	0,14	0,11	19,31	10,33	8,00
2	3	8,23	18,87	0,91	0,58	0,49	0,25	0,13	0,11	20,06	10,40	8,84
2	4	8,96	18,64	0,95	0,57	0,33	0,26	0,14	0,13	19,80	10,40	9,62
2	5	9,68	19,39	1,05	0,62	0,62	0,27	0,14	0,14	20,68	10,48	10,48
3	1	6,78	16,64	0,92	0,61	0,43	0,22	0,13	0,09	17,91	10,43	7,30
3	2	7,51	16,84	0,72	0,49	0,38	0,24	0,15	0,12	18,68	10,33	8,00
3	3	8,23	17,41	0,82	0,53	0,45	0,25	0,14	0,12	18,91	10,36	8,80
3	4	8,98	17,58	0,88	0,57	0,33	0,25	0,14	0,13	18,87	10,40	9,62
3	5	9,69	17,87	1,00	0,62	0,62	0,25	0,14	0,14	19,27	10,45	10,45
4	1	6,78	16,92	0,80	0,49	0,35	0,31	0,18	0,13	18,09	10,36	7,28
4	2	7,51	16,80	0,75	0,49	0,38	0,31	0,18	0,14	17,96	10,36	8,08
4	3	8,23	18,00	0,81	0,53	0,45	0,31	0,17	0,16	19,20	10,39	8,77
4	4	8,96	17,88	0,86	0,57	0,33	0,31	0,17	0,16	19,38	10,43	9,68
4	5	9,69	19,92	0,98	0,58	0,58	0,33	0,17	0,17	21,46	10,44	10,44
5	1	6,78	16,84	0,78	0,50	0,35	0,30	0,17	0,12	17,79	10,36	7,28
5	2	7,51	17,24	0,82	0,58	0,45	0,29	0,17	0,13	18,57	10,44	8,04
5	3	8,23	17,71	0,88	0,58	0,48	0,30	0,17	0,14	19,08	10,44	8,87
5	4	8,96	17,95	1,05	0,62	0,58	0,31	0,17	0,16	19,43	10,49	9,70
5	5	9,69	18,18	1,11	0,66	0,66	0,32	0,17	0,17	19,74	10,52	10,52

QUADRO - 13 - Consumo de cloro nas fases de processamento tecnológico.

Fardo ou Bloco Nº	Amostra ou Parcela Nº	C L O R O (Cl ₂)														
		GASOSO				ÁGUA DE CLORO-PRIMEIRA FASE DO BRANQUEAMENTO				HIPOCLORITO DE CÁLCIO-SEGUNDA FASE DO BRANQUEAMENTO				TOTAL		
		% semi-polpa bruta	% bagaço		% semi-polpa depurada	% bagaço tratado	% bagaço integral	% polpa não branqueada	% bagaço tratado		% polpa não branqueada	% bagaço tratado	% bagaço integral	% celulose final	% bagaço tratado	% bagaço integral
			tratado	integral					tratado	integral						
1	1	7,35	4,51	3,37	0,52	0,35	0,24	0,25	0,14	0,10	0,10	0,61	5,30	3,71		
1	2	7,67	4,93	3,82	0,65	0,37	0,29	0,29	0,17	0,13	0,13	9,01	5,47	4,23		
1	3	7,88	5,03	4,28	0,77	0,44	0,37	0,39	0,22	0,19	0,19	10,18	5,69	4,84		
1	4	8,28	5,01	4,63	0,78	0,43	0,38	0,41	0,22	0,20	0,20	10,64	5,66	5,24		
1	5	9,07	5,29	5,29	0,91	0,49	0,49	0,43	0,23	0,23	0,23	11,47	6,01	6,01		
2	1	6,90	4,27	2,99	0,51	0,29	0,20	0,20	0,11	0,08	0,08	8,50	4,67	3,27		
2	2	7,19	4,59	3,56	0,58	0,32	0,25	0,26	0,14	0,11	0,11	9,44	5,05	3,81		
2	3	7,69	4,87	4,14	0,66	0,35	0,30	0,32	0,17	0,14	0,14	10,50	5,39	4,58		
2	4	8,25	4,99	4,62	0,64	0,34	0,32	0,33	0,18	0,16	0,16	10,54	5,81	5,10		
2	5	8,63	5,08	5,08	0,69	0,36	0,35	0,38	0,19	0,19	0,19	11,25	5,63	5,63		
3	1	8,22	4,12	2,88	0,38	0,23	0,16	0,22	0,13	0,09	0,09	7,70	4,48	3,14		
3	2	8,51	4,41	3,42	0,38	0,22	0,17	0,25	0,16	0,12	0,12	7,83	4,79	3,71		
3	3	7,38	4,78	4,06	0,35	0,20	0,17	0,27	0,15	0,13	0,13	8,22	5,13	4,36		
3	4	7,53	4,88	4,51	0,40	0,23	0,21	0,27	0,15	0,14	0,14	8,56	5,26	4,87		
3	5	8,10	4,99	4,99	0,47	0,26	0,26	0,31	0,17	0,17	0,17	10,00	5,42	5,42		
4	1	6,32	3,91	2,74	0,58	0,34	0,24	0,27	0,16	0,11	0,11	7,70	4,41	3,09		
4	2	6,43	4,18	3,24	0,80	0,47	0,36	0,30	0,17	0,13	0,13	8,36	4,82	3,74		
4	3	6,77	4,42	3,74	1,01	0,56	0,47	0,42	0,23	0,19	0,19	9,68	5,21	4,40		
4	4	7,71	4,66	4,31	1,07	0,59	0,58	0,38	0,21	0,19	0,19	10,13	5,46	5,05		
4	5	8,29	4,87	4,87	1,16	0,59	0,59	0,49	0,24	0,24	0,24	11,72	5,70	5,70		
5	1	7,30	4,58	3,20	0,31	0,18	0,13	0,15	0,10	0,07	0,07	8,35	4,86	3,40		
5	2	7,67	4,86	3,77	0,40	0,23	0,18	0,26	0,15	0,11	0,11	9,32	5,24	4,04		
5	3	8,30	5,00	4,26	0,43	0,24	0,20	0,28	0,14	0,13	0,13	9,83	5,38	4,57		
5	4	8,99	5,19	4,80	0,55	0,30	0,28	0,31	0,17	0,16	0,16	10,49	5,69	5,24		
5	5	8,85	5,28	5,28	0,72	0,39	0,39	0,68	0,37	0,37	0,37	11,34	6,04	6,04		

QUADRO 14 - Índices de permanganatos em diversas massas.

Fardo ou Bloco Nº	Amostra ou Parcela Nº	ÍNDICE DE PERMANGANATO		
		semi-polpa bruta	semi-polpa depurada	polpa não branqueada
1	1	17,7	3,2	1,3
1	2	17,7	3,3	1,3
1	3	18,1	3,6	1,5
1	4	18,2	3,6	1,6
1	5	18,4	3,8	1,6
2	1	17,0	2,8	1,1
2	2	17,6	3,1	1,2
2	3	18,2	3,3	1,3
2	4	18,3	3,3	1,3
2	5	18,6	3,4	1,4
3	1	16,3	2,4	1,1
3	2	16,3	2,3	1,2
3	3	16,2	2,3	1,2
3	4	16,4	2,4	1,2
3	5	17,2	2,6	1,3
4	1	17,3	3,1	1,2
4	2	18,3	3,7	1,3
4	3	18,8	4,3	1,6
4	4	19,4	4,4	1,5
4	5	20,0	4,6	1,8
5	1	14,9	2,1	0,8
5	2	15,4	2,8	1,2
5	3	15,1	2,8	1,2
5	4	16,3	3,0	1,3
5	5	18,7	3,5	2,2

QUADRO 15 - Resultados Tecnológicos

Fardo	Amostra	SEMI-POLPA						REJEITOS				SEMI-POLPA			POLPA NÃO BRANQUEADA			CELULOSE FINAL					
		BRUX		não		deparada		% semi-polpa		% bagço		deparada		% bagço		% semi-polpa		% bagço		% polpa não		% bagço	
		tratado	Integral	% semi-polpa	tratado	Integral	% bagço	tratado	Integral	tratado	Integral	tratado	Integral	tratado	Integral	tratado	Integral	tratado	Integral	tratado	Integral	tratado	Integral
1	1	81,41	45,79	81,85	46,03	39,23	0,45	0,27	0,19	55,75	39,03	99,31	55,31	35,72	99,73	55,15	35,82						
1	2	84,24	49,78	89,89	57,76	44,78	0,38	0,31	0,18	37,85	44,80	99,43	57,22	44,25	99,50	56,93	44,03						
1	3	83,84	44,27	89,04	46,32	46,32	0,34	0,19	0,16	35,03	43,16	99,02	56,44	47,05	99,25	56,02	47,02						
1	4	80,50	39,97	80,45	34,76	50,85	0,32	0,13	0,18	54,57	50,49	97,93	53,44	49,44	99,58	53,20	49,22						
1	5	85,30	38,30	82,00	53,84	53,84	0,43	0,23	0,23	52,41	53,41	98,74	52,74	52,74	99,33	52,41	52,41						
2	1	81,82	43,35	84,18	57,03	39,96	0,75	0,45	0,31	55,43	39,63	97,84	55,42	39,40	99,08	54,01	35,44						
2	2	81,85	43,47	87,43	53,32	43,25	0,34	0,19	0,15	55,43	43,10	98,97	53,78	41,86	99,47	53,49	41,44						
2	3	81,86	43,88	86,29	54,04	45,94	1,04	0,56	0,48	52,43	45,46	97,41	52,08	44,28	99,55	51,33	43,64						
2	4	80,50	35,97	80,05	53,88	48,84	0,87	0,36	0,33	53,32	49,31	98,12	53,03	49,07	98,32	52,38	48,34						
2	5	84,88	48,83	80,88	53,78	52,78	0,38	0,47	0,47	52,31	52,31	97,80	50,90	50,90	98,32	50,90	50,90						
3	1	86,34	49,37	91,00	60,84	42,86	0,83	0,57	0,40	60,37	42,26	97,38	59,71	41,10	99,15	58,21	40,75						
3	2	87,73	52,49	92,57	62,70	48,59	0,70	0,44	0,34	62,26	48,35	98,58	60,00	48,05	98,66	61,17	47,41						
3	3	84,77	38,05	89,28	57,78	48,13	1,38	0,78	0,67	57,00	48,48	94,70	58,28	47,33	98,01	58,93	47,31						
3	4	84,80	39,84	84,18	57,14	52,88	0,98	0,58	0,51	56,89	52,39	95,18	56,11	51,91	98,19	55,09	50,97						
3	5	81,63	41,62	81,98	56,88	58,69	0,80	0,48	0,45	56,34	56,34	98,23	58,20	58,20	98,04	54,22	54,22						
4	1	81,87	42,31	84,83	58,86	40,85	0,31	0,18	0,13	53,32	40,82	98,72	57,57	40,30	99,47	57,26	40,09						
4	2	85,00	39,37	89,85	58,21	46,11	0,11	0,08	0,06	54,13	45,86	99,51	57,87	44,84	99,65	57,87	44,89						
4	3	83,31	44,17	85,43	55,79	47,13	0,23	0,14	0,12	53,68	47,81	97,33	54,12	45,72	97,42	53,81	45,45						
4	4	80,42	41,88	82,03	55,82	51,43	0,32	0,18	0,16	56,44	51,39	97,99	54,27	50,21	99,29	53,83	48,85						
4	5	84,76	50,76	84,42	50,78	50,78	0,41	0,21	0,21	50,57	50,57	97,42	49,27	49,28	98,73	48,64	48,64						
5	1	82,70	43,89	87,33	54,32	40,86	0,23	0,19	0,14	54,23	40,82	99,81	54,23	40,74	99,98	54,21	40,73						
5	2	85,40	43,14	82,26	53,31	43,25	0,27	0,16	0,12	53,35	44,39	98,87	54,41	43,48	99,82	54,20	43,32						
5	3	80,37	51,23	81,77	58,52	49,04	0,19	0,11	0,09	56,41	47,88	97,52	56,01	46,78	99,46	54,71	46,51						
5	4	83,68	49,23	82,87	55,49	51,34	0,31	0,17	0,16	55,23	51,13	98,28	54,34	50,28	99,29	53,87	48,93						
5	5	83,63	49,83	80,84	54,33	54,25	0,43	0,23	0,23	54,02	54,02	98,72	53,87	53,87	98,90	53,28	53,28						

24,9
24,9
24,9

QUADRO 16 - Características químicas da celulose final*

Fardo ou Bloco Nº	Amostra ou Parcela Nº	EXTRATIVOS SOLÚVEIS		Alfa celulose	Pentosanas	Ligninas	Cinasas	Índice de cobre
		Hidróxido de sódio 1 %	Alcool-éter					
1	1	4,67	0,46	77,62	30,00	0,18	0,22	0,72
1	2	5,02	0,56	77,80	30,54	0,22	0,28	0,73
1	3	5,57	0,69	77,36	30,43	0,18	0,30	0,73
1	4	6,33	0,71	77,85	31,30	0,27	0,36	0,70
1	5	6,42	0,74	77,30	31,38	0,27	0,36	0,74
2	1	5,69	0,57	82,51	29,29	0,23	0,29	0,59
2	2	5,83	0,72	81,32	28,83	0,26	0,35	0,64
2	3	6,80	0,65	80,52	28,45	0,24	0,30	0,68
2	4	6,67	0,69	80,42	29,42	0,28	0,34	0,74
2	5	6,84	0,74	80,39	29,13	0,31	0,36	0,85
3	1	6,39	0,48	82,71	29,04	0,19	0,23	0,55
3	2	7,44	0,44	82,54	29,34	0,26	0,19	0,60
3	3	7,86	0,52	82,13	29,80	0,25	0,22	0,72
3	4	7,97	0,57	82,53	30,49	0,30	0,24	0,90
3	5	8,38	0,60	81,22	31,64	0,35	0,32	0,95
4	1	6,08	0,47	80,61	30,42	0,26	0,27	0,89
4	2	6,71	0,54	79,01	30,97	0,23	0,33	0,70
4	3	7,25	0,43	79,07	30,38	0,30	0,33	0,75
4	4	7,54	0,45	77,48	30,49	0,32	0,34	0,84
4	5	7,04	0,52	77,81	30,92	0,37	0,49	0,89
5	1	5,23	0,52	78,91	30,14	0,21	0,28	0,80
5	2	5,97	0,48	78,78	30,34	0,34	0,29	0,72
5	3	6,13	0,57	78,28	30,36	0,30	0,30	0,75
5	4	6,02	0,57	78,39	31,26	0,36	0,32	0,78
5	5	6,24	0,71	75,98	31,40	0,44	0,35	0,80

* - Resultados expressos em porcentagem da matéria seca.

QUADRO 17a - Características físicas da celulose final

CLASSIFICAÇÃO DE FIBRAS						
Fardo ou Bloco Nº	Amostra ou Parcela Nº	PERCENTAGEM DE FIBRAS				
		longas	médias	curtas	m. curtas	fibrilas
		p/14	p14/28	p28/48	p48/100	p 100
1	1	2,9	25,7	32,0	23,4	16,0
1	2	2,3	23,8	32,8	24,1	17,0
1	3	2,2	21,3	32,8	25,4	18,3
1	4	2,0	19,4	32,4	26,2	20,0
1	5	1,6	18,0	32,7	27,0	20,7
2	1	2,3	26,1	30,4	29,8	11,4
2	2	2,3	24,6	31,6	28,7	12,8
2	3	2,0	22,4	30,4	20,0	15,2
2	4	1,6	20,0	31,2	31,2	16,0
2	5	1,0	18,8	30,4	32,0	17,8
3	1	4,4	28,0	30,2	27,6	9,8
3	2	3,6	27,4	31,4	27,6	10,0
3	3	3,2	26,4	30,1	28,2	12,1
3	4	2,8	23,2	33,4	28,0	12,6
3	5	2,4	20,4	33,4	30,0	13,8
4	1	2,6	24,4	34,0	26,0	13,0
4	2	2,2	23,8	33,4	27,6	13,0
4	3	1,7	23,6	31,2	28,6	14,9
4	4	1,2	23,1	32,3	29,1	14,3
4	5	1,0	22,6	31,8	29,4	15,2
5	1	3,4	25,6	36,8	23,6	10,6
5	2	3,0	24,0	35,2	24,2	13,6
5	3	2,2	23,4	34,1	25,7	14,6
5	4	1,6	22,0	33,0	26,7	16,7
5	5	1,6	20,6	30,8	28,3	18,7

QUADRO 179 - Características físicas de castores, final

Parque ou Bloco	Amostra ou Parcela	GRAUS SCHOPFER-REIDLER												RESISTENCIA A RUPTURA												ESTICAMENTO												INDICE DE ABERTAMENTO											
		TEMPO DE MOLAGEM EM MINUTOS												METROS												Porcentagem												Indice de Mulas											
		0	15	30	60	120	240	0	15	30	60	120	240	0	15	30	60	120	240	0	15	30	60	120	240																								
1	1	22,0	24,5	29,0	31,5	36,0	44,5	4386	5300	5847	5725	5974	6231	3,0	3,5	3,8	3,8	3,8	4,0	30,1	32,9	31,9	29,8	28,7	30,3																								
1	2	23,0	27,0	31,0	35,0	40,0	47,0	4388	4807	5105	5307	5458	5525	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,5	29,0	30,8	31,7	29,4	27,2	29,3																								
1	3	27,0	28,5	32,0	37,0	42,5	48,0	4240	4804	4853	5000	4448	5235	3,4	3,4	3,4	3,5	3,5	3,7	20,1	21,8	22,7	20,8	21,1	20,4																								
1	4	30,0	33,0	35,0	40,0	45,0	52,0	4110	4303	4532	4739	5135	5338	3,2	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	20,3	21,3	24,3	25,8	28,8	29,8																								
1	5	34,5	36,5	40,0	44,0	50,5	57,5	4000	4132	4345	4813	4972	5210	3,0	3,0	3,0	3,1	3,3	3,4	20,3	23,8	25,1	25,9	28,0	28,0																								
2	1	20,0	22,0	24,0	28,0	35,0	40,8	5245	5323	5420	5850	7100	7237	3,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,5	32,0	29,4	29,8	32,6	34,5	36,2																								
2	2	22,0	24,0	26,0	30,0	35,0	43,0	5240	5302	5628	5829	6245	7032	3,2	3,7	4,0	4,0	4,0	4,1	17,0	27,4	27,6	28,9	29,2	30,7																								
2	3	23,5	27,0	29,0	32,0	38,5	45,0	4800	5389	5704	5778	6262	6370	3,0	3,6	3,8	3,8	3,8	4,0	19,6	23,3	26,4	28,5	33,6	35,9																								
2	4	27,0	29,0	31,5	35,0	37,0	45,5	4738	5232	5315	6246	6457	6885	2,0	3,4	3,7	3,8	3,3	4,0	21,8	24,1	26,8	28,1	30,6	32,8																								
2	5	29,0	31,0	33,0	38,0	40,0	48,0	4608	5131	5380	5385	6245	6434	3,0	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	22,1	22,3	24,6	26,0	28,3	32,2																								
3	1	20,0	23,0	25,0	28,0	32,0	41,0	5816	6441	6630	6974	7580	7800	4,0	4,0	4,0	4,0	4,5	5,0	25,3	30,8	31,3	33,6	42,8	48,3																								
3	2	24,0	27,0	30,0	34,0	38,0	44,0	5702	6460	6524	6743	7121	7643	4,0	3,7	3,8	4,0	4,0	4,7	36,8	24,8	34,2	37,3	38,7	40,2																								
3	3	26,0	31,5	33,0	38,5	42,0	47,0	5532	5822	6134	6454	6928	7300	3,5	3,5	3,7	4,0	4,5	4,8	37,1	29,7	39,5	33,4	38,6	39,3																								
3	4	31,0	35,0	37,0	40,0	45,0	50,0	5881	5828	5480	6377	6800	7037	3,7	3,6	3,7	3,8	4,1	4,5	37,4	30,8	33,8	34,9	38,2	40,7																								
3	5	34,0	37,5	40,0	44,0	48,0	53,5	5212	5712	5712	6245	6382	6576	3,5	3,5	3,8	3,8	4,0	4,4	35,4	27,1	28,3	31,0	32,8	39,2																								
4	1	22,0	26,5	29,0	34,0	40,0	48,0	4262	4362	4882	5435	5820	6332	3,9	4,0	4,0	4,0	4,5	4,8	29,8	32,7	35,3	37,5	39,8	43,6																								
4	2	26,0	28,0	31,0	37,5	43,5	50,0	3987	4387	4622	4877	5422	5840	3,8	4,0	4,0	4,1	4,0	4,5	32,0	34,5	38,6	37,6	39,9	40,8																								
4	3	22,0	31,0	34,0	39,0	48,0	53,0	3712	4202	4322	4812	5412	6424	3,5	4,0	4,0	4,0	4,8	4,8	22,4	32,3	33,7	35,0	38,8	39,6																								
4	4	29,0	33,5	36,0	42,0	50,0	56,5	3762	4117	4324	4808	5372	5366	3,6	4,0	3,8	4,0	4,2	4,3	28,4	31,9	33,8	35,4	41,1	39,2																								
4	5	32,0	36,0	41,5	48,0	51,0	59,0	3728	4201	4285	4424	4240	5013	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,2	22,7	30,3	32,1	34,0	36,2	36,7																								
5	1	22,0	26,0	30,0	34,0	38,5	48,0	4222	3280	3292	4440	6020	7000	3,4	3,9	3,8	4,2	4,0	4,2	32,0	24,7	30,8	32,6	39,5	26,6																								
5	2	23,0	29,0	32,0	37,0	42,0	50,0	4300	3820	3819	5000	6040	6840	3,2	3,5	3,7	4,0	4,0	4,1	29,9	23,9	33,3	37,6	31,2	31,1																								
5	3	27,0	33,0	37,0	40,5	46,0	53,0	3877	4800	4878	5190	5871	6716	3,2	3,3	3,3	3,5	4,0	4,0	15,3	28,6	31,3	32,5	28,9	28,9																								
5	4	30,0	36,0	40,5	44,0	49,0	56,0	3822	4644	4480	5140	5890	6616	3,8	3,3	3,3	3,3	3,5	3,8	21,0	26,7	23,4	22,6	26,8	28,5																								
5	5	35,0	40,0	45,0	48,5	53,0	57,0	3905	4452	4622	4832	5190	6412	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,8	23,1	22,3	22,9	24,9	23,2	23,9																								

QUADRO 17c - Características físicas da celulose final.

Fardo ou Bloco Nº	Amostra ou Parcela Nº	DOBRAS DUPLAS					RESISTÊNCIA AO RASCO					OPACIDADE					POROSIDADE								
		NÚMERO					ÍNDICE DE ELMENDORF					PERCENTAGEM					SEGUNDOS								
		0	15	30	60	120	240	0	15	30	60	120	240	0	15	30	60	120	240	0	15	30	60	120	240
1	1	21	28	32	35	36	58	61,7	61,4	61,5	56,7	57,4	57,8	67	66	62	62	62	61	50,3	60,0	71,2	88,0	+100	+100
1	2	20	25	25	28	34	55	80,2	80,2	89,7	56,0	55,2	54,9	67	66	64	63	63	60	60,2	65,7	73,4	89,0	+100	+100
1	3	17	23	23	27	33	53	59,0	60,1	56,1	55,9	54,3	54,1	66	66	58	59	58	58	72,8	80,5	89,5	94,0	+100	+100
1	4	17	18	20	25	33	47	57,4	54,6	51,3	54,3	47,9	45,9	65	65	61	60	58	57	85,6	90,5	+100	+100	+100	+100
1	5	15	17	19	19	30	45	57,1	52,0	52,6	54,1	45,8	41,7	64	63	60	59	58	53	95,0	+100	+100	+100	+100	+100
2	1	28	39	44	51	96	122	75,7	76,4	74,4	72,6	70,3	68,3	74	73	68	65	61	61	12,8	14,2	45,0	37,8	75,7	+100
2	2	24	33	38	40	72	98	72,2	71,8	73,3	64,0	59,6	59,6	70	67	65	64	60	59	20,0	35,7	56,7	68,0	77,1	+100
2	3	18	35	35	39	45	88	73,2	70,1	71,3	66,7	75,4	71,1	72	69	64	61	61	58	25,4	43,3	62,0	80,2	+100	+100
2	4	17	24	26	30	44	69	71,4	67,4	63,3	64,0	63,7	62,9	68	67	65	63	62	60	66,0	70,3	76,0	+100	+100	+100
2	5	14	22	24	32	31	61	71,9	69,4	65,8	62,3	61,5	56,7	70	67	64	62	59	58	98,8	98,6	+100	+100	+100	+100
3	1	39	53	65	111	147	417	60,9	75,3	70,5	66,1	68,8	67,4	65	66	66	61	61	60	58,7	75,1	89,0	+100	+100	+100
3	2	30	38	60	106	122	203	78,9	74,3	69,4	67,7	65,8	64,8	65	67	65	60	59	58	81,7	+100	+100	+100	+100	+100
3	3	27	37	57	88	78	188	74,2	72,6	70,3	69,8	69,0	65,8	64	64	63	60	59	55	+100	+100	+100	+100	+100	+100
3	4	27	34	56	66	77	87	73,2	70,5	70,3	69,9	69,7	67,6	64	63	62	59	59	54	+100	+100	+100	+100	+100	+100
3	5	23	30	34	53	57	74	72,4	70,7	69,6	67,8	67,3	67,3	63	62	60	60	57	51	+100	+100	+100	+100	+100	+100
4	1	29	44	78	91	87	157	64,9	69,4	67,0	55,4	54,3	51,1	71	72	67	67	65	61	+100	+100	+100	+100	+100	+100
4	2	23	40	55	80	87	148	62,8	59,3	58,6	55,6	55,7	52,5	70	68	67	65	64	60	+100	+100	+100	+100	+100	+100
4	3	25	44	50	78	85	112	61,5	57,8	57,0	53,3	50,4	62	67	65	63	64	58	+100	+100	+100	+100	+100	+100	
4	4	22	36	43	44	72	81	50,9	50,9	47,9	47,8	49,3	45,1	66	67	64	62	62	58	+100	+100	+100	+100	+100	+100
4	5	20	25	35	38	63	49	50,2	48,5	44,6	43,9	44,0	39,3	65	66	62	61	59	57	+100	+100	+100	+100	+100	+100
5	1	26	37	62	43	57	77	75,2	69,1	61,6	61,5	60,0	61,5	72	70	73	68	68	68	50,0	64,5	89,8	+100	+100	+100
5	2	26	27	44	48	48	74	73,0	68,2	67,2	68,7	64,7	66,8	66	67	69	68	65	65	53,8	65,8	96,8	+100	+100	+100
5	3	27	28	38	37	41	59	65,6	64,7	64,2	66,2	61,8	66,1	67	68	65	64	63	61	91,2	+100	+100	+100	+100	+100
5	4	18	27	26	29	35	52	63,1	62,6	63,2	60,9	59,4	58,9	65	65	65	65	60	61	+100	+100	+100	+100	+100	+100
5	5	14	20	22	27	31	43	59,5	60,1	57,8	60,6	55,7	54,9	65	65	64	64	59	58	+100	+100	+100	+100	+100	+100

7 - ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS OBTIDOS

A análise dos resultados obtidos, aqui inserida, terá a mesma seqüência observada no capítulo anterior.

7.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BAGAÇO: O Quadro 18, foi organizado

com os dados obtidos da análise de variância para os diversos componentes do bagaço (ver página nº 71).

Com a finalidade de ressaltar as características de cada um dos diversos componentes estudados, organizou-se, também o Quadro 19. Dêle constam as médias e o erro padrão respectivo, do elemento estudado, para o bagaço integral, para a fração medular e para a fração fibrosa. Também faz parte do Quadro 19 cada uma das diferenças mínima significativas (d. m. s.), calculadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (ver página nº 72).

7.2 CONSUMO DE REAGENTES: O consumo de *óxido de sódio* no cozimento, por cento de bagaço tratado, como já se expôs em 6.2, foi constante para tôdas as parcelas, de todos os blocos.

Por sua vez, o consumo de *óxido de sódio* foi constante para cada tipo de amostra ou parcela, em cada um dos cinco fardos ou blocos utilizados; entretanto, tomando-se, na devida consideração, as percentagens de medula não utilizadas, nas diferentes parcelas

de cada bloco, êsse consumo, calculado *por cento de bagaço integral*, variou de 6,78% (amostras contendo 100,0% de fibra e 0,0% de medula) a 9,69% (amostras contendo 70,0% de fibra e 30,0% de medula), como se pode verificar no Quadro 12, em 6.2.

Os outros consumos, tanto de óxido de sódio, como de cloro molecular, foram analisados estatisticamente. O Quadro 20, contém os dados da análise da variância para o consumo de óxido de sodio, enquanto o Quadro 21, foi organizado para expôr a análise da variância relativa ao consumo de cloro molecular nas diversas fases do processo tecnológico (ver páginas nºs 73 e 74).

Observando-se cada um dos elementos estudados no Quadro 20, verifica-se que para o consumo de *óxido de sódio, no cozimento, por cento de celulose final* existiu um componente linear significativo ao nível de 0,1% de probabilidade para os tratamentos (percentagens crescentes de medula). A variação devida a *farros*, também, foi significativa, porém, ao nível de 1% de probabilidade. Tendo sido o coeficiente de regressão positivo e igual a 0,059, a equação da reta representativa do consumo esperado de álcali foi a que se segue:

$$Y = 16,864 + 0,059 X \text{ ----- (I)}$$

na qual:

Y expressa o consumo médio de óxido de sódio por cento de celulose final e,

X representa as percentagens de medula usadas, isto é, 0,0; 7,5; 15,0; 22,5 e 30,0, respectivamente, nos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, como o indicado no Quadro 10, exposto em 3.

QUADRO 18 - Análise de variância para os diversos componentes do bagaço.

MATERIAL ESTUDADO	CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L. (')	S.Q. (')	Q.M. (''')
Extrativos solúveis em água fria	Tratamentos	2	0,3274	0,1637*
	Farços	4	1,6193	0,4048**
	Resíduo	8	0,2106	0,0263
Extrativos solúveis em água quente	Tratamentos	2	5,2658	2,6329**
	Farços	4	5,0553	1,2638*
	Resíduo	8	1,6092	0,2012
Extrativos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento	Tratamentos	2	177,5872	88,7836***
	Farços	4	6,4952	1,6238
	Resíduo	8	6,9872	0,8734
Extrativos solúveis em álcool-benzol	Tratamentos	2	2,0135	1,0068***
	Farços	4	0,6886	0,1721**
	Resíduo	8	0,1192	0,0149
Celulose Cross e Bevan	Tratamentos	2	206,4392	103,2196***
	Farços	4	11,5591	2,8998*
	Resíduo	8	4,4952	0,5619
Alfa-Celulose por cento celulose Cross e Bevan	Tratamentos	2	48,8533	24,4267***
	Farços	4	57,5647	14,3912**
	Resíduo	8	9,5490	1,1936
Alfa-celulose por cento bagaço	Tratamentos	2	180,1014	90,0507***
	Farços	4	29,0899	7,2725***
	Resíduo	8	1,7769	0,2221
Pentosanas	Tratamentos	2	3,8929	1,9465***
	Farços	4	2,2210	0,5553**
	Resíduo	8	0,5044	0,0631
Ligninas	Tratamentos	2	1,8357	0,9179***
	Farços	4	27,4346	6,8587***
	Resíduo	8	0,1578	0,0197
Cinzas	Tratamentos	2	15,2574	7,6287***
	Farços	4	2,0894	0,5224
	Resíduo	8	2,5070	0,3134

(') G.L. = graus de liberdade.

('') S.Q. = soma dos quadrados.

('''') Q.M. = quadrados médios.

* = significa ao nível de 5% de probabilidade.

** = significa ao nível de 1% de probabilidade.

*** = significa ao nível de 0,1% de probabilidade.

QUADRO 19 - Características químicas dos diversos componentes do bagaço.

MATERIAL ESTUDADO	FRAÇÃO DO BAGAÇO	MÉDIA	ERRO PADRÃO DAS MÉDIAS	d. m. s.
Extrativos solúveis em água fria	Bagaço integral	1,97 %	0,07 %	0,30 %
	Fração medular	2,08 %		
	Fração fibrosa	1,72 %		
Extrativos solúveis em água quente	Bagaço integral	3,37 %	0,20 %	0,81 %
	Fração medular	4,12 %		
	Fração fibrosa	2,65 %		
Extrativos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento	Bagaço integral	34,83 %	0,42 %	1,70 %
	Fração medular	40,07 %		
	Fração fibrosa	31,73 %		
Extrativos solúveis em álcool-benzol	Bagaço integral	2,19 %	0,05 %	0,20 %
	Fração medular	2,77 %		
	Fração fibrosa	1,88 %		
Celulose Cross e Bevan	Bagaço integral	58,82 %	0,34 %	1,37 %
	Fração medular	51,98 %		
	Fração fibrosa	60,58 %		
Alfa-celulose por cento celulose Cross e Bevan	Bagaço integral	67,74 %	0,49 %	1,97 %
	Fração medular	65,96 %		
	Fração fibrosa	70,36 %		
Alfa-celulose por cento bagaço	Bagaço integral	39,78 %	0,42 %	1,70 %
	Fração medular	34,28 %		
	Fração fibrosa	42,63 %		
Pentosanas	Bagaço integral	30,13 %	0,22 %	0,89 %
	Fração medular	29,32 %		
	Fração fibrosa	30,55 %		
Ligninas	Bagaço integral	23,11 %	0,08 %	0,25 %
	Fração medular	23,60 %		
	Fração fibrosa	22,75 %		
Cinzas	Bagaço integral	1,50 %	0,25 %	1,01 %
	Fração medular	3,38 %		
	Fração fibrosa	1,05 %		

QUADRO 20 - Consumo de reagentes: análise da variância para o consumo de óxido de sódio, nas diversas fases do processo tecnológico.

MATERIAL ESTUDADO	CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.
Óxido de sódio, no cozimento, por cento de celulose final	Regressão linear	1	9,7947	9,7947***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,9407	0,3136
		(4)	(10,7354)	...
	Farços	4	5,5843	1,3961**
	Resíduo	16	3,0889	0,1931
Óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de semi-polpa bruta	Regressão linear	1	0,1171	0,1171***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0417	0,0139
		(4)	(0,1588)	...
	Farços	4	0,0435	0,0109*
	Resíduo	16	0,0462	0,0029
Óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	0,0173	0,0173**
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0081	0,0027
		(4)	(0,0254)	...
	Farços	4	0,0103	0,0026
	Resíduo	16	0,0187	0,0012
Óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	0,1764	0,1764***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0068	0,0023*
		(4)	(0,1832)	...
	Farços	4	0,0067	0,0017
	Resíduo	16	0,0103	0,0006
Óxido de sódio, na segunda lavagem alcalina, por cento de semi-polpa depurada	Regressão linear	1	0,0018	0,0018***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0001	0,00003
		(4)	(0,0019)	...
	Farços	4	0,0214	0,0054***
	Resíduo	16	0,0008	0,00005
Óxido de sódio, na segunda lavagem alcalina, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	0,000008	0,000008
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,000192	0,000062*
		(4)	(0,0002)	...
	Farços	4	0,0061	0,001525***
	Resíduo	16	0,0003	0,000018
Óxido de sódio, na segunda lavagem alcalina, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	0,0065	0,0065***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0001	0,00003
		(4)	(0,0066)	...
	Farços	4	0,0045	0,00113***
	Resíduo	16	0,0003	0,00002
Óxido de sódio total por cento de celulose final	Regressão linear	1	12,9134	12,9134***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	1,3711	0,4570
		(4)	(14,2845)	...
	Farços	4	8,2627	1,5657**
	Resíduo	16	3,7916	0,2370
Óxido de sódio total, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	0,0166	0,0166***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0076	0,0025
		(4)	(0,0242)	...
	Farços	4	0,0152	0,0038*
	Resíduo	16	0,0164	0,0010
Óxido de sódio por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	31,9840	31,9840***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0114	0,0038**
		(4)	(31,9954)	...
	Farços	4	0,0107	0,0027*
	Resíduo	16	0,0115	0,0007

QUADRO 21 - Consumo de reagentes: Análise da variância para o consumo de cloro molecular nas diversas fases do processo tecnológico.

MATERIAL ESTUDADO	CAUSAS DA VARIÇÃO	G. L.	S. Q.	Q. M.
Cloro gasoso, no tratamento da semi-polpa bruta, por cento de semi-polpa bruta	Regressão linear	1	10,2987	10,2987***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0938	0,0313
	(4)	(10,3905)	...	
	Fardos	4	4,8920	1,2230***
	Resíduo	16	0,5135	0,0321
Cloro gasoso, no tratamento da semi-polpa bruta, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	1,7672	1,7672***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0368	0,0123
	(4)	(1,8040)	...	
	Fardos	4	1,2654	0,3164***
	Resíduo	16	0,1664	0,0104
Cloro gasoso, no tratamento da semi-polpa bruta, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	13,2304	13,2304***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0035	0,0012
	(4)	(18,1239)	...	
	Fardos	4	0,8654	0,2164***
	Resíduo	16	0,0723	0,0045
Cloro, da água de cloro, na primeira fase do branqueamento, por cento de semi-polpa depurada	Regressão linear	1	0,2813	0,2813***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0026	0,0009
	(4)	(0,2839)	...	
	Fardos	4	0,8961	0,2240***
	Resíduo	16	0,1189	0,0074
Cloro, da água de cloro, na primeira fase do branqueamento, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	0,0584	0,0584***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0008	0,0003
	(4)	(0,0572)	...	
	Fardos	4	0,2594	0,0649***
	Resíduo	16	0,0322	0,0020
Cloro, da água de cloro, na primeira fase do branqueamento, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	0,1502	0,1502***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0004	0,0001
	(4)	(0,1506)	...	
	Fardos	4	0,1839	0,0465***
	Resíduo	16	0,0322	0,0020
Cloro, do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento, por cento de polpa não branqueada	Regressão linear	1	0,1436	0,1436***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0112	0,0037
	(4)	(0,1548)	...	
	Fardos	4	0,0383	0,0096
	Resíduo	16	0,0807	0,0050
Cloro, do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	0,0318	0,0318***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0023	0,0008
	(4)	(0,0341)	...	
	Fardos	4	0,0102	0,0026
	Resíduo	16	0,0272	0,0017
Cloro, do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	0,0613	0,0613***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0032	0,0011
	(4)	(0,0645)	...	
	Fardos	4	0,0061	0,0020
	Resíduo	16	0,0246	0,0015
Cloro total por cento de celulose final	Regressão linear	1	23,9986	23,9986***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,3100	0,1033
	(4)	(24,3086)	...	
	Fardos	4	6,1931	1,5483***
	Resíduo	16	2,1459	0,1366
Cloro total por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	3,0455	3,0455***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0494	0,0165
	(4)	(3,0949)	...	
	Fardos	4	1,1989	0,2997***
	Resíduo	16	0,2131	0,0133
Cloro total por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	18,3013	18,3013***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0160	0,0053
	(4)	(18,3113)	...	
	Fardos	4	0,2821	0,2085***
	Resíduo	16	0,1267	0,0079

Para melhor compreensão do que acaba de ser exposto, organizou-se o Quadro 22, contendo os valores calculados de acôrdo com a equação I e, os respectivos dados experimentais obtidos.

QUADRO 22 - Consumo médio de óxido de sódio, por cento de celulose final em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	16,86%	17,08%	
2	7,5%	17,31%	17,00%	
3	15,0%	17,75%	17,86%	0,20%
4	22,5%	18,19%	18,05%	
5	30,0%	18,63%	18,77%	

Para o consumo de óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de semi-polpa bruta, praticamente aplicam-se as mesmas considerações feitas ao consumo anterior. Verifica-se, entretanto, que a variação devida aos desvios da regressão foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. Esta variação não foi calculada devido a sua pequena significação em relação a equação da reta. Esta, depois de calculada, tomou a seguinte expressão:

$$Y = 0,814 + 0,0064 X \text{ -----(II)}$$

Na equação II e seguintes deste grupo, *ceteris mutandis*, Y representa o consumo médio de

reagentes e, X as diversas percentagens de medula utilizadas.

O Quadro 23, dado em seqüência, foi organizado com as mesmas finalidades do Quadro 22.

QUADRO 23 - Consumo médio de óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de semi-polpa bruta, em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	0,81%	0,87%	
2	7,5%	0,86%	0,81%	
3	15,0%	0,91%	0,88%	0,02%
4	22,5%	0,96%	0,96%	
5	30,0%	1,01%	1,04%	

O consumo de óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de bagaço tratado, compreendeu um componente linear, significativo ao nível de 1% de probabilidade. A equação representativa da reta, foi:

$$Y = 0,532 + 0,0025 X \text{ ----- (III)}$$

Dentro da ordem de apresentação que vem sendo seguida até aqui, organizou-se o Quadro 24, inserido a seguir.

QUADRO 24 - Consumo médio de óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de bagaço tratado, em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALÔRES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	0,53%	0,56%	
2	7,5%	0,55%	0,52%	
3	15,0%	0,57%	0,56%	0,02%
4	22,5%	0,59%	0,58%	
5	30,0%	0,61%	0,62%	

Também o consumo de *óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de bagaço integral*, comportou um componente linear, significativo, ao nível de 0,1% de probabilidade. Embora os desvios da regressão fôssem significativos ao nível de 5% de probabilidade, devido à sua pequena significação em relação ao componente principal, não foram considerados. A equação da reta, depois de calculada, tomou a seguinte expressão:

$$Y = 0,372 + 0,0079 X \text{ ----- (IV)}$$

O Quadro 25, dado em seqüência, contém os valores, calculados e obtidos de Y.

QUADRO 25 - Consumo médio de óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de bagaço integral, em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALÔRES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	0,37%	0,39%	
2	7,5%	0,43%	0,41%	
3	15,0%	0,49%	0,47%	0,01%
4	22,5%	0,55%	0,54%	
5	30,0%	0,61%	0,62%	

Tanto a regressão linear como o efeito de fardos foram significativos ao nível de 0,1% de probabilidade, para o consumo de *óxido de sódio, na segunda lavagem alcalina, por cento de semi-polpa depurada*. A equação representativa do componente linear foi expressa por :

$$Y = 0,272 + 0,0008 X \text{-----}(V)$$

O Quadro 26, contém os valores calculados e obtidos de Y.

QUADRO 26 - Consumo médio de óxido de sódio, na segunda lavagem alcalina, por cento de semi-polpa depurada, em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALÔRES DE Y		Êrro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	0,27%	0,27%	
2	7,5%	0,28%	0,28%	
3	15,0%	0,28%	0,28%	0,004%
4	22,5%	0,29%	0,29%	
5	30,0%	0,30%	0,30%	

Para o consumo de *óxido de sódio, na segunda lavagem alcalina, por cento de bagaço tratado*, houve significância, ao nível de 0,1% para a variação de vida a fardos; entretanto, não houve significância para o componente linear (tratamentos). Não se efetuou aqui, qualquer outro cálculo, mesmo à vista de ter havido significância ao nível de 5 % de probabilidade, para os desvios da regressão, em consequência da mínima significação desses desvios.

Não se tendo podido calcular a equação da reta, o Quadro 27, adiante exposto, contém apenas os resultados obtidos para Y.

QUADRO 27 - Consumo médio de óxido de sódio, na segunda lavagem alcalina, por cento de bagaço tratado, em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	...	0,16%	
2	7,5%	...	0,16%	
3	15,0%	...	0,15%	0,002%
4	22,5%	...	0,16%	
5	30,0%	...	0,16%	

Já o consumo de óxido de sódio, na segunda lavagem alcalina por cento de bagaço integral, apresentou significância, ao nível de 0,1% de probabilidade, tanto para o variação devida a fardos como para a devida ao componente linear. A equação da reta de regressão tomou a seguinte expressão:

$$Y = 0,118 + 0,0015 X \text{ ----- (VI)}$$

e, os valores de Y, esperados e obtidos, acham-se no Quadro 28.

QUADRO 28 - Consumo médio de óxido de sódio, na lavagem alcalina, por cento de bagaço integral, em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	0,12%	0,11%	
2	7,5%	0,13%	0,13%	
3	15,0%	0,14%	0,13%	0,002%
4	22,5%	0,15%	0,15%	
5	30,0%	0,16%	0,16%	

Valem para o consumo de *óxido de sódio total, por cento de celulose final*, as mesmas considerações feitas ao consumo anterior, com a diferença de que, aqui, a significância, devida a variação de fardos, deu-se ao nível de 1% de probabilidade.

O componente linear foi expresso por:

$$Y = 18,064 + 0,068 X \text{----- (VII)}$$

O Quadro 29, contém os valores calculados e os obtidos para Y.

QUADRO 29 - Consumo médio de óxido de sódio total, por cento de celulose final, em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	18,06%	18,34%	
2	7,5%	18,57%	18,20%	
3	15,0%	19,08%	19,17%	0,22%
4	22,5%	19,59%	19,43%	
5	30,0%	20,10%	20,27%	

Praticamente, repetem-se para o consumo de *óxido de sódio total, por cento de bagaço tratado* as considerações relativas ao consumo anterior.

A equação da reta de regressão foi expressa por:

$$Y = 10,384 + 0,0024 X \text{ ----- (VIII)}$$

e, os valores correspondentes, calculados e obtidos de Y, acham-se no Quadro 30, dado a seguir.

QUADRO 30 - Consumo médio de *óxido de sódio total* por cento de bagaço tratado, em função do aumento da percentagem de medula.

Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	10,38%	10,40%	
2	7,5%	10,40%	10,38%	
3	15,0%	10,42%	10,40%	0,01%
4	22,5%	10,44%	10,43%	
5	30,0%	10,46%	10,47%	

Finalmente, verifica-se que o consumo de *óxido de sódio total, por cento de bagaço integral* comportou para a variação devida à tratamentos, um componente linear, significativo ao nível de 0,1%; houve desvios da regressão, com significância ao nível de 1% de probabilidade. Estes desvios, entretanto, não foram calculados à vista de seu pequeno valor em relação

ao componente linear. Também foi significativa, ao nível de 5% de probabilidade, a variação devida ao efeito de fardos.

A equação:

$$Y = 7,250 + 0,107 X \text{ -----(IX)}$$

refere-se ao componente linear e, o Quadro 31, exposto em seqüência, dá os valores esperados e obtidos para Y.

QUADRO 31 - Consumo médio de óxido de sódio total, por cento de bagaço integral, em função do aumento da percentagem de medula

Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
1	0,0%	7,25%	7,28%	
2	7,5%	8,05%	8,03%	
3	15,0%	8,86%	8,83%	0,01%
4	22,5%	9,66%	9,65%	
5	30,0%	10,46%	10,47%	

O consumo de cloro (ver Quadro 21), em todas as fases do processamento tecnológico, comportou para a variação devida a tratamentos, componentes lineares significativos ao nível de 0,1% de probabilidade. Num único caso - consumo de cloro, da água de cloro, na primeira fase do branqueamento, por cento

de *bagaço integral* - os desvios da regressão foram sig nificativos e, neste caso, a um nível de 5 % de probabi lidade. Devido a pequena significação destes desvios, em relação ao componente principal, eles não foram calculados.

Com exceção do consumo de *cloro do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento, por cento de polpa não branqueada; de cloro do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento, por cento de bagaço tratado; de cloro do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento, por cento de bagaço integral e de cloro total por cento de bagaço tratado*, em que não houve significância, nos outros casos, a influência da varia ção devida a fardos foi sempre significativa ao nível de 0,1% de probabilidade.

O Quadro 32, contém as equações re presentativas para os consumos de cloro es tudados. No mesmo Quadro 32, foram incluídos tam bém, os valores calculados e obtidos, relativos a Y (ver página nº 89).

7.3 CONTRÔLE DAS FASES A análise da vari
TECNOLÓGICAS ância para o con
 trôle das fases tec
nológicas, acha-se resumida no Quadro 33, (ver página nº 91).

Verifica-se, pois, que os índices de perman ganato, em qualquer dos casos estudados, comporta ram sempre, para a variação devida à tratamentos, um componente linear, significativo ao nível de 0,1 % de probabilidade. Exceto para o caso das *polpas não bran queadas*, onde não houve significância, nos ou tros dois, a variação devido ao efeito de fardos foi sig nificativa e também ao nível de 0,1% de probabilidade.

As equações representativas dos componentes lineares e os respectivos valores, esperados e encon trados em cada caso, acham-se grupados no Quadro 34,

84

É óbvio que Y, em tais equações representa o índice de permanganato, variando com as diferentes proporções de medula utilizadas, isto é, com os valores de X (ver página nº 92).

7.4 RENDIMENTO: Os números representativos do rendimento, em cada uma das fases do processamento tecnológico, também foram submetidos à análise estatística. O resumo da análise da variância para tais valores acha-se exposto no Quadro 35, (ver página nº 93).

Do exposto no Quadro 35 e, em resumo, verifica-se que com exceção da *semi-polpa não depurada por cento de semi-polpa bruta*, dos *rejeitos por cento de semi-polpa não depurada*, dos *rejeitos por cento de bagaço tratado* e da *polpa não branqueada por cento de semi-polpa depurada*, a variação devida a tratamentos, comportou um componente linear significativo. Embora em alguns casos, os desvios da regressão também fôssem significativos, eles não foram calculados como consequência de sua pequena significação em relação ao componente principal.

Com duas exceções *semi-polpa não depurada por cento de semi-polpa bruta* e *polpa não branqueada por cento de semi-polpa branqueada* - a variação devida ao efeito de fardos foi sempre significativa.

Obedecendo ao critério já adotado nesta análise estatística, organizou-se o Quadro 36. Neste caso, Y representa "rendimento" e X, a respectiva percentagem de medula utilizada (ver página nº 95).

7.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS O resumo
DA CELULOSE FINAL: da análise
estatística

estatística dos valores obtidos para as características químicas da celulose final acha-se inscrito no Quadro 37, dado em seqüência. Verifica-se, pelo exame do mesmo, que os tratamentos em todos os casos estudados comportaram um componente linear significativo ao nível de 0,1% de probabilidade. Os desvios da regressão se mostraram sempre, não significativos. O efeito de fardos, exceto para o índice de cobre, foi sempre significativo. (ver página nº 97).

O Quadro 38, contém as expressões representativas das retas de regressão, assim como os valores, calculados e obtidos, nas respectivas análises. É evidente que Y representa o valor esperado para cada característica química estudada, em função de X, isto é, da percentagem de medula utilizada. (ver página nº 98).

7.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Para facilidade
DA CELULOSE FINAL: e visando
a uma melhor

compreensão do texto, a análise estatística dos dados obtidos para as características físicas da celulose final será exposta parceladamente.

7.6.1 CLASSIFICAÇÃO DE FIBRAS A análise da
variância efetuada para a classificação das fibras acha-se resumida no Quadro 39 (ver página nº 99).

É interessante notar-se que somente a variação devida ao efeito de fibras curtas (P 28/48) não foi significativa. Em todos os outros casos, os tratamentos comportaram um componente linear significativo

ao nível de 0,1%. Os desvios da regressão não foram significativos. Por sua vez, o efeito de fardos mostrou-se sempre significativo e, na maioria dos casos, a um nível de 0,1% de probabilidade.

Os resultados, esperados e observados, para a classificação das fibras da celulose final, foram reunidos no Quadro 40, onde podem ser notadas, também, as equações das retas de regressão. Nestas, Y representa a percentagem média de um dado comprimento de fibra em função de X, isto é, da percentagem de medula utilizada. (ver página nº100).

7.6.2 GRAUS SHOPPER-RIEGLER (S.R.): Os resultados observados para os graus Shopper-Riegler (S.R.) da celulose final, foram analisados sob dois aspectos. No primeiro estudou-se a variação em função do teor de medula - tratamentos - e dos fardos - blocos - tornando fixos os vários tempos, em minutos, empregados na moagem para a refinação, enquanto no segundo, fixou-se o teor de medula, variando os tempos de moagem.

A análise da variância efetuada para o primeiro caso acha-se resumido no Quadro 41. (ver página nº 101).

Do exposto verifica-se que a variação devida à tratamentos, em todos os casos, comportou um componente linear significativo ao nível de 0,1% de probabillidade, não sendo significativos os desvios da regressão. O efeito da variação devida à fardos, em todos os casos foi significativo e, também, ao nível de 0,1%.

O Quadro 42, como se tem feito até aqui, contém as expressões representativas das retas de regressão, os valores de X - expressando a percentagem de medula utilizada - e os de Y - graus S.R. correspondentes. (ver página nº 102).

QUADRO 32 - Consumo médio de cloro nas diversas fases do processamento tecnológico em função do aumento da percentagem de medula

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Cloro gasoso, no tratamento da semi-polpa bruta, por cento de semi-polpa bruta	Y = 6,732 + 0,061 X				(X)
	1	0,0%	6,73%	6,82%	
	2	7,5%	7,19%	7,09%	
	3	15,0%	7,65%	7,60%	0,08%
	4	22,5%	8,10%	8,09%	
	5	30,0%	8,56%	8,59%	
Cloro gasoso, no tratamento da semi-polpa bruta, por cento de bagaço tratado	Y = 4,384 + 0,025 X				(XI)
	1	0,0%	4,38%	4,34%	
	2	7,5%	4,57%	4,56%	
	3	15,0%	4,76%	4,82%	0,05%
	4	22,5%	4,95%	4,95%	
	5	30,0%	5,13%	5,10%	
Cloro gasoso, no tratamento da semi-polpa bruta, por cento de bagaço integral	Y = 3,042 + 0,069 X				(XII)
	1	0,0%	3,04%	3,04%	
	2	7,5%	3,56%	3,56%	
	3	15,0%	4,08%	4,09%	0,03%
	4	22,5%	4,59%	4,57%	
	5	30,0%	5,11%	5,10%	
Cloro, da água de cloro, na primeira fase do branqueamento, por cento de semi-polpa depurada	Y = 0,480 + 0,010 X				(XIII)
	1	0,0%	0,48%	0,48%	
	2	7,5%	0,56%	0,56%	
	3	15,0%	0,63%	0,64%	0,04%
	4	22,5%	0,71%	0,69%	
	5	30,0%	0,78%	0,78%	
Cloro, da água de cloro, na primeira fase do branqueamento, por cento de bagaço tratado	Y = 0,282 + 0,0045 X				(XIV)
	1	0,0%	0,28%	0,28%	
	2	7,5%	0,32%	0,32%	
	3	15,0%	0,35%	0,36%	0,02%
	4	22,5%	0,38%	0,38%	
	5	30,0%	0,42%	0,42%	
Cloro, da água de cloro, na primeira fase do branqueamento, por cento de bagaço integral	Y = 0,180 + 0,0073 X				(XV)
	1	0,0%	0,18%	0,19%	
	2	7,5%	0,25%	0,25%	
	3	15,0%	0,30%	0,30%	0,02%
	4	22,5%	0,36%	0,35%	
	5	30,0%	0,41%	0,42%	
Cloro, do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento, por cento de polpa não branqueada	Y = 0,217 + 0,0072 X				(XVI)
	1	0,0%	0,22%	0,22%	
	2	7,5%	0,27%	0,27%	
	3	15,0%	0,33%	0,33%	0,03%
	4	22,5%	0,38%	0,34%	
	5	30,0%	0,43%	0,46%	
Cloro, do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento, por cento de bagaço tratado	Y = 0,129 + 0,0033 X				(XVII)
	1	0,0%	0,13%	0,13%	
	2	7,5%	0,15%	0,16%	
	3	15,0%	0,18%	0,18%	0,02%
	4	22,5%	0,20%	0,19%	
	5	30,0%	0,23%	0,24%	
Cloro, do hipoclorito de cálcio, na segunda fase do branqueamento por cento de bagaço integral	Y = 0,085 + 0,0047 X				(XVIII)
	1	0,0%	0,09%	0,09%	
	2	7,5%	0,12%	0,12%	
	3	15,0%	0,16%	0,15%	0,02%
	4	22,5%	0,19%	0,17%	
	5	30,0%	0,23%	0,24%	
Cloro total, por cento de celulose final	Y = 8,132 + 0,0924 X				(XIX)
	1	0,0%	8,33%	8,37%	
	2	7,5%	9,03%	8,91%	
	3	15,0%	9,72%	9,88%	0,17%
	4	22,5%	10,41%	10,27%	
	5	30,0%	11,10%	11,16%	
Cloro total, por cento de bagaço tratado	Y = 4,796 + 0,033 X				(XX)
	1	0,0%	4,80%	4,74%	
	2	7,5%	5,04%	5,07%	
	3	15,0%	5,29%	5,36%	0,05%
	4	22,5%	5,54%	5,51%	
	5	30,0%	5,79%	5,76%	
Cloro total, por cento de bagaço integral	Y = 3,321 + 0,081 X				(XXI)

QUADRO 33 - Contrôles das fases tecnológicas: análise da variância dos diversos índices de permanganato.

MATERIAL ESTUDADO	CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.
Índice de permanganato da semi-polpa bruta	Regressão linear	1	10,3058	10,3058***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,6242	0,2081
	Fardos	(4)	(10,9300)	...
		4	25,4900	6,3725***
	Resíduo	16	5,7800	0,3613
Índice de permanganato da semi-polpa depurada	Regressão linear	1	2,0402	2,0402***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0798	0,0266
	Fardos	(4)	(2,1200)	...
		4	7,6600	1,9150***
	Resíduo	16	0,9300	0,0581
Índice de permanganato da polpa não branqueada	Regressão linear	1	0,7938	0,7938***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	0,0662	0,0221
	Fardos	(4)	(0,8600)	...
		4	0,3000	0,0750
	Resíduo	16	0,6000	0,0375

QUADRO 34 - Índice médio de permanganato nas diversas fases do processamento tecnológico em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Índice de permanganato da semi-polpa bruta	Y = 16,548 + 0,061 X ----- (XXII)				
	1	0,0%	16,5%	16,6%	0,3%
	2	7,5%	17,0%	17,1%	
	3	15,0%	17,5%	17,3%	
	4	22,5%	17,9%	17,7%	
	5	30,0%	18,4%	18,6%	
Índice de permanganato da semi-polpa depurada	Y = 2,784 + 0,027 X ----- (XXIII)				
	1	0,0%	2,8%	2,7%	0,1%
	2	7,5%	3,0%	3,0%	
	3	15,0%	3,2%	3,3%	
	4	22,5%	3,4%	3,3%	
	5	30,0%	3,6%	3,6%	
Índice de permanganato da polpa não branqueada	Y = 1,096 + 0,017 X ----- (XXIV)				
	1	0,0%	1,1%	1,1%	0,1%
	2	7,5%	1,2%	1,2%	
	3	15,0%	1,4%	1,4%	
	4	22,5%	1,5%	1,4%	
	5	30,0%	1,6%	1,7%	

QUADRO 35 - Rendimento em cada uma das fases do processamento tecnológico: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.
Semi-polpa bruta, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	72, 6013	72, 6013***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	22, 0108	7, 3369
	Farços	(4)	(94, 6119)	...
	Farços	4	44, 8722	11, 2181**
	Resíduo	16	23, 0118	1, 4382
Semi-polpa bruta, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	652, 7606	652, 7606***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	18, 5975	6, 1992**
	Farços	(4)	(671, 3561)	...
	Farços	4	31, 9382	7, 9846***
	Resíduo	16	14, 9424	0, 8339
Semi-polpa não depurada, por cento de semi-polpa bruta	Regressão linear	1	3, 0258	3, 0258
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	20, 2756	6, 7588
	Farços	(4)	(23, 3014)	...
	Farços	4	47, 9007	11, 9752
	Resíduo	16	103, 7359	6, 4835
Semi-polpa não depurada, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	76, 8083	76, 8083***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	7, 6792	2, 5597
	Farços	(4)	(84, 4875)	...
	Farços	4	53, 3202	13, 3301***
	Resíduo	16	18, 0710	1, 1294
Semi-polpa não depurada, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	498, 3956	498, 3956***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	7, 1792	2, 3931
	Farços	(4)	(505, 5748)	...
	Farços	4	38, 1762	9, 5441***
	Resíduo	16	13, 3608	0, 8351
Rejeitos, por cento de semi-polpa não depurada	Regressão linear	1	0, 0208	0, 0208
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	0, 2127	0, 0709
	Farços	(4)	(0, 2335)	...
	Farços	4	1, 7777	0, 4444***
	Resíduo	16	0, 3981	0, 0249
Rejeitos, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	0, 0012	0, 0012
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	0, 0617	0, 0206
	Farços	(4)	(0, 0628)	...
	Farços	4	0, 6179	0, 1545***
	Resíduo	16	0, 2115	0, 0076
Rejeitos, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	0, 0359	0, 0359*
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	0, 0398	0, 0133
	Farços	(4)	(0, 0757)	...
	Farços	4	0, 4415	0, 1104***
	Resíduo	16	0, 0899	0, 0056
Semi-polpa depurada por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	77, 3768	77, 3768***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	12, 0223	4, 0074*
	Farços	(4)	(88, 3991)	...
	Farços	4	47, 7446	11, 9362***
	Resíduo	16	19, 0099	1, 1881
Semi-polpa depurada por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	491, 4740	491, 4740***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	7, 6661	2, 5554
	Farços	(4)	(489, 1401)	...
	Farços	4	33, 9845	8, 4961***
	Resíduo	16	14, 2747	0, 8922
Polpa não branqueada, por cento de semi-polpa depurada	Regressão linear	1	0, 0968	0, 0968
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	0, 5429	0, 1830
	Farços	(4)	(0, 8397)	...
	Farços	4	4, 8292	1, 2073
	Resíduo	16	18, 8152	1, 1760
Polpa não branqueada, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	77, 8003	77, 8003***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	8, 8902	2, 9634
	Farços	(4)	(86, 6905)	...
	Farços	4	58, 3163	14, 0791**
	Resíduo	16	30, 2117	1, 8882
Polpa não branqueada, por cento de bagaço integral	Regressão linear	1	471, 0808	471, 0808***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	7, 3286	2, 4429
	Farços	(4)	(478, 3894)	...
	Farços	4	40, 8770	10, 2193**
	Resíduo	16	22, 9638	1, 4352
Celulose final, por cento de polpa não branqueada	Regressão linear	1	2, 0564	2, 0564***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	0, 0484	0, 0161
	Farços	(4)	(2, 1048)	...
	Farços	4	3, 3501	0, 8375***
	Resíduo	16	0, 9435	0, 0590
Celulose final, por cento de bagaço tratado	Regressão linear	1	86, 2247	86, 2247***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3	8, 8160	2, 9387
	Farços	(4)	(95, 0407)	...
	Farços	4	48, 8294	12, 1574**
	Resíduo	16	30, 1110	1, 8819
Celulose final, por cento de polpa não depurada	Regressão linear	1	444, 3777	444, 3777***
	Dev. da regressão (Tratamentos)	3
	Farços	(4)
	Farços	4
	Resíduo	16

QUADRO 36 - Rendimento médio em cada uma das fases do processamento tecnológico, em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Semi-polpa bruta, por cento de bagaço tratado	Y = 64,930	- 0,161	X		(XXV)
	1	0,0%		64,93%	63,63%
	2	7,5%		63,72%	64,84%
	3	15,0%		62,52%	63,51%
	4	22,5%		61,31%	61,28%
	5	30,0%		60,10%	59,43%
Semi-polpa bruta, por cento de bagaço integral	Y = 45,724	+ 0,482	X		(XXVI)
	1	0,0%		45,72%	44,54%
	2	7,5%		49,34%	50,25%
	3	15,0%		52,95%	53,92%
	4	22,5%		56,57%	56,60%
	5	30,0%		60,18%	59,43%
Semi-polpa não depurada, por cento de semi-polpa bruta					1,14%
	1	0,0%		...	91,54%
	2	7,5%		...	94,35%
	3	15,0%		...	88,55%
	4	22,5%		...	90,55%
	5	30,0%		...	90,21%
Semi-polpa não depurada, por cento de bagaço tratado	Y = 58,788	- 0,185	X		(XXVII)
	1	0,0%		58,88%	58,21%
	2	7,5%		57,64%	58,60%
	3	15,0%		56,40%	56,20%
	4	22,5%		55,17%	55,38%
	5	30,0%		53,93%	53,63%
Semi-polpa não depurada, por cento de bagaço integral	Y = 41,436	+ 0,421	X		(XXVIII)
	1	0,0%		41,44%	40,75%
	2	7,5%		44,59%	45,41%
	3	15,0%		47,76%	47,71%
	4	22,5%		50,91%	51,23%
	5	30,0%		54,07%	53,63%
Rejeitos, por cento de semi-polpa não depurada					0,07%
	1	0,0%		...	0,57%
	2	7,5%		...	0,36%
	3	15,0%		...	0,64%
	4	22,5%		...	0,52%
	5	30,0%		...	0,58%
Rejeitos, por cento de bagaço tratado					0,04%
	1	0,0%		...	0,33%
	2	7,5%		...	0,21%
	3	15,0%		...	0,36%
	4	22,5%		...	0,29%
	5	30,0%		...	0,32%
Rejeitos, por cento de bagaço integral	Y = 0,203	+ 0,0036	X		(XXX)
	1	0,0%		0,20%	0,23%
	2	7,5%		0,23%	0,16%
	3	15,0%		0,26%	0,30%
	4	22,5%		0,28%	0,26%
	5	30,0%		0,31%	0,32%
Semi-polpa depurada, por cento de bagaço tratado	Y = 58,588	- 0,166	X		(XXXI)
	1	0,0%		58,59%	57,88%
	2	7,5%		57,34%	58,39%
	3	15,0%		56,10%	55,84%
	4	22,5%		54,85%	55,09%
	5	30,0%		53,61%	53,31%
Semi-polpa depurada, por cento de bagaço integral	Y = 41,210	+ 0,418	X		(XXXII)
	1	0,0%		41,21%	40,52%
	2	7,5%		44,35%	45,20%
	3	15,0%		47,49%	47,41%
	4	22,5%		50,62%	50,96%
	5	30,0%		53,75%	53,31%
Polpa não branqueada, por cento de semi-polpa depurada					0,49%
	1	0,0%		...	98,57%
	2	7,5%		...	98,37%
	3	15,0%		...	98,10%
	4	22,5%		...	98,47%
	5	30,0%		...	98,30%
Polpa não branqueada, por cento de bagaço tratado	Y = 57,664	- 0,166	X		(XXXIII)
	1	0,0%		57,66%	57,05%
	2	7,5%		56,44%	57,49%
	3	15,0%		55,19%	54,78%
	4	22,5%		53,95%	54,24%
	5	30,0%		52,70%	52,42%
Polpa não branqueada, por cento de bagaço integral	Y = 40,562	+ 0,409	X		(XXXIV)
	1	0,0%		40,56%	39,93%
	2	7,5%		43,69%	44,46%
	3	15,0%		46,79%	46,51%
	4	22,5%		49,76%	50,18%
	5	30,0%		52,83%	52,42%
Celulose final, por cento de polpa não branqueada	Y = 99,536	- 0,027	X		(XXXV)
	1	0,0%		99,54%	99,48%
	2	7,5%		99,33%	99,38%
	3	15,0%		99,13%	99,12%
	4	22,5%		98,93%	99,07%
	5	30,0%		98,73%	98,97%
Celulose final, por cento de bagaço tratado	Y = 57,366	- 0,175	X		(XXXVI)
	1	0,0%		57,37%	56,75%
	2	7,5%		56,05%	57,09%
	3	15,0%		54,74%	54,30%
	4	22,5%		53,43%	53,68%
	5	30,0%		52,12%	51,89%
Celulose final, por cento	Y = 40,348	+ 0,397	X		(XXXVII)

QUADRO 37 - Características químicas da celulose final: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Extrativos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento	Regressão linear	1	5,9858	5,9858 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,5815 (6,5873)	0,1938
	Fardos	4	12,9220	3,2305 ***
	Resíduo	16	1,1585	0,0724
Extrativos solúveis em álcool-éter (resinas)	Regressão linear	1	0,0699	0,0699 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0024 (0,0723)	0,0008
	Fardos	4	0,1226	0,0307 ***
	Resíduo	16	0,0575	0,0036
Alfa-celulose	Regressão linear	1	10,1250	10,1250 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,5435 (10,6685)	0,1812
	Fardos	4	81,1410	20,2853 ***
	Resíduo	16	6,7973	0,4248
Pentosanas	Regressão linear	1	5,1842	5,1842 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,5560 (5,7402)	0,1853
	Fardos	4	13,1406	3,2852 ***
	Resíduo	16	2,4916	0,1557
Ligninas	Regressão linear	1	0,0487	0,0487 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0039 (0,0526)	0,0013
	Fardos	4	0,0299	0,0075 ***
	Resíduo	16	0,0132	0,0008
Cinzas	Regressão linear	1	0,0359	0,0359 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0040 (0,0399)	0,0013
	Fardos	4	0,0348	0,0087 **
	Resíduo	16	0,0173	0,0011
Índice de cobre	Regressão linear	1	0,1095	0,1095 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0058 (0,1153)	0,0019
	Fardos	4	0,0201	0,0050
	Resíduo	16	0,0875	0,0055

QUADRO 38 - Resultados médios das características químicas da celulose final em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Extraívos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento	Y =	5,788 +	0,046	X	----- (XXXVII)
	1	0,0%	5,78%	5,61%	0,12%
	2	7,5%	6,13%	6,19%	
	3	15,0%	6,48%	6,68%	
	4	22,5%	6,82%	6,91%	
	5	30,0%	7,17%	6,99%	
Extraívos solúveis em álcool-éter (resinas)	Y =	0,502 +	0,0049	X	----- (XXXVIII)
	1	0,0%	0,50%	0,50%	0,03%
	2	7,5%	0,54%	0,55%	
	3	15,0%	0,58%	0,57%	
	4	22,5%	0,62%	0,60%	
	5	30,0%	0,65%	0,66%	
Alfa-celulose	Y =	80,420 -	0,060	X	----- (XXXIX)
	1	0,0%	80,42%	80,47%	0,28%
	2	7,5%	79,97%	79,85%	
	3	15,0%	79,52%	79,47%	
	4	22,5%	79,07%	79,33%	
	5	30,0%	78,62%	78,48%	
Pentosanas	Y =	29,546 +	0,043	X	----- (XL)
	1	0,0%	29,55%	29,58%	0,18%
	2	7,5%	29,87%	30,00%	
	3	15,0%	30,19%	29,90%	
	4	22,5%	30,51%	30,59%	
	5	30,0%	30,84%	30,89%	
Ligninas	Y =	0,215 +	0,0041	X	----- (XLI)
	1	0,0%	0,22%	0,21%	0,01%
	2	7,5%	0,25%	0,26%	
	3	15,0%	0,28%	0,26%	
	4	22,5%	0,31%	0,31%	
	5	30,0%	0,34%	0,35%	
Cinzas	Y =	0,252 +	0,0036	X	----- (XLII)
	1	0,0%	0,25%	0,26%	0,01%
	2	7,5%	0,28%	0,29%	
	3	15,0%	0,31%	0,29%	
	4	22,5%	0,35%	0,32%	
	5	30,0%	0,38%	0,38%	
Índice de cobre	Y =	0,649 +	0,0063	X	----- (XLIII)
	1	0,0%	0,65%	0,67%	0,03%
	2	7,5%	0,70%	0,68%	
	3	15,0%	0,74%	0,73%	
	4	22,5%	0,79%	0,79%	
	5	30,0%	0,84%	0,85%	

QUADRO 39 - Classificação de fibras da celulose final: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Fibras longas (P/14)	Regressão linear	1	8,1608	8,1608 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0192 (8,1800)	0,0064 ...
	Fardos	4	7,4900	1,8725 ***
	Resíduo	16	0,7600	0,0475
Fibras médias (P 14/28)	Regressão linear	1	111,6011	111,6011 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,6489 (112,2500)	0,2163 ...
	Fardos	4	33,6000	8,4000 **
	Resíduo	16	22,1100	1,3819
Fibras curtas (P 28/48)	Regressão linear	1	2,2898	2,2898
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	3,0802 (5,3700)	1,0267 ...
	Fardos	4	27,7400	6,9350 *
	Resíduo	16	32,8600	2,0538
Fibras muito curtas (P 48/100)	Regressão linear	1	34,6112	34,6112 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,7588 (35,3700)	0,2529 ...
	Fardos	4	87,5800	21,8950 ***
	Resíduo	16	5,9300	0,3706
Fibrilas (P 100/)	Regressão linear	1	81,9200	81,9200 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,6200 (82,5400)	0,2067 ...
	Fardos	4	116,6900	29,1725 ***
	Resíduo	16	13,1800	0,8238

QUADRO 40 - Resultados médios da classificação de fibras da celulose final em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Percentagem média de fi bras longas (P/14) (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 3,108 - 0,054 X				(XLIV)
	1	0,0%	3,1%	3,1%	
	2	7,5%	2,7%	2,7%	
	3	15,0%	2,3%	2,3%	0,1%
	4	22,5%	1,9%	1,8%	
	5	30,0%	1,5%	1,5%	
Percentagem média de fi bras medias (P 14/28)(fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 26,088 - 0,199 X				(XLV)
	1	0,0%	26,1%	26,0%	
	2	7,5%	24,6%	24,7%	
	3	15,0%	23,1%	23,4%	0,5%
	4	22,5%	21,6%	21,5%	
	5	30,0%	20,1%	20,1%	
Percentagem média de fi bras curtas (P 28/48) (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)					
	1	0,0%	...	32,7%	
	2	7,5%	...	32,9%	
	3	15,0%	...	31,7%	0,6%
	4	22,5%	...	32,5%	
	5	30,0%	...	31,8%	
Percentagem média de fibras muito curtas (P 48/100) (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 25,836 + 0,111 X				(XLVI)
	1	0,0%	25,8%	26,1%	
	2	7,5%	26,7%	26,4%	
	3	15,0%	27,5%	27,6%	0,3%
	4	22,5%	28,3%	28,2%	
	5	30,0%	29,2%	29,3%	
Percentagem média de fibrilas (P 100/) (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 12,140 + 0,171 X				(XLVII)
	1	0,0%	12,1%	12,2%	
	2	7,5%	13,4%	13,3%	
	3	15,0%	14,7%	15,0%	0,4%
	4	22,5%	16,0%	15,9%	
	5	30,0%	17,3%	17,2%	

QUADRO 41 - Graus Shopper-Riegler (S.R.) da celulose final para tempos constantes de moagem: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Polpa com zero minuto de moagem	Regressão linear	1	392,0000	392,0000 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	1,8600 (393,8600)	0,6200 ...
	Fardos	4	44,6600	11,1650 ***
	Resíduo	16	18,9400	1,1838
Polpa com quinze minutos de moagem	Regressão linear	1	471,2450	471,2450 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,3950 (471,6400)	0,1317 ...
	Fardos	4	97,2400	24,3100 ***
	Resíduo	16	18,0600	1,1288
Polpa com trinta minutos de moagem	Regressão linear	1	492,9800	492,9800 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	1,7800 (494,7600)	0,5933 ...
	Fardos	4	180,8600	45,2150 ***
	Resíduo	16	26,2400	1,6400
Polpa com sessenta minutos de moagem	Regressão linear	1	489,8450	489,8450 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	1,2950 (491,1400)	0,4317 ...
	Fardos	4	195,3400	48,8350 ***
	Resíduo	16	23,3600	1,4600
Polpa com cento e vinte minutos de moagem	Regressão linear	1	435,1250	435,1250 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	2,1350 (437,2600)	0,7117 ...
	Fardos	4	374,2600	93,5650 ***
	Resíduo	16	28,2400	1,7650
Polpa com duzentos e quarenta minutos de moagem	Regressão linear	1	380,8800	380,8800 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,8600 (381,7400)	0,2867 ...
	Fardos	4	265,7400	66,4350 ***
	Resíduo	16	14,2600	0,8913

QUADRO 42 - Graus Shopper-Riegler (S.R.) médios da celulose final, para tempo constante de moagem e em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero minuto de moagem (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 21,360 +		0,373 X	----- (XLVIII)	
	1	0,0%	21,49	21,49	0,59
	2	7,5%	24,29	24,49	
	3	15,0%	27,09	26,79	
	4	22,5%	29,89	29,49	
	5	30,0%	32,69	32,99	
Média das amostras com quinze minutos de moagem (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 24,060 +		0,409 X	----- (XLIX)	
	1	0,0%	24,19	24,09	0,59
	2	7,5%	27,19	27,09	
	3	15,0%	30,29	30,49	
	4	22,5%	33,39	33,39	
	5	30,0%	36,39	36,29	
Média das amostras com trinta minutos de moagem (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 27,020 +		0,419 X	----- (L)	
	1	0,0%	27,09	27,49	0,69
	2	7,5%	30,29	30,09	
	3	15,0%	33,39	33,09	
	4	22,5%	36,49	36,49	
	5	30,0%	39,69	39,99	
Média das amostras com sessenta minutos de moagem (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 31,340 +		0,417 X	----- (LI)	
	1	0,0%	31,39	31,39	0,59
	2	7,5%	34,59	34,79	
	3	15,0%	37,69	37,49	
	4	22,5%	40,79	40,49	
	5	30,0%	43,99	44,19	
Média das amostras com cento e vinte minutos de moagem (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 37,000 +		0,393 X	----- (LII)	
	1	0,0%	37,09	36,79	0,69
	2	7,5%	39,99	40,39	
	3	15,0%	42,99	43,09	
	4	22,5%	45,89	45,49	
	5	30,0%	48,89	48,99	
Média das amostras com duzentos e quarenta minutos de moagem (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 43,980 +		0,368 X	----- (LIII)	
	1	0,0%	44,09	44,19	0,49
	2	7,5%	46,89	46,89	
	3	15,0%	49,59	49,49	
	4	22,5%	52,39	52,09	
	5	30,0%	55,19	55,19	

Considerando-se agora, que os tempos fixados para a moagem na refinação foram seis - 0, 15, 30, 60, 120 e 240 minutos - e considerando ainda que as polpas estudadas provieram de cinco fardos - blocos - organizou-se o Quadro 43 para a respectiva análise da variância (ver página nº 104).

Pela observação dos resultados expostos, pode ser verificado que a variação pelo efeito de tratamentos - no caso, vários tempos de moagem comportou sempre um componente linear e outro quadrático, ambos significativos ao nível de 0,1%. Também a variação pelo efeito de blocos foi significativa e, ao mesmo nível de probabilidade.

No Quadro 44, exposto em seqüência, são dadas as equações e os valores médios, calculados e observados, relativos a este item. As equações representativas tiveram os seus coeficientes calculados pelo método de Doolittle abreviado. Nelas, Y corresponde à média dos graus S.R. para cada tempo de moagem, tomando X, os valores de 0, 15, 30, 60, 120 e 240. (ver página nº 105).

Comparando-se os erros padrões das médias relativas às variações pelo efeito de crescentes percentagens de medula e da diversidade de fardos (Quadro 42) com aquêles das médias obtidas pela variação dos tempos de moagem na refinação e dos fardos (Quadro 44), verifica-se que os mesmos não são iguais. À primeira vista pode parecer estranhável o facto de uma mesma média apresentar dois erros padrões diferentes. Entretanto, como se tratam de valores influenciados por fatores independentes - percentagem de medula e tempo de moagem - uma diferença, desde que seja o máximo da ordem de quatro vezes, nas estimativas, pode ocorrer normalmente.

QUADRO 43 - Graus Shopper-Riegler (S.R.) da celulose final com percentagem constante de medula: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Polpa com zero por cento de medula	Regressão linear	1	1698,9718	1698,9718 ***
	Reg. quadrática	1	82,7255	82,7255 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (5)	8,8427 (1790,5400)	2,9476 ...
	Fardos	4	139,4500	34,8625 ***
	Resíduo	20	26,2500	1,3125
	Polpa com sete e meio por cento de medula	Regressão linear	1	1688,7149
Reg. quadrática		1	111,8005	111,8005 ***
Desv. da regressão (Tratamentos)		3 (5)	4,8546 (1805,3700)	1,6182 ...
Fardos		4	160,4700	40,1175 ***
Resíduo		20	31,1300	1,5565
Polpa com quinze por cento de medula		Regressão linear	1	1649,5407
	Reg. quadrática	1	116,3722	116,3722 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (5)	8,2571 (1774,1700)	2,7524 ...
	Fardos	4	196,5300	49,1325 ***
	Resíduo	20	43,3700	2,1685
	Polpa com vinte e dois e meio por cento de medula	Regressão linear	1	1578,2725
Reg. quadrática		1	113,3724	113,3724 ***
Desv. da regressão (Tratamentos)		3 (5)	17,9951 (1709,6400)	5,9984 ...
Fardos		4	239,7000	59,9250 ***
Resíduo		20	61,9000	3,0950
Polpa com trinta por cento de medula		Regressão linear	1	1579,8561
	Reg. quadrática	1	126,9115	126,9115 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (5)	18,6724 (1725,4400)	6,2241 ...
	Fardos	4	331,3000	82,8250 ***
	Resíduo	20	57,1000	2,8550

QUADRO 44 - Graus Shopper-Riegler (S.R.) da celulose final com percentagem constante de medula e em função do aumento do tempo de moagem.

MATERIAL ESTUDADO	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 21,88 + 0,18645 X - 0,00030998 X ² (LIV)			
	0 min	21,89	21,49	
	15 min	24,39	24,09	
	30 min	26,69	27,49	0,59
	60 min	30,89	31,39	
	120 min	37,49	36,79	
	240 min	44,09	44,19	
	268 min	44,29		
Média das amostras com sete e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 24,72 + 0,17748 X - 0,00038036 X ² (LV)			
	0 min	24,79	24,49	
	15 min	27,39	27,09	
	30 min	29,79	30,09	0,69
	60 min	34,19	34,79	
	120 min	40,89	40,39	
	240 min	46,69	46,89	
	246 min	46,69		
Média das amostras com quinze por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 27,47 + 0,17807 X - 0,00038766 X ² (LVI)			
	0 min	27,59	26,79	
	15 min	30,19	30,49	
	30 min	32,59	33,09	0,79
	60 min	36,99	37,49	
	120 min	43,79	43,09	
	240 min	49,39	49,49	
	243 min	49,39		
Média das amostras com vinte e dois e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 30,49 + 0,17595 X - 0,00038289 X ² (LVII)			
	0 min	30,59	29,49	
	15 min	33,09	33,39	
	30 min	35,49	36,49	0,89
	60 min	39,79	40,49	
	120 min	46,49	45,49	
	240 min	51,89	52,09	
	242 min	51,89		
Média das amostras com trinta por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	Y = 33,73 + 0,18247 X - 0,00038964 X ² (LVIII)			
	0 min	33,79	32,89	
	15 min	36,49	36,29	
	30 min	38,89	39,99	0,89
	60 min	43,39	44,19	
	120 min	50,09	48,99	
	240 min	55,19	55,39	
	234 min	55,19		

7.6.3 RESISTÊNCIA À RUPTURA EM METROS: A análise da variância dos resultados ob

tidos para a ruptura em metros, da celulose final, em função do teor de medula e dos fardos, mantendo constantes os tempos de moagem na refinação, acha-se resumida no Quadro 45 (ver página nº 107).

Em todos os casos estudados a variação pelo efeito de blocos foi significativa, ao nível de 0,1 % de probabilidade. Também a variação pelo efeito de tratamentos comportou, em cada caso, um componente linear significativo, ao mesmo nível de probabilidade. Os desvios da regressão não foram significativos, exceto para os tempos de trinta e de duzentos e quarenta minutos de moagem. Entretanto, mesmo para estes, os desvios não foram considerados, devido a sua pequena significação em relação ao componente principal.

O Quadro 46, contém, seguindo o critério de exposição até aqui adotado, as equações representativas dos componentes lineares e os valores médios, esperados e observados, para a resistência à ruptura em metros da celulose final - Y - em função do aumento da percentagem de medula - X - correspondente. (ver página nº 108).

A análise da variância levada a efeito, para a resistência à ruptura em metros da celulose final, contendo percentagem constante de medula, em função dos tempos de moagem para a refinação e, dos fardos, acha-se resumida no Quadro 47 (ver página nº 109).

Verifica-se, pois, que houve sempre efeito significativo para as variações devidas à fardos e à tratamentos. Estes comportaram dois componentes de regressão: um linear e outro quadrático, ambos significativos ao nível de 0,1 %. Na maioria dos casos, os desvios da regressão também foram significativos.

QUADRO 45 - Resistência à ruptura em metros, da celulose final, para tempos constantes de moagem; análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Polpa com zero minuto de moagem	Regressão linear	1	1538608,8200	1538608,8200***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	27041,3400	9013,7800
	Fardos	(4)	(1565650,1600)	...
	Fardos	4	8872462,1600	2218115,5400***
	Resíduo	16	195666,6400	12229,1650
Polpa com quinze minutos de moagem	Regressão linear	1	2205840,0800	2205840,0800***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	68125,3600	22708,4533
	Fardos	(4)	(2273965,4400)	...
	Fardos	4	10221397,8400	2555349,4600***
	Resíduo	16	239450,1600	14965,6350
Polpa com trinta minutos de moagem	Regressão linear	1	3188317,5200	3188317,5200***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	164857,1200	54952,3733*
	Fardos	(4)	(3353174,6400)	...
	Fardos	4	9461860,6400	2365465,1600***
	Resíduo	16	232519,3600	14532,4600
Polpa com sessenta minutos de moagem	Regressão linear	1	3264523,5200	3264523,5200***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	233853,4400	77951,1466
	Fardos	(4)	(3498376,9600)	...
	Fardos	4	11695943,7600	2923985,9400***
	Resíduo	16	389535,8400	24345,9900
Polpa com cento e vinte minutos de moagem	Regressão linear	1	3357676,9800	3357676,9800***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	78284,3800	26094,7933
	Fardos	(4)	(3435961,3600)	...
	Fardos	4	10763531,7600	2690882,9400***
	Resíduo	16	193433,4400	12089,5900
Polpa com duzentos e quarenta minutos de moagem	Regressão linear	1	4441392,0800	4441392,0800***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	1820,1600	606,7200**
	Fardos	(4)	(4443212,2400)	...
	Fardos	4	10293470,6400	2573367,6600***
	Resíduo	16	356524,1600	22282,7600

QUADRO 46 - Valôres médios da resistência à ruptura em metros, da celulose final, para tempos constantes de moagem e em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALÔRES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero minuto de moagem	Y =	4947,840	- 23,389	X -----	(LIX)
	1	0,0%	4948 m	4970 m	
	2	7,5%	4772 m	4783 m	
	3	15,0%	4597 m	4555 m	50 m
	4	22,5%	4422 m	4388 m	
	5	30,0%	4246 m	4290 m	
Média das amostras com quinze minutos de moagem	Y =	5485,400	- 28,0053	X -----	(LX)
	1	0,0%	5485 m	5505 m	
	2	7,5%	5275 m	5310 m	
	3	15,0%	5065 m	4997 m	55 m
	4	22,5%	4855 m	4812 m	
	5	30,0%	4645 m	4704 m	
Média das amostras com trinta minutos de moagem	Y =	5860,040	- 33,669	X -----	(LXI)
	1	0,0%	5860 m	5943 m	
	2	7,5%	5608 m	5588 m	
	3	15,0%	5355 m	5247 m	54 m
	4	22,5%	5102 m	5043 m	
	5	30,0%	4850 m	4953 m	
Média das amostras com sessenta minutos de moagem	Y =	6180,040	- 34,069	X -----	(LXII)
	1	0,0%	6180 m	6311 m	
	2	7,5%	5925 m	5813 m	
	3	15,0%	5669 m	5556 m	70 m
	4	22,5%	5413 m	5452 m	
	5	30,0%	5158 m	5214 m	
Média das amostras com cento e vinte minutos de moagem	Y =	6560,280	- 34,552	X -----	(LXIII)
	1	0,0%	6560 m	6609 m	
	2	7,5%	6301 m	6200 m	
	3	15,0%	6042 m	6078 m	49 m
	4	22,5%	5783 m	5818 m	
	5	30,0%	5524 m	5504 m	
Média das amostras com duzentos e quarenta minutos de moagem	Y =	7017,080	- 39,739	X -----	(LXIV)
	1	0,0%	7017 m	7010 m	
	2	7,5%	6719 m	6728 m	
	3	15,0%	6421 m	6429 m	67 m
	4	22,5%	6123 m	6110 m	
	5	30,0%	5825 m	5829 m	

QUADRO 47 - Resistência à ruptura, em metros, da celulose final, com percentagem constante de medula: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Polpa com zero por cento de medula	Regressão linear	1	10923226, 7576	10923226, 7576***
	Reg. quadrática	1	2205340, 0700	2205340, 0700***
	Dev. da regressão	3	763090, 9391	254363, 6436**
	(Tratamentos)	(5)	(13891657, 7667	...
	Fardos	4	10335939, 5334	2583984, 8834***
	Resíduo	20	746166, 0666	37308, 3033
Polpa com sete e meio por cento de medula	Regressão linear	1	10124690, 0517	10124690, 0517***
	Reg. quadrática	1	950502, 7365	950502, 7365***
	Dev. da regressão	3	507073, 8785	169024, 6261**
	(Tratamentos)	(5)	(11582266, 6667	...
	Fardos	4	13723741, 5334	3430935, 3835***
	Resíduo	20	583167, 6667	29158, 3833
Polpa com quinze por cento de medula	Regressão linear	1	10423976, 1811	10423976, 1811***
	Reg. quadrática	1	1450512, 8885	1450512, 8885***
	Dev. da regressão	3	163681, 2304	54560, 4101
	(Tratamentos)	(5)	(12038170, 3000)	...
	Fardos	4	11536296, 2000	2884074, 0500***
	Resíduo	20	853886, 2000	42694, 3100
Polpa com vinte e dois e meio por cento de medula	Regressão linear	1	8597785, 8143	8597785, 8143***
	Reg. quadrática	1	1605324, 8980	1605324, 8980***
	Dev. da regressão	3	198807, 5544	66269, 1848*
	(Tratamentos)	(5)	(10401918, 2667)	...
	Fardos	4	11741054, 4667	2935263, 6167***
	Resíduo	20	403018, 7333	20150, 9367
Polpa com trinta por cento de medula	Regressão linear	1	6395153, 2259	6395153, 2259***
	Reg. quadrática	1	1007031, 6704	1007031, 6704***
	Dev. da regressão	3	297412, 5704	99137, 5234**
	(Tratamentos)	(5)	(7699597, 4667	...
	Fardos	4	12653852, 8000	3163463, 2000***
	Resíduo	20	348673, 2000	17433, 6600

Entretanto, os mesmos não foram considerados pela sua pequena importância em relação aos componentes principais.

As equações representativas dos componentes da regressão e os valores de Y - expressando a resistência à ruptura em metros -, assim como os de X - indicando o tempo de moagem correspondente -, são dados no Quadro 48 (ver página nº 111).

7.6.4 ESTICAMENTO POR CENTO O resumo da análise da variância dos valores obtidos para o esticamento por cento da celulose final, para tempos constantes de moagem, tendo como variáveis os blocos - fardos - e os tratamentos - diferentes percentagens de medula - a cha-se no Quadro 49 (ver página nº 112).

Pode-se constatar pelo exposto que em todos os casos os efeitos da variação, tanto de blocos como de tratamentos, foram significativos e ao nível de 0,1%. Este último comportou componentes lineares, sendo que os desvios da regressão não foram significativos, exceto em um caso. Cumpre ainda notar-se que os desvios relatados foram de importância mínima em relação ao componente principal.

O Quadro 50 contém os valores médios calculados e obtidos para o esticamento por cento nas diversas amostras estudadas. Do mesmo fazem parte as equações das retas de regressão, nas quais Y representa o esticamento por cento e X a percentagem de medula correspondente. (ver página nº 113).

Os cálculos da variância para o esticamento por cento da celulose final contendo percentagem constante de medula e tendo como variáveis os diversos tempos de moagem e os fardos, também foram efetuados. O seu resumo pode ser encontrado no Quadro 51 (ver página nº 114).

QUADRO 48 - Valores médios da resistência à ruptura em metros da celulose final com percentagem constante de medula e em função do aumento do tempo de moagem.

MATERIAL ESTUDADO	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		Y = 5187,3 + 19,583 X - 0,0506 X ² ----- (LXV)		
	0 min	5187 m	4970 m	
	15 min	5470 m	5505 m	
	30 min	5729 m	5943 m	86 m
	60 min	6180 m	6311 m	
	120 min	6809 m	6609 m	
	240 min	6973 m	7010 m	
Y máximo	193 min	7082 m		
Média das amostras com sete e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		Y = 5047,2 + 12,580 X - 0,0239 X ² ----- (LXVI)		
	0 min	5047 m	4783 m	
	15 min	5235 m	5310 m	
	30 min	5411 m	5588 m	76 m
	60 min	5732 m	5813 m	
	120 min	6245 m	6200 m	
	240 min	6753 m	6728 m	
Y máximo	268 min	6772 m		
Média das amostras com quinze por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		Y = 4876,9 + 17,094 X - 0,0410 X ² ----- (LXVII)		
	0 min	4877 m	4555 m	
	15 min	4924 m	4997 m	
	30 min	5153 m	5247 m	92 m
	60 min	5555 m	5656 m	
	120 min	6138 m	6078 m	
	240 min	6416 m	6429 m	
Y máximo	208 min	6457 m		
Média das amostras com vinte e dois e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		Y = 4508,5 + 16,957 X - 0,0432 X ² ----- (LXVIII)		
	0 min	4509 m	4388 m	
	15 min	4753 m	4812 m	
	30 min	4978 m	5043 m	64 m
	60 min	5371 m	5452 m	
	120 min	5922 m	5819 m	
	240 min	6091 m	6110 m	
Y máximo	196 min	6173 m		
Média das amostras com trinta por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		Y = 4443,1 + 13,888 X - 0,0342 X ² ----- (LXIX)		
	0 min	4443 m	4280 m	
	15 min	4644 m	4704 m	
	30 min	4829 m	4953 m	59 m
	60 min	5153 m	5214 m	
	120 min	5617 m	5504 m	
	240 min	5806 m	5829 m	
Y máximo	203 min	5853 m		

QUADRO 49 - Esticamento por cento da celulose final, para tempos constantes de moagem: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Polpa com zero minuto de moagem	Regressão linear	1	0,4050	0,4050 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0250 (0,4300)	0,0083 ...
	Fardos	4	2,1800	0,5450 ***
	Resíduo	16	0,2200	0,0138
Polpa com quinze minutos de moagem	Regressão linear	1	0,6272	0,6272 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0428 (0,6700)	0,0142 ...
	Fardos	4	1,4800	0,3700 ***
	Resíduo	16	0,3100	0,0194
Polpa com trinta minutos de moagem	Regressão linear	1	0,6962	0,6962 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0038 (0,7000)	0,0013 * ...
	Fardos	4	1,4400	0,3600 ***
	Resíduo	16	0,3200	0,0200
Polpa com sessenta minutos de moagem	Regressão linear	1	0,5000	0,5000 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0200 (0,5200)	0,0067 ...
	Fardos	4	1,2000	0,3000 ***
	Resíduo	16	0,3800	0,0238
Polpa com cento e vinte minutos de moagem	Regressão linear	1	0,8712	0,8712 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0988 (0,9700)	0,0329 ...
	Fardos	4	2,3800	0,5950 ***
	Resíduo	16	0,4700	0,0294
Polpa com duzentos e quarenta minutos de moagem	Regressão linear	1	0,8978	0,8978 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	0,0822 (0,9200)	0,0274 ...
	Fardos	4	2,7600	0,6900 ***
	Resíduo	16	0,2000	0,0125

QUADRO 50 - Valores médios do esticamento por cento da celulose final, para tempos constantes de moagem e em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero minuto de moagem	Y = 3,580	- 0,012	X		(LXX)
	1	0,0%	3,6%	3,6%	
	2	7,5%	3,5%	3,5%	
	3	15,0%	3,4%	3,3%	0,1%
	4	22,5%	3,3%	3,3%	
	5	30,0%	3,2%	3,2%	
Média das amostras com quinze minutos de moagem	Y = 3,824	- 0,015	X		(LXXI)
	1	0,0%	3,8%	3,8%	
	2	7,5%	3,7%	3,7%	
	3	15,0%	3,6%	3,6%	0,1%
	4	22,5%	3,5%	3,5%	
	5	30,0%	3,4%	3,4%	
Média das amostras com trinta minutos de moagem	Y = 3,936	- 0,016	X		(LXXII)
	1	0,0%	3,9%	3,9%	
	2	7,5%	3,8%	3,8%	
	3	15,0%	3,7%	3,6%	0,1%
	4	22,5%	3,6%	3,6%	
	5	30,0%	3,5%	3,4%	
Média das amostras com sessenta minutos de moagem	Y = 4,000	- 0,013	X		(LXXIII)
	1	0,0%	4,0%	4,0%	
	2	7,5%	3,9%	3,9%	
	3	15,0%	3,8%	3,8%	0,1%
	4	22,5%	3,7%	3,7%	
	5	30,0%	3,6%	3,6%	
Média das amostras com cento e vinte minutos de moagem	Y = 4,212	- 0,018	X		(LXXIV)
	1	0,0%	4,2%	4,2%	
	2	7,5%	4,1%	4,0%	
	3	15,0%	3,9%	4,1%	0,1%
	4	22,5%	3,8%	3,8%	
	5	30,0%	3,7%	3,7%	
Média das amostras com duzentos e quarenta minutos de moagem	Y = 4,424	- 0,018	X		(LXXV)
	1	0,0%	4,4%	4,4%	
	2	7,5%	4,3%	4,2%	
	3	15,0%	4,2%	4,2%	0,1%
	4	22,5%	4,0%	4,1%	
	5	30,0%	3,9%	3,9%	

QUADRO 51 - Esticamento por cento da celulose final, com percentagem constante de medula; análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Polpa com zero por cento de medula	Regressão linear	1	2,0103	2,0103 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	4 (5)	0,2977 (2,3080)	0,0744 ...
	Fardos	4	1,5567	0,3892 ***
	Resíduo	20	1,0753	0,0538
Polpa com sete e meio por cento de medula	Regressão linear	1	1,5525	1,5525 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	4 (5)	0,2295 (1,7820)	0,0574 ...
	Fardos	4	1,5133	0,3783 ***
	Resíduo	20	0,8747	0,0437
Polpa com quinze por cento de medula	Regressão linear	1	2,2000	2,2000 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	4 (5)	0,4780 (2,6780)	0,1195 * ...
	Fardos	4	1,6333	0,4083 ***
	Resíduo	20	0,7587	0,0379
Polpa com vinte e dois e meio por cento de medula	Regressão linear	1	1,5622	1,5622 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	4 (5)	0,1558 (1,7180)	0,0390 ...
	Fardos	4	2,0483	0,5121 ***
	Resíduo	20	0,5237	0,0262
Polpa com trinta por cento de medula	Regressão linear	1	1,1610	1,1610 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	4 (5)	0,1690 (1,3300)	0,0423 ...
	Fardos	4	2,8333	0,7083 ***
	Resíduo	20	0,5267	0,0263

O efeito de tratamentos, pois, para tôdas as polpas estudadas, comportou uma reta de regressão significativa ao nível de 0,1%. Sômente em um caso os desvios da regressão foram significativos. Êstes desvios, entretanto, quando comparados com o componente principal têm um valor muito relativo e, por isto, não foram considerados.

O efeito da variação devida à fardos foi sempre significativo e ao nível de 0,1 % de probabilidade.

No Quadro 52 foram escritos os valores médios calculados e observados de Y - expressando o esticamento por cento da celulose final - e os de X representando os tempos de moagem correspondentes. Também fazem parte do mesmo as equações representativas dos componentes lineares. (ver página nº 117).

7.6.5 ÍNDICE DE ARREBENTAMENTO (ÍNDICE DE MULEN) A análise da variância do índice

de arrebetamento (índice de Mullen) da celulose final, para tempos constantes de moagem na refinação, tendo como variáveis: tratamentos, representados por diversas percentagens de medula e fardos, acha-se resumida no Quadro 53 (ver página nº 118).

Do exposto verifica-se que a variação devida ao efeito de fardos foi significativa, ao nível de 0,1 % de probabilidade, em todos os casos estudados. Entretanto, a variação pelo efeito de tratamentos comportou-se de modo interessante: à medida que os tempos de moagem utilizados na refinação aumentavam, a variação foi se acentuando. Assim, para as polpas sem moagem o efeito de tratamentos não foi significativo. Já os tratamentos para as polpas com quinze e com trinta minutos de moagem comportaram um componente linear, significativo ao nível de 5%. Nas polpas com

cento e vinte minutos de moagem, o componente linear foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, para atingir 0,1% nas polpas com duzentos e quarenta minutos de moagem. Os desvios da regressão não foram significativos em nenhum caso.

As médias, esperadas e observadas, dos índices de arrebetamento da celulose final, para os diversos fardos utilizados, mantendo constante o tempo de moagem na refinação e variando a percentagem de medula, encontram-se no Quadro 54. Dêste constam também as representações algébricas dos componentes de regressão; nelas X expressa a percentagem de medula utilizada e Y o valor correspondente do índice de arrebetamento (ver página nº 119).

O Quadro 55, por sua vez, contém o resumo da análise de variância do índice de arrebetamento para as polpas contendo percentagem constante de medula e tendo como variáveis os tempos de refinação e os fardos (ver página nº 120).

Verifica-se pelo exame do referido quadro que o efeito de fardos indicou sempre uma variação significativa ao nível de 0,1% de probabilidade. Já a variação pelo efeito de tratamentos portou-se de maneira um tanto irregular. De fato, em todos os casos, os tratamentos comportaram dois componentes de regressão: um linear, significativo ao nível de 0,1% e um quadrático, também significativo, porém em diversos níveis de probabilidade. Para as polpas sem medula o nível foi de 0,1%; para as polpas com sete e meio e com quinze por cento de medula, o nível veio para 1%; para as polpas com vinte e dois e meio por cento de medula, voltou para 0,1%; para, finalmente atingir ao nível de 5% nas polpas com trinta por cento de medula. Apenas neste último caso os desvios da regressão foram significativos. Embora os desvios referidos

QUADRO 52 - Valores médios do esticamento por cento, da celulose final, com percentagem constante de mg e em função do aumento do tempo de moagem.

MATERIAL ESTUDADO	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 3,760 + 0,0031 X$	----- (LXXVI)		
	0 min	3,8%	3,6%	
	15 min	3,8%	3,9%	
	30 min	3,9%	3,9%	0,1%
	60 min	3,9%	4,0%	
	120 min	4,1%	4,2%	
	240 min	4,5%	4,4%	
Média das amostras com sete e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 3,630 + 0,0028 X$	----- (LXXVII)		
	0 min	3,6%	3,5%	
	15 min	3,7%	3,7%	
	30 min	3,7%	3,8%	0,1%
	60 min	3,8%	3,9%	
	120 min	4,0%	4,0%	
	240 min	4,3%	4,2%	
Média das amostras com quinze por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 3,527 + 0,0033 X$	----- (LXXVIII)		
	0 min	3,5%	3,3%	
	15 min	3,6%	3,6%	
	30 min	3,6%	3,6%	0,1%
	60 min	3,7%	3,8%	
	120 min	3,9%	4,1%	
	240 min	4,3%	4,2%	
Média das amostras com vinte e dois e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 3,433 + 0,0028 X$	----- (LXXIX)		
	0 min	3,4%	3,3%	
	15 min	3,5%	3,5%	
	30 min	3,5%	3,6%	0,1%
	60 min	3,6%	3,7%	
	120 min	3,8%	3,8%	
	240 min	4,1%	4,1%	
Média das amostras com trinta por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 3,334 + 0,0024 X$	----- (LXXX)		
	0 min	3,3%	3,2%	
	15 min	3,4%	3,4%	
	30 min	3,4%	3,4%	0,1%
	60 min	3,5%	3,6%	
	120 min	3,6%	3,7%	
	240 min	3,9%	3,9%	

QUADRO 53 - Índice de arrebetamento (Índice de Mullen) da celulose final, para tempos constantes de moagem: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Polpa com zero minuto de moagem	Regressão linear	1	7,1442	7,1442
	Desv. da regressão	3	6,8454	2,2816
	(Tratamento)	(4)	(13,9896)	...
	Fardos	4	458,2936	114,5734 ***
	Resíduo	16	50,9544	3,1847
Polpa com quinze minutos de moagem	Regressão linear	1	13,4162	13,4162 *
	Desv. da regressão	3	2,0662	0,6887
	(Tratamentos)	(4)	(15,4824)	...
	Fardos	4	388,8784	97,2196 ***
	Resíduo	16	42,7616	2,6726
Polpa com trinta minutos de moagem	Regressão linear	1	26,2088	26,2088 *
	Desv. da regressão	3	10,5488	3,5163
	(Tratamentos)	(4)	(36,7576)	...
	Fardos	4	453,9096	113,4774 ***
	Resíduo	16	85,1504	5,3219
Polpa com sessenta minutos de moagem	Regressão linear	1	41,9528	41,9528 **
	Desv. da regressão	3	11,7336	3,9112
	(Tratamentos)	(4)	(53,6864)	...
	Fardos	4	490,0264	122,5066 ***
	Resíduo	16	59,7016	3,7314
Polpa com cento e vinte minutos de moagem	Regressão linear	1	43,2450	43,2450 **
	Desv. da regressão	3	15,7414	5,2471
	(Tratamentos)	(4)	(58,9864)	...
	Fardos	4	581,8984	145,4746 ***
	Resíduo	16	55,8736	3,4921
Polpa com duzentos e quarenta minutos de moagem	Regressão linear	1	72,0000	72,0000 ***
	Desv. da regressão	3	7,9784	2,6595
	(Tratamentos)	(4)	(79,9784)	...
	Fardos	4	522,3224	130,5806 ***
	Resíduo	16	39,7616	2,4851

QUADRO 54 - Valores médios do índice de arrebatamento (índice de Mullen) da celulose final para tempos constantes de moagem, em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero minuto de moagem	1	0,0%	...	23,8	0,8
	2	7,5%	...	23,5	
	3	15,0%	...	23,5	
	4	22,5%	...	23,9	
	5	30,0%	...	25,5	
Média das amostras com quinze minutos de moagem	Y = 27,684 - 0,069 X		----- (LXXXI)		
	1	0,0%	27,7	27,9	0,7
	2	7,5%	27,2	27,1	
	3	15,0%	26,6	26,1	
	4	22,5%	26,1	26,4	
	5	30,0%	25,6	25,7	
Média das amostras com trinta minutos de moagem	Y = 29,548 - 0,097 X		----- (LXXXII)		
	1	0,0%	29,5	30,0	1,0
	2	7,5%	28,8	28,7	
	3	15,0%	28,1	26,9	
	4	22,5%	27,4	28,1	
	5	30,0%	26,6	26,7	
Média das amostras com sessenta minutos de moagem	Y = 31,532 - 0,122 X		----- (LXXXIII)		
	1	0,0%	31,5	32,1	0,9
	2	7,5%	30,6	30,6	
	3	15,0%	29,7	28,4	
	4	22,5%	28,8	28,9	
	5	30,0%	27,9	28,4	
Média das amostras com cento e vinte minutos de moagem	Y = 34,860 - 0,124 X		----- (LXXXIV)		
	1	0,0%	34,9	35,1	0,8
	2	7,5%	33,9	33,2	
	3	15,0%	33,0	32,9	
	4	22,5%	32,1	33,5	
	5	30,0%	31,1	30,3	
Média das amostras com duzentos e quarenta mi nutos de moagem	Y = 37,652 - 0,160 X		----- (LXXXV)		
	1	0,0%	37,7	38,4	0,7
	2	7,5%	36,5	35,6	
	3	15,0%	35,3	34,8	
	4	22,5%	34,1	34,4	
	5	30,0%	32,9	33,0	

QUADRO 55 - Índice de arrebetamento (índice de Mullen) da celulose final com percentagem constante de medula: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Polpa com zero por cento de medula	Regressão linear	1	570,6678	570,6678 ***
	Reg. quadrática	1	75,6190	75,6190 ***
	Desv. da regressão	3	27,0349	9,0116
	(Tratamentos)	(5)	(673,3217)	...
	Fardos	4	551,8633	137,9658 ***
	Resíduo	20	89,8767	4,4938
Polpa com sete e meio por cento de medula	Regressão linear	1	392,4043	392,4043 ***
	Reg. quadrática	1	61,4607	61,4607 **
	Desv. da regressão	3	18,2820	6,0940
	(Tratamentos)	(5)	(472,1470)	...
	Fardos	4	767,7386	191,9347 ***
	Resíduo	20	85,5214	4,2761
Polpa com quinze por cento de medula	Regressão linear	1	410,1910	410,1910 ***
	Reg. quadrática	1	41,9476	41,9476 **
	Desv. da regressão	3	6,8134	2,2711
	(Tratamentos)	(5)	(458,9520)	...
	Fardos	4	680,9453	170,2363 ***
	Resíduo	20	69,1147	3,4557
Polpa com vinte e dois e meio por cento de medula	Regressão linear	1	345,6835	345,6835 ***
	Reg. quadrática	1	60,7483	60,7483 ***
	Desv. da regressão	3	9,0469	3,0156
	(Tratamentos)	(5)	(415,4787)	...
	Fardos	4	522,1013	130,5253 ***
	Resíduo	20	35,9147	1,7957
Polpa com trinta por cento de medula	Regressão linear	1	209,0727	209,0727 ***
	Reg. quadrática	1	6,5218	6,5218 *
	Desv. da regressão	3	183,1902	61,0634 ***
	(Tratamentos)	(5)	(398,7847)	...
	Fardos	4	216,7737	54,1934 ***
	Resíduo	20	27,6713	1,3836

sejam de uma certa importância, quando comparados com os componentes da regressão, por tratar-se de um caso particular e isolado, preferiu-se, para uniformidade do texto, considerar a variação de acordo com a equação do segundo grau.

Do Quadro 56, constam as equações de regressão, os valores de X - expressando os vários tempos de moagem utilizados na refinação - e os de Y - indicando o índice de arrebatamento - calculados e obtidos (ver página nº 123).

7.6.6 DOBRAS DUPLAS Para a análise da variância, uma vez que os valores obtidos para os números de dobras tinham desvios padrões muito desiguais, foi julgado conveniente aplicar-lhes a transformação logarítmica. Nesta condição, para que se pudesse ter uma visão de conjunto relativa a esta propriedade, organizou-se o Quadro 57 com os logaritmos da média geométrica dos valores obtidos, e os seus erros padrões. Foram incluídos, ainda, no mesmo quadro, os respectivos antilogaritmos, ou seja, cada uma das médias geométricas em apreço (ver página nº 125).

O Quadro 58 contém o resumo da análise da variância realizado sobre os dados transformados. Neste caso, considerou-se como constante o tempo de moagem na refinação e como variáveis as percentagens de medula e os fardos utilizados em cada amostra. (ver página nº 126).

Foram pois, significativas ao nível de 0,1 % de probabilidade, as variações devidas ao efeito de fardos. Os tratamentos, por sua vez, comportaram em todos os casos estudados uma reta de regressão significativa e ao nível de 0,1%. Não foram significativos os desvios da regressão.

Do Quadro 59 fazem parte as representações algébricas das retas de regressão, nas quais, X expressa a percentagem de medula utilizada e Y representa a média geométrica do número de dobras duplas correspondentes. Tais valores, calculados e obtidos também constam do referido quadro (ver página nº 127).

A análise da variância sobre os dados transformados, considerando-se como constante a percentagem de medula e como variáveis os tempos de moagem na refinação e os fardos, também foi efetuada. O seu resumo pode ser encontrado no Quadro 60 (ver página nº 129).

Também aqui a variação pelo efeito de fardos foi significativa e ao nível de 0,1% para todas as polpas.

A variação pelo efeito de tratamentos compo^u sempre dois componentes de regressão: um linear significativo e ao nível de 0,1% e outro quadrático, também significativo, porém a diversos níveis de probabilidade: 5% para as polpas sem medula, 1% para as polpas com sete e meio e com quinze por cento de medula e 0,1% para as polpas restantes. Apenas num caso os desvios da regressão foram significativos. Devido, entretanto, à sua pequena importância em relação aos componentes principais, não foram considerados no cálculo.

No Quadro 61, são dados os valores médios calculados e obtidos para os logaritmos e antilogaritmos de Y, expressando Y a média geométrica dos números de dobras duplas da celulose final, em função dos valores tomados por X, isto é, pelos tempos de moagem utilizados na refinação. No mesmo quadro podem ser encontradas também as equações da regressão, calculadas para cada caso. (ver página nº 131).

QUADRO 56 - Valores médios do Índice de arrebatamento (Índice de Mullen) , da celulose final, com percentagem constante de medula e em função do aumento do tempo de moagem.

MATERIAL ESTUDADO	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 25,34 + 0,124727 X - 0,00029637X^2$	----- (LXXXVI)		
	0 min	25,3	23,8	
	15 min	27,1	27,9	
	30 min	28,8	30,0	0,9
	60 min	31,8	32,1	
	120 min	36,0	35,1	
	240 min	38,2	38,4	
Y máximo	210 min	38,4		
Média das amostras com sete e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 24,79 + 0,108617X - 0,00026719X^2$	----- (LXXXVII)		
	0 min	24,8	23,5	
	15 min	26,3	27,1	
	30 min	27,8	28,7	0,9
	60 min	30,2	30,6	
	120 min	34,0	33,2	
	240 min	35,4	35,6	
Y máximo	203 min	35,9		
Média das amostras com quinze por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 23,96 + 0,098354 X - 0,00022074X^2$	----- (LXXXVIII)		
	0 min	24,0	23,5	
	15 min	25,4	26,1	
	30 min	26,7	26,9	0,8
	60 min	29,1	28,4	
	120 min	32,6	32,9	
	240 min	34,9	34,8	
Y máximo	223 min	34,9		
Média das amostras com vinte e dois e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 24,40 + 0,105544 X - 0,00026564X^2$	----- (LXXXIX)		
	0 min	24,4	23,9	
	15 min	25,9	26,4	
	30 min	27,3	28,1	0,6
	60 min	29,8	28,9	
	120 min	33,2	33,5	
	240 min	34,4	34,4	
Y máximo	199 min	34,9		
Média das amostras com trinta por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	$Y = 25,26 + 0,053134 X - 0,00008704X^2$	----- (XC)		
	0 min	25,3	25,5	
	15 min	26,0	25,7	
	30 min	26,8	26,7	0,5
	60 min	28,2	28,4	
	120 min	30,4	30,3	

QUADRO 57 - Dobras duplas da celulose final: logaritmos das médias geométricas respectivos anti - logaritmos.

Logaritmos das médias geométricas							
Especificações	Tempo da refinação em minutos						Erro padrão das médias
	0	15	30	60	120	240	
0,0 % de medula	1,46	1,59	1,75	1,77	1,88	2,11	0,048
7,5 % de medula	1,39	1,51	1,63	1,73	1,82	2,01	0,041
15,0 % de medula	1,35	1,47	1,59	1,70	1,72	1,95	0,036
22,5 % de medula	1,30	1,43	1,50	1,56	1,69	1,82	0,026
30,0 % de medula	1,23	1,35	1,41	1,50	1,60	1,73	0,028
Erro padrão das médias	0,021	0,018	0,021	0,023	0,033	0,048	

Médias geométricas

0,0 % de medula	28,9	38,9	56,2	58,9	75,9	128,9
7,5 % de medula	24,6	32,4	42,7	53,7	66,1	102,4
15,0 % de medula	22,4	29,5	38,9	50,1	52,5	89,1
22,5 % de medula	20,0	26,9	31,6	36,3	49,0	66,1
30,0 % de medula	17,0	22,4	25,7	31,6	39,8	53,7

QUADRO 58 - Dobras duplas (transformação logarítmica) de celulose final, para tempos constantes de moagem: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Polpa com zero minuto de moagem	Regressão linear	1	0,1524	0,1524 ***
	Desv. da regressão	3	0,0008	0,0003
	(Tratamentos)	(4)	(0,1532)	...
	Fardos	4	0,1238	0,0310 ***
	Resíduo	16	0,0382	0,0024
Polpa com quinze minutos de moagem	Regressão linear	1	0,1568	0,1568 ***
	Desv. da regressão	3	0,0050	0,0017
	(Tratamentos)	(4)	(0,1618)	...
	Fardos	4	0,2031	0,0508 ***
	Resíduo	16	0,0258	0,0016
Polpa com trinta minutos de moagem	Regressão linear	1	0,3264	0,3264 ***
	Desv. da regressão	3	0,0063	0,0021
	(Tratamentos)	(4)	(0,3327)	...
	Fardos	4	0,4675	0,1169 ***
	Resíduo	16	0,0374	0,0022
Polpa com sessenta minutos de moagem	Regressão linear	1	0,2506	0,2506 ***
	Desv. da regressão	3	0,0149	0,0050
	(Tratamentos)	(4)	(0,2655)	...
	Fardos	4	0,8162	0,2041 ***
	Resíduo	16	0,0416	0,0026
Polpa com cento e vinte minutos de moagem	Regressão linear	1	0,2353	0,2353 ***
	Desv. da regressão	3	0,0042	0,0014
	(Tratamentos)	(4)	(0,2395)	...
	Fardos	4	0,6761	0,1690 ***
	Resíduo	16	0,0879	0,0055
Polpa com duzentos e quarenta minutos de moagem	Regressão linear	1	0,4705	0,4705 ***
	Desv. da regressão	3	0,0045	0,0015
	(Tratamentos)	(4)	(0,4750)	...
	Fardos	4	0,7613	0,1903 ***
	Resíduo	16	0,1813	0,0113

QUADRO 59 - Valores médios de dobras duplas (transformação logarítmica e antilogaritmo correspondente) da celulose final, para tempos constantes de moagem em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES				Erro padrão das médias (valores logarítmicos)
			Calculados		Obtidos		
			log Y	Y	log Y	Y	
Média das amostras com zero minuto de moagem			log Y = 1,4556 - 0,00736 X ----- (XCI)				
	1	0,0 %	1,46	28,9	1,46	28,9	
	2	7,5 %	1,40	25,1	1,39	24,6	
	3	15,0 %	1,35	22,4	1,35	22,4	0,021
	4	22,5 %	1,29	19,5	1,30	20,0	
	5	30,0 %	1,23	17,0	1,23	17,0	
Média das amostras com quinze minutos de moagem			log Y = 1,5836 - 0,00747 X ----- (XCII)				
	1	0,0 %	1,58	38,0	1,59	38,9	
	2	7,5 %	1,53	33,9	1,51	32,4	
	3	15,0 %	1,47	29,5	1,47	29,5	0,018
	4	22,5 %	1,42	26,3	1,43	26,9	
	5	30,0 %	1,36	22,9	1,35	22,4	
Média das amostras com trinta minutos de moagem			log Y = 1,7384 - 0,01077 X ----- (XCIII)				
	1	0,0 %	1,74	55,0	1,75	56,2	
	2	7,5 %	1,66	45,7	1,63	42,7	
	3	15,0 %	1,58	38,0	1,59	38,9	0,021
	4	22,5 %	1,50	31,6	1,50	31,6	
	5	30,0 %	1,42	26,3	1,41	25,7	
Média das amostras com sessenta minutos de moagem			log Y = 1,7944 - 0,00944 X ----- (XCIV)				
	1	0,0 %	1,79	61,7	1,77	58,9	
	2	7,5 %	1,72	52,5	1,73	53,9	
	3	15,0 %	1,65	44,7	1,70	50,1	0,023
	4	22,5 %	1,58	38,0	1,56	36,3	
	5	30,0 %	1,51	32,4	1,50	31,6	
Média das amostras com cento e vinte minutos de moagem			log Y = 1,8804 - 0,00915 X ----- (XCV)				
	1	0,0 %	1,88	75,9	1,88	75,9	
	2	7,5 %	1,81	64,6	1,82	66,1	
	3	15,0 %	1,74	55,0	1,72	52,5	0,033
	4	22,5 %	1,67	46,8	1,69	49,0	
	5	30,0 %	1,61	40,7	1,60	39,8	
Média das amostras com duzentos e quarenta minutos de moagem			log Y = 2,1176 - 0,01293 X ----- (XCVI)				
	1	0,0 %	2,12	131,9	2,11	128,9	
	2	7,5 %	2,02	104,8	2,01	102,4	
	3	15,0 %	1,92	83,2	1,95	89,1	0,048
	4	22,5 %	1,83	67,6	1,82	66,1	

QUADRO 60 - Dobras duplas (transformação logarítmica) da celulose final, com percentagem constante de medula: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Polpa com zero por cento de medula	Regressão linear	1	1,1419	1,1419 ***
	Reg. quadrática	1	0,0599	0,0599 *
	Desv. da regressão	3	0,0928	0,0309
	(Tratamentos)	(5)	(1,2946)	...
	Fardos	4	0,8177	0,2044 ***
	Resíduo	20	0,2413	0,0121
Polpa com sete e meio por cento de medula	Regressão linear	1	1,1074	1,1074 ***
	Reg. quadrática	1	0,0894	0,0894 **
	Desv. da regressão	3	0,0433	0,0144
	(Tratamentos)	(5)	(1,2401)	...
	Fardos	4	0,5925	0,1481 ***
	Resíduo	20	0,1719	0,0086
Polpa com quinze por cento de medula	Regressão linear	1	0,9541	0,9541 ***
	Reg. quadrática	1	0,0584	0,0584 **
	Desv. da regressão	3	0,0843	0,0281 *
	(Tratamentos)	(5)	(1,0968)	...
	Fardos	4	0,6108	0,1527 ***
	Resíduo	20	0,1379	0,0069
Polpa com vinte e dois e meio por cento de medula	Regressão linear	1	0,7530	0,7530 ***
	Reg. quadrática	1	0,0745	0,0745 ***
	Desv. da regressão	3	0,0244	0,0081
	(Tratamentos)	(5)	(0,8519)	...
	Fardos	4	0,4521	0,1130 ***
	Resíduo	20	0,0658	0,0033
Polpa com trinta por cento de medula	Regressão linear	1	0,7026	0,7026 ***
	Reg. quadrática	1	0,0806	0,0806 ***
	Desv. da regressão	3	0,0205	0,0068
	(Tratamentos)	(5)	(0,8037)	...
	Fardos	4	0,3041	0,0760 ***
	Resíduo	20	0,0767	0,0038

QUADRO 61 - Valores médios de dobras duplas (transformação logarítmica e antilogaritmo correspondente) da celulose final, com percentagem constante de medula e em função do aumento do tempo de moagem.

MATERIAL ESTUDADO	X	VALORES				Erro padrão das médias (valores logarítmicos)
		Calculados		Obtidos		
		log Y	Y	log Y	Y	
Média das amostras com zero por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	log Y =	$1,5282 + 0,004390 X - 0,000008345 X^2$				(XCVII)
	0 min	1,53	33,9	1,46	28,9	
	15 min	1,59	38,9	1,59	38,9	
	30 min	1,65	44,7	1,75	56,2	0,048
	60 min	1,76	57,6	1,77	58,9	
	120 min	1,93	85,1	1,88	75,9	
	240 min	2,10	125,9	2,11	128,9	
log de Y máximo	263 min	2,11	128,9			
Média das amostras com sete e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	log Y =	$1,4396 + 0,004801 X - 0,000010192 X^2$				(XCVIII)
	0 min	1,44	27,6	1,39	24,6	
	15 min	1,51	32,4	1,51	32,4	
	30 min	1,57	37,2	1,63	42,7	0,041
	60 min	1,69	49,0	1,73	53,7	
	120 min	1,87	74,1	1,82	66,1	
	240 min	2,00	100,0	2,01	102,4	
log de Y máximo	236 min	2,00	100,0			
Média das amostras com quinze por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	log Y =	$1,4126 + 0,004160 X - 0,000008236 X^2$				(XCIX)
	0 min	1,41	25,7	1,35	22,4	
	15 min	1,47	29,5	1,47	29,5	
	30 min	1,53	33,9	1,59	38,9	0,036
	60 min	1,63	42,7	1,70	50,1	
	120 min	1,79	61,7	1,72	52,5	
	240 min	1,94	87,1	1,95	89,1	
log de Y máximo	253 min	1,94	87,1			
Média das amostras com vinte e dois e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	log Y =	$1,3446 + 0,004177 X - 0,000009303 X^2$				(C)
	0 min	1,34	21,9	1,30	20,0	
	15 min	1,41	25,7	1,43	26,9	
	30 min	1,46	28,9	1,50	31,6	0,026
	60 min	1,56	36,3	1,56	36,3	
	120 min	1,71	51,3	1,69	49,0	
	240 min	1,81	64,6	1,82	66,1	
log de Y máximo	224 min	1,81	64,6			
Média das amostras com trinta por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)	log Y =	$1,2691 + 0,004202 X - 0,000009677 X^2$				(CI)
	0 min	1,27	18,6	1,23	17,0	
	15 min	1,33	21,4	1,35	22,4	
	30 min	1,39	24,6	1,41	25,7	0,028
	60 min	1,49	30,9	1,50	31,6	
	120 min	1,63	42,7	1,60	39,8	

7.6.7 RESISTÊNCIA AO RASGO A análise da va
(ÍNDICE DE ELMENDORF) riância para os
valôres obtidos
no estudo da resistência ao rasgo (índice de Elmendorf)
da celulose final, tomando como variáveis os fardos e
as diferentes percentagens de medula, encontra-se re
sumida no Quadro 62 (ver página nº 135).

A variação, pelo efeito de tratamentos, co
mo se pode observar, comportou sempre um componen
te linear de regressão significativo que, na maioria
dos casos, atingiu ao nível de 0,1% de probabilidade.
A variação pelo efeito de fardos também foi sempre sig
nificativo e ao nível de 0,1%.

No Quadro 63 foram dadas as equações das re
tas de regressão, os valôres de X, indicando a percen
tagem de medula usada e os de Y, correspondentes a
resistência ao rasgo, calculados e observados. (ver pá
gina nº 136).

A análise da variância dos valôres encontra
dos para esta mesma propriedade, tomando porém, co
mo variáveis os diversos tempos de moagem emprega
dos na refinação e os fardos, também foi levada a efei
to. O seu resumo pode ser visto no Quadro 64 (ver pá
gina nº 137).

Constata-se pela observação dos números ex
postos no referido quadro que a variação pelo efeito
de fardos continuou significativa e ainda ao nível de
0,1% de probabilidade. Os tratamentos comportaram,
para as amostras elaboradas integralmente com a fra
ção fibrosa do bagaço e para aquelas que continham na
sua composição inicial sete e meio por cento de medu
la, dois componentes de regressão: um linear e outro
quadrático, ambos significativos ao nível de 0,1%. Nas
amostras do primeiro grupo citado os desvios da re
gressão também foram significativos, porém ao nível

de 5%. Tais desvios não foram considerados no cálculo, em consequência do seu pequeno valor relativo. Para as amostras restantes, a variação pelo efeito de tratamentos comportou apenas um componente linear de regressão. Este foi significativo ao nível de 1% para as amostras com quinze por cento de medula na sua composição inicial e significativa ao nível de 0,1% para as seguintes.

No Quadro 65 são dados os valores de X - tempo de moagem em minutos empregado na refinação - e de Y - resistência ao rasgo correspondente. As equações de regressão também fazem parte do referido quadro (ver página nº 138).

7.6.8 OPACIDADE POR CENTO O Quadro 66 contém o resumo da análise da variância dos valores obtidos para a opacidade por cento da celulose final, considerando como variáveis os fardos e as percentagens de medula (ver página nº 139).

A variação pelo efeito de fardos foi significativa, para todas as polpas estudadas. Num único caso - polpas submetidas a cento e vinte minutos de moagem na refinação -, o nível de probabilidade foi de 1%; nos outros, atingiu a 0,1%.

A variação pelo efeito de tratamentos comportou para todas as polpas, um componente linear de regressão, significativo ao nível de 0,1% de probabilidade. Os desvios da regressão não foram significativos, exceto para as polpas trabalhadas com sessenta minutos de moagem na refinação, onde o nível de probabilidade foi da ordem de 5%. Tais desvios, entretanto, não foram considerados no cálculo, como consequência do seu pequeno valor em relação ao componente principal.

QUADRO 62 - Resistência ao rasgo (índice de Eimendorf) da celulose final, para tempos constantes de moagem: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
Polpa com zero minuto de moagem	Regressão linear	1	320,0450	320,0450 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	7,8854	2,6285
	Fardos	(4)	(327,9304)	...
	Fardos	4	1298,2024	324,5506 ***
	Resíduo	16	140,6456	8,7904
Polpa com quinze minutos de moagem	Regressão linear	1	261,7472	261,7472 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	8,2152	2,7384
	Fardos	(4)	(269,9624)	...
	Fardos	4	1251,2944	312,8236 ***
	Resíduo	16	60,5656	3,7854
Polpa com trinta minutos de moagem	Regressão linear	1	206,8578	206,8578 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	34,9606	11,6535
	Fardos	(4)	(241,8184)	...
	Fardos	4	1179,8744	294,9686 ***
	Resíduos	16	139,8496	8,7406
Polpa com sessenta minutos de moagem	Regressão linear	1	88,9778	88,9778 **
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	27,9526	9,3175
	Fardos	(4)	(116,9304)	...
	Fardos	4	1011,6424	252,9106 ***
	Resíduo	16	145,3856	9,0866
Polpa com cento e vinte minutos de moagem	Regressão linear	1	142,4672	142,4672 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	69,0672	23,0224
	Fardos	(4)	(211,5344)	...
	Fardos	4	1202,3344	300,5836 ***
	Resíduo	16	207,2976	12,9561
Polpa com duzentos e quarenta minutos de moagem	Regressão linear	1	244,6472	244,6472 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	88,1632	29,3877
	Fardos	(4)	(332,8104)	...
	Fardos	4	1397,3264	349,3316 ***
	Resíduo	16	216,9976	13,5624

QUADRO 63 - Valores médios para a resistência ao rasgo (índice de Elmendorf) da celulose final, para tempos constantes de moagem e em função do aumento das percentagens de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero minuto de moagem		$Y = 71,860 - 0,357 X$ ----- (CII)			
	1	0,0 %	71,7	71,7	
	2	7,5 %	69,1	69,6	
	3	15,0 %	66,6	66,3	1,3
	4	22,5 %	64,1	63,2	
	5	30,0 %	61,6	62,2	
Média das amostras com quinze minutos de moagem		$Y = 68,776 - 0,305 X$ ----- (CIII)			
	1	0,0 %	68,8	68,3	
	2	7,5 %	66,5	66,9	
	3	15,0 %	64,2	65,1	0,9
	4	22,5 %	61,9	61,2	
	5	30,0 %	59,6	59,7	
Média das amostras com trinta minutos de moagem		$Y = 66,420 - 0,271 X$ ----- (CIV)			
	1	0,0 %	66,4	65,0	
	2	7,5 %	64,4	65,6	
	3	15,0 %	62,4	63,8	1,3
	4	22,5 %	60,3	59,3	
	5	30,0 %	58,3	58,0	
Média das amostras com sessenta minutos de moagem		$Y = 63,768 - 0,178 X$ ----- (CV)			
	1	0,0 %	63,8	62,9	
	2	7,5 %	62,4	62,4	
	3	15,0 %	61,1	63,1	1,3
	4	22,5 %	59,8	59,4	
	5	30,0 %	58,4	57,7	
Média das amostras com cento e vinte minutos de moagem		$Y = 62,976 - 0,225 X$ ----- (CVI)			
	1	0,0 %	63,0	62,2	
	2	7,5 %	61,3	60,2	
	3	15,0 %	59,6	62,8	1,6
	4	22,5 %	57,9	58,0	
	5	30,0 %	56,2	54,8	
Média das amostras com duzentos e quarenta minutos de moagem		$Y = 62,524 - 0,295 X$ ----- (CVII)			
	1	0,0 %	62,5	61,2	
	2	7,5 %	60,3	59,7	
	3	15,0 %	58,1	61,7	1,6
	4	22,5 %	55,9	56,1	
	5	30,0 %	53,7	52,0	

QUADRO 64 - Resistência ao rasgo (índice de Elmendorf) da celulose final, com percentagem constante de medula: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Polpa com zero por cento de medula	Regressão linear	1	248,7343	248,7343 ***
	Reg. quadrática	1	115,4718	115,4718 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	47,4046	15,8015 *
		(5)	(411,6107)	...
	Fardos	4	1227,7453	306,9363 ***
	Resíduo	20	99,6027	4,9801
Polpa com sete e meio por cento de medula	Regressão linear	1	285,1917	285,1917 ***
	Reg. quadrática	1	95,2347	95,2347 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3	8,8536	2,9512
		(5)	(389,2800)	...
	Fardos	4	889,6380	222,4095 ***
	Resíduo	20	118,2700	5,9135
Polpa com quinze por cento de medula	Regressão linear	1	52,6335	52,6335 **
	Desv. da regressão (Tratamentos)	4	17,1775	4,2944
		(5)	(69,8110)	...
	Fardos	4	1260,1086	315,0272 ***
	Resíduo	20	97,7874	4,8893
Polpa com vinte e dois e meio por cento de medula	Regressão linear	1	122,6422	122,6422 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	4	30,3378	7,5845
		(5)	(152,9800)	...
	Fardos	4	1976,3580	494,0895 ***
	Resíduo	20	55,6500	2,7825
Polpa com trinta por cento de medula	Regressão linear	1	293,8872	293,8872 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	4	33,1465	8,2866
		(5)	(327,0337)	...
	Fardos	4	2386,4900	596,6225 ***
	Resíduo	20	107,7180	5,3859

QUADRO 65 - Valores médios para a resistência ao rasgo (índice de Elmendorf) da celulose final, com percentagem constante de medula e em função do aumento do tempo de moagem.

MATERIAL ESTUDADO	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
Média das amostras com sero por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 70,11 - 0,123646 X + 0,00036623 X^2$ -----		(CVIII)
	0 min	70,1	71,7	
	15 min	68,3	68,3	
	30 min	66,7	65,0	1,0
	60 min	64,0	62,9	
	120 min	60,5	62,2	
	240 min	61,5	61,2	
Y mínimo	169 min	59,7		
Média das amostras com sete e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 68,97 - 0,117978 X + 0,00033260 X^2$ -----		(CIX)
	0 min	69,0	69,8	
	15 min	67,2	66,9	
	30 min	65,7	65,5	1,1
	60 min	63,1	62,4	
	120 min	59,6	60,2	
	240 min	59,8	59,7	
Y mínimo	177 min	58,5		
Média das amostras com quinze por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 65,273 - 0,019 X$ -----		(CX)
	0 min	65,3	66,3	
	15 min	65,0	65,1	
	30 min	64,7	63,8	1,0
	60 min	64,1	63,1	
	120 min	63,0	62,8	
	240 min	60,7	61,7	
Média das amostras com vinte e dois e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 61,458 - 0,025 X$ -----		(CXI)
	0 min	61,5	63,2	
	15 min	61,1	61,2	
	30 min	60,7	59,3	0,7
	60 min	60,0	59,4	
	120 min	58,5	58,0	
	240 min	55,5	56,1	
Média das amostras com trinta por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 60,345 - 0,038 X$ -----		(CXII)
	0 min	60,3	62,2	
	15 min	59,8	59,7	
	30 min	59,2	58,0	1,0
	60 min	58,1	57,7	
	120 min	55,8	54,8	
	240 min	51,2	52,0	

QUADRO 66 - Opacidade por cento da celulose final, para tempos constantes de moagem; análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Polpa com zero minuto de moagem	Regressão linear	1	62, 7200	62, 7200 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	4, 4400 (67, 1600)	1, 4800 ...
	Fardos	4	122, 9600	30, 7400 ***
	Resíduo	16	22, 4400	1, 4025
Polpa com quinze minutos de moagem	Regressão linear	1	62, 7200	62, 7200 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	4, 6400 (67, 3600)	1, 5467 ...
	Fardos	4	58, 9600	14, 7400 ***
	Resíduo	16	29, 4400	1, 8400
Polpa com trinta minutos de moagem	Regressão linear	1	84, 5000	84, 5000 ***
	Desv. de regressão (Tratamentos)	3 (4)	10, 9300 (95, 4300)	3, 6433 ...
	Fardos	4	109, 0300	27, 2575 ***
	Resíduo	16	32, 9700	2, 0606
Polpa com sessenta minutos de moagem	Regressão linear	1	40, 5000	40, 5000 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	9, 5000 (50, 0000)	3, 1667 * ...
	Fardos	4	110, 8000	27, 7000 ***
	Resíduo	16	15, 2000	0, 9500
Polpa com cento e vinte minutos de moagem	Regressão linear	1	81, 9200	81, 9200 ***
	Desv. de regressão (Tratamentos)	3 (4)	2, 2400 (84, 1600)	0, 7467 ...
	Fardos	4	69, 7600	17, 4400 **
	Resíduo	16	41, 0400	2, 5650
Polpa com duzentos e quarenta minutos de moagem	Regressão linear	1	115, 5200	115, 5200 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (4)	3, 1200 (118, 6400)	1, 0400 ...
	Fardos	4	137, 8400	34, 4600 ***
	Resíduo	16	28, 1600	1, 7600

As equações de regressão, nas quais X toma os valores da percentagem de medula empregada e Y, os da opacidade por cento correspondente, acham-se no Quadro 67. No mesmo, são dados, também, os valores de X e os correspondentes, calculados e obtidos de Y, inclusive o erro padrão das médias destes últimos. (ver página nº 141).

A análise da variância dos valores médios encontrados para a opacidade por cento da celulose final, considerando como variáveis os fardos e os diversos tempos de moagem na refinação, também foi efetuada. O seu resumo é dado no Quadro 68 (ver página nº 142).

Verifica-se pelo exame do mesmo que a variação pelo efeito de fardos foi significativa para todas as polpas estudadas. Também a variação, pelo efeito de tratamentos, comportou sempre dois componentes de regressão: um linear, ao nível de 0,1% e outro quadrático, porém ao nível de 1%, exceto para as polpas com trinta por cento de medula na sua composição inicial, onde atingiu a 0,1%. Os desvios da regressão não foram significativos.

No Quadro 69 são dadas as representações algébricas das equações de regressão, nas quais X toma os valores do tempo, em minutos, empregado na refinação e, Y o valor correspondente da opacidade por cento. Tanto os valores de Y, esperados e observados, como os de X, também fazem parte do mesmo quadro. (ver página nº 143).

7.6.9 POROSIDADE EM SEGUNDOS Pela própria natureza dos valores observados na porosidade, medida em segundos, não foi possível o estudo estatístico dos mesmos (ver Quadro 17c à página 67).

QUADRO 67 - Valores médios para a opacidade por cento da celulose final, para tempos constantes de moagem e em função do aumento da percentagem de medula.

MATERIAL ESTUDADO	Tratamentos	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
			Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero minuto de moagem		Y = 69,480 - 0,149 X ----- (CXIII)			
	1	0,0 %	69,5 %	69,8 %	
	2	7,5 %	68,4 %	68,0 %	
	3	15,0 %	67,2 %	67,4 %	0,5 %
	4	22,5 %	66,1 %	65,6 %	
	5	30,0 %	65,0 %	65,4 %	
Média das amostras com quinze minutos de moagem		Y = 68,904 - 0,149 X ----- (CXIV)			
	1	0,0 %	68,9 %	69,4 %	
	2	7,5 %	67,8 %	67,0 %	
	3	15,0 %	66,7 %	66,8 %	0,6 %
	4	22,5 %	65,6 %	65,4 %	
	5	30,0 %	64,4 %	64,6 %	
Médias das amostras com trinta minutos de moagem		Y = 66,920 - 0,173 X ----- (CXV)			
	1	0,0 %	66,9 %	67,2 %	
	2	7,5 %	65,6 %	66,0 %	
	3	15,0 %	64,3 %	63,0 %	0,6 %
	4	22,5 %	63,0 %	63,4 %	
	5	30,0 %	61,7 %	62,0 %	
Média das amostras com sessenta minutos de moagem		Y = 64,400 - 0,120 X ----- (CXVI)			
	1	0,0 %	64,4 %	64,6 %	
	2	7,5 %	63,5 %	64,0 %	
	3	15,0 %	62,6 %	61,4 %	0,4 %
	4	22,5 %	61,7 %	61,8 %	
	5	30,0 %	60,8 %	61,2 %	
Média das amostras com cento e vinte minutos de moagem		Y = 63,520 - 0,171 X ----- (CXVII)			
	1	0,0 %	63,5 %	63,4 %	
	2	7,5 %	62,2 %	62,2 %	
	3	15,0 %	61,0 %	61,0 %	0,7 %
	4	22,5 %	59,7 %	60,2 %	
	5	30,0 %	58,4 %	58,0 %	
Média das amostras com duzentos e quarenta minutos de moagem		Y = 61,920 - 0,203 X ----- (CXVIII)			
	1	0,0 %	61,9 %	61,8 %	
	2	7,5 %	60,4 %	60,4 %	
	3	15,0 %	58,9 %	58,8 %	0,6 %
	4	22,5 %	57,4 %	58,0 %	
	5	30,0 %	55,8 %	55,4 %	

QUADRO 68 - Opacidade por cento da celulose final, com percentagem constante de medula: análise da variância.

MATERIAL ESTUDADO	Causas da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.
Polpa com zero por cento de medula	Regressão linear	1	218,1943	218,1943 ***
	Reg. quadrática	1	40,9293	40,9293 **
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (5)	9,8431 (268,9667)	3,2810 ...
	Fardos	4	178,4667	44,6167 ***
	Resíduo	20	79,5333	3,9767
	Polpa com sete e meio por cento de medula	Regressão linear	1	193,2431
Reg. quadrática		1	20,8680	20,8680 **
Desv. da regressão (Tratamentos)		3 (5)	1,0889 (215,2000)	0,3630 ...
Fardos		4	76,8667	19,2167 ***
Resíduo		20	49,1333	2,4567
Polpa com quinze por cento de medula		Regressão linear	1	213,4715
	Reg. quadrática	1	42,8291	42,8291 **
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (5)	33,5661 (289,8667)	11,1887 ...
	Fardos	4	87,2000	21,8000 **
	Resíduo	20	82,8000	4,1400
	Polpa com vinte e dois e meio por cento de medula	Regressão linear	1	201,6542
Reg. quadrática		1	17,4021	17,4021 **
Desv. da regressão (Tratamentos)		3 (5)	4,9437 (224,0000)	1,6479 ...
Fardos		4	71,2000	17,8000 ***
Resíduo		20	28,0000	1,4000
Polpa com trinta por cento de medula		Regressão linear	1	336,3896
	Reg. quadrática	1	25,4820	25,4820 ***
	Desv. da regressão (Tratamentos)	3 (5)	6,4284 (368,3000)	2,1428 ...
	Fardos	4	96,8667	24,2167 ***
	Resíduo	20	29,5333	1,4767

QUADRO 59 - Valores médios para a opacidade por cento da celulose final, com percentagem constante de medula e em função do aumento do tempo de moagem.

MATERIAL ESTUDADO	X	VALORES DE Y		Erro padrão das médias
		Calculados	Obtidos	
Média das amostras com zero por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 69,85 - 0,085252 X + 0,00021804 X^2$ ----- (CXIX)		
	0 min	69,9 %	69,8 %	
	15 min	69,6 %	69,4 %	
	30 min	67,5 %	67,2 %	0,9 %
	60 min	65,5 %	64,6 %	
	120 min	62,8 %	63,4 %	
	240 min	61,9 %	61,8 %	
Y mínimo	196 min	61,5 %		
Média das amostras com sete e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 67,92 - 0,088519 X + 0,00015569 X^2$ ----- (CXX)		
	0 min	67,9 %	68,0 %	
	15 min	66,9 %	67,0 %	
	30 min	66,0 %	66,0 %	0,7 %
	60 min	64,4 %	64,0 %	
	120 min	61,9 %	62,2 %	
	240 min	60,4 %	60,4 %	
Y mínimo	220 min	60,4 %		
Média das amostras com quinze por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 66,91 - 0,086401 X + 0,00022304 X^2$ ----- (CXXI)		
	0 min	66,9 %	67,4 %	
	15 min	65,7 %	66,8 %	
	30 min	64,5 %	63,0 %	0,9 %
	60 min	62,5 %	61,4 %	
	120 min	59,8 %	61,0 %	
	240 min	58,0 %	58,8 %	
Y mínimo	194 min	58,5 %		
Média das amostras com vinte e dois e meio por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 65,69 - 0,065909 X + 0,00014217 X^2$ ----- (CXXII)		
	0 min	65,7 %	65,6 %	
	15 min	64,7 %	65,4 %	
	30 min	63,8 %	63,4 %	0,5 %
	60 min	62,2 %	61,8 %	
	120 min	59,8 %	60,2 %	
	240 min	58,1 %	58,0 %	
Y mínimo	232 min	58,1 %		
Média das amostras com trinta por cento de medula (fardos 1, 2, 3, 4 e 5)		$Y = 66,61 - 0,135986 X + 0,00039366 X^2$ ----- (CXXIII)		
	0 min	66,6 %	65,4 %	
	15 min	64,7 %	64,6 %	
	30 min	62,9 %	62,0 %	0,5 %
	60 min	59,9 %	61,2 %	
	120 min	56,0 %	58,0 %	
	240 min	56,6 %	55,4 %	
Y mínimo	173 min	54,9 %		

8 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Visando a facilitar a exposição e a melhor compreensão do texto, a discussão dos resultados obtidos será ordenada, na mesma seqüência geral, observada para ANÁLISE ESTATÍSTICA.

8.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO BAGAÇO Os resultados obtidos na execução deste trabalho demonstraram a existência de variações significativas em níveis de probabilidade variáveis de 5 a 0,1% entre os diversos constituintes do bagaço integral, da fibra e da medula, o que, em tese, está de acordo com as experiências de HIRATA (52), de HÖNIG (57) e de LATHROP (74) e também em parte, com as pesquisas de KNAPP (67) e de KUMAGAWA (69), uma vez que as diferenças, embora significativas, não foram excessivamente elevadas. Por outro lado, também foram notadas variações pequenas, mas quase sempre significativas, entre idênticos constituintes das diversas amostras (fardos), evidenciando o acerto das afirmações de LATHROP (74) de que a variedade de cana considerada e o tempo de armazenamento do fardo influem sobre a composição do bagaço.

Sob o ponto de vista da tecnologia da celulose para papel, a constituição da parte fibrosa do bagaço foi mais favorável do que aquela encontrada no bagaço integral e, especialmente, na medula. De fato, uma análise mais atenta deste aspecto da questão indica que os extrativos solúveis, tanto em água fria como em água quente ou em solução de hidróxido de sódio a 1% ou, em álcool-benzol, foram sempre superiores em percentagem para a medula e inferiores para a fibra, ocupando o bagaço integral, nesta escala, o meio termo. LATHROP (74) determinou em seu trabalho que a percentagem de materiais solúveis em água quente era

maior nas amostras de bagaço integral do que nas de fibra ou nas de medula, consideradas isoladamente. Isto, entretanto, aconteceu, segundo a própria explicação dada por aquele pesquisador, porque o processo de separação por êle utilizado foi a via úmida.

No caso particular dos extrativos em solução de hidróxido de sódio a 1%, que tão perto dizem respeito ao consumo de reagentes e aos rendimentos no processamento industrial, verificou-se que a medula encerra uma proporção de sólidos solúveis nas diversas amostras equivalente, em média, a 40,07%, a fibra, 31,73% e o bagaço integral, 34,83%. Aliás, não é demais repetir-se que as diferenças mínimas significativas (teste de Tukey) para as médias de medula e fibra, de medula e bagaço integral e, ainda, de bagaço integral e fibra, foram todas significativas ao nível de 5% de probabilidade.

As percentagens de celulose Cross e Bevan e de alfa-celulose determinadas estiveram de acordo com o verificado experimentalmente pelos autores que trataram do assunto (35-39-52-57-67-74), isto é, a fibra mostrou-se mais rica, vindo, depois, em ordem de crescente, o bagaço integral e a medula. Fizeram exceção a estas verificações os trabalhos de KUMAGAWA (69) e o de Schwalbe, citado por ALMEIDA (2), nos quais, embora a fibra seja a mais rica em celulose, inverte-se a ordem para a medula e para o bagaço integral.

As percentagens médias de pentosanas determinadas no presente trabalho foram: 30,55, 30,13 e 29,32, respectivamente, para fibra, bagaço integral e medula, tendo sido significativas as diferenças mínimas significativas (teste de Tukey) de tais médias. Os resultados vistos estão em desacordo com os verificados por HONIG (57), LATHROP (74), KUMAGAWA (69) e

Schwalbe, citado por ALMEIDA (2), uma vez que para os citados pesquisadores é a medula que possui os mais altos teores de pentosanas. Entretanto, em defesa dos resultados verificados pelo autor desta, é preciso que se ressaltem os seguintes pontos:

Tanto KUMAGAWA como SCHWALBE que, a liás, apresentam valores muito aproximados, encontram, de maneira um tanto inexplicável, percentagens mais elevadas de pentosanas na medula (26,3 e 29,2%, respectivamente, para os dois autores citados) e na fibra (26,1% para ambos) do que no bagaço integral (24,5% para ambos) e,

Enquanto HÖNIG encontra 36% e 18% de pentosanas, respectivamente, para a medula e para a fibra, os outros pesquisadores que trataram do assunto, de terminaram valores relativamente próximos para ambas as frações.

Relativamente ao conteúdo de ligninas, ao contrário do que se poderia esperar, a porção medular do bagaço mostrou-se mais rica (23,60%) e a porção fibrosa mais pobre (22,75%), embora o tecido parenquimatoso não seja lignificado. Tal ordem de resultados foi confirmada por HÖNIG (57), KUMAGAWA (69) e Schwalbe, citado por ALMEIDA (2). A contradição, entretanto, talvez possa ser explicada quando se pensa que a fração considerada como medula, especialmente no presente trabalho, foi aquela separada através de peneira. Com as células do tecido parenquimatoso do colmo deve ter passado uma elevada percentagem de segmentos fibrosos da casca. Estes, como se sabe (41), são altamente lignificados. Já se frisou este fato no capítulo desta tese referente a MATERIAL.

Finalmente, a percentagem de cinzas, como indicava a lógica, foi maior (60%) para a medula quando se comparou a média desta com a da fibra. Os

resultados encontrados por CORREA (39), HÖNIG (57), KUMAGAWA (69), LATHROP (74) e Schwalbe, citado por ALMEIDA (2) são confirmados pelos obtidos neste trabalho.

8.2 CONSUMO DE REAGENTES Considerou-se na presente pesquisa o consumo parcelado (em cada fase tecnológica) e total de reagentes relacionado com 100 kg de bagaço tratado e de bagaço integral. Para o caso do consumo total foram levadas em conta as necessidades para a produção de 100 kg de polpa branqueada, enquanto para os consumos parciais, estes foram relacionados com as exigências da fase tecnológica anterior.

ÓXIDO DE SÓDIO TOTAL O consumo de óxido de sódio total para 100 kg de bagaço tratado, considerando-se que o excesso no cozimento não pôde ser determinado, apresentou, em números relativos, uma variação muito pequena, ainda que significativa e comportando uma reta de regressão. De fato, este consumo para as polpas sem medula em sua composição inicial foi, em média, de 10,40kg (13,42 kg de hidróxido) alcançando a 10,47 kg (13,51 kg de hidróxido) naquelas com 30% de medula.

Por outro lado, uma vez que o rendimento em polpa branqueada por cento de bagaço tratado aumentou à medida que percentagens crescentes de medula foram retiradas da matéria prima, observa-se que o consumo total de óxido de sódio para a fabricação de 100 kg de polpa branqueada, cresceu de 18,34 para 20,27kg, quando estiveram em trabalho, respectivamente, bagaço sem e com medula, o que equivale a um aumento de mais ou menos 10% em consumo total de álcali. A variação para os casos intermediários comportou uma

reta de regressão, significativa.

Observa-se, de interessante, que o aumento acima é coincidente com o notado numa pesquisa, cujos resultados foram apresentados à Junta Latinoamericana de Técnicos na Indústria de Papel e Celulose⁽¹²⁾, na qual é estudada a transformação do bagaço em polpa pelo processo da soda. Os valores verificados para consumo total de hidróxido de sódio foram:

24% (correspondente a 18,6% de óxido de sódio) para bagaço sem medula;

27% (correspondente a 20,9% de óxido de sódio) para bagaço com medula.

Para MORGANTI⁽⁸⁶⁾, o consumo médio de hidróxido de sódio no Processo Celdecor-Pomílio, utilizado nas indústrias de sua propriedade, trabalhando com bagaço parcialmente isento de medula, é da ordem de 20 (15,5% de óxido de sódio) a 22% (17,05% de óxido de sódio) sobre a polpa branqueada, seca ao ar. Considerando-se que o teor de umidade da polpa seca ao ar é de, apenas aproximadamente, 10%, os dados assim expostos, estão praticamente de acordo com os verificados pelo autor da presente tese. Também são concordes com os dados apresentados pela Celulose Development Corp. Ltd.⁽⁹⁾ e pelos técnicos da FAO⁽⁷⁾.

Relacionando-se o consumo total de álcali com o peso de bagaço entrado na fábrica, os números médios observados foram, respectivamente, 7,28 % e 10,47% para as polpas branqueadas, fabricadas de fibra e para as manufaturadas de bagaço integral. Também, aqui, a variação devida a tratamentos (crescentes percentagens de medula na matéria prima em processamento), comportou um componente linear, significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Em todos os 3 casos discutidos até aqui - consumo de álcali por cento de bagaço tratado, consumo de álcali por cento de polpa branqueada e consumo de álcali por cento de bagaço completo - houve variação significativa entre as amostras equivalentes dos diversos fardos, sendo que tanto para o bagaço tratado como para o integral, os níveis de probabilidades das variações foram de 5%, enquanto para a polpa branqueada atingiram a 1%.

Uma análise mais detalhada das parcelas componentes do consumo total de álcali, notadas em cada fase tecnológica da fabricação, pode ser assim resumida:

ÓXIDO DE SÓDIO, NO COZIMENTO, O consumo de
POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO óxido de sódio,
no cozimento,
por cento de bagaço tratado, foi constante e igual a
9,69% em todas as amostras de cada fardo e em todos
os fardos.

ÓXIDO DE SÓDIO, NO COZIMENTO, O consumo de
POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL óxido de sódio,
no cozimento,
por cento de bagaço integral, acha-se resumido, nos
meros dados em seqüência:

- 6,78% para o bagaço sem medula;
- 7,51% para o bagaço com 7,5% de medula;
- 8,23% para o bagaço com 15,0% de medula;
- 8,96% para o bagaço com 22,5% de medula e
- 9,69% para o bagaço completo.

As amostras equivalentes dos diferentes fardos tiveram um consumo constante.

ÓXIDO DE SÓDIO, NO COZIMENTO, POR CENTO DE CELULOSE FINAL

O consumo de óxido de sódio, no cozimento, por cento de celulose final, foi de 17,08% para o bagaço sem medula e de 18,77% para o bagaço integral. Os casos intermediários comportaram uma reta significativa ao nível de 0,1% de probabilidade e com um coeficiente angular positivo e igual a 0,059. A variação entre fardos foi significativa e ao nível de 1% de probabilidade.

ÓXIDO DE SÓDIO, NA PRIMEIRA LAVAGEM ALCALINA, POR CENTO DE SEMI-POLPA BRUTA

O consumo de óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de semi-polpa bruta foi de 0,87% e de 1,04%, respectivamente, para o bagaço sem medula e para o bagaço integral. A variação para as amostras contendo crescentes percentagens de medula comportou uma reta de regressão, significativa (0,1%), enquanto o efeito de fardos também foi significativo, porém, ao nível de 5% de probabilidade.

ÓXIDO DE SÓDIO, NA PRIMEIRA LAVAGEM ALCALINA, POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO

O consumo de óxido de sódio, na primeira lavagem alcalina, por cento de bagaço tratado, foi de 0,56% e de 0,62% para o bagaço sem e com medula, respectivamente. Também aqui a variação devida a tratamentos comportou uma reta de regressão, enquanto nas amostras equivalentes dos diversos fardos a variação foi apenas casual.

ÓXIDO DE SÓDIO, NA PRIMEIRA LAVAGEM ALCALINA, POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL

O consumo de óxido de sódio na primeira lavagem alcalina, por cento de bagaço integral, foi de 0,39% a 0,62% para os extremos (bagaço sem medula e bagaço completo), comportando, a variação devida a tratamentos, uma reta de regressão. A variação entre fardos foi casual.

ÓXIDO DE SÓDIO, NA SEGUNDA LAVAGEM ALCALINA, POR CENTO DE SEMI-POLPA DEPURADA

O consumo de óxido de sódio na segunda lavagem alcalina, por cento de semi-polpa depurada, foi de 0,27% e de 0,30% para os dois extremos, comportando, a variação entre as amostras intermediárias, uma reta de regressão. A variação devida a fardos foi também significativa (0,1%).

ÓXIDO DE SÓDIO, NA SEGUNDA LAVAGEM ALCALINA, POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO

O consumo de óxido de sódio na segunda lavagem alcalina, por cento de bagaço tratado, foi de 0,16% tanto para o bagaço sem medula como para o bagaço completo. A variação devida a tratamentos foi casual; a devida a fardos foi significativa ao nível de 0,1% de probabilidade.

ÓXIDO DE SÓDIO, NA SEGUNDA LAVAGEM ALCALINA, POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL

O consumo de óxido de sódio na segunda lavagem alcalina, por cento de bagaço integral, foi de 0,11% e de 0,16%

para as polpas manufaturadas com bagaço sem e com medula, respectivamente. Percentagens crescentes de medula exigiram aumento no consumo de reagente, de acôrdo com uma reta de regressão. Também a variação devida a fardos foi significativa.

COLORO TOTAL Ao contrário do que ocorreu com o consumo de álcali, quando se considerou, na prática, simplesmente a percentagem de matéria prima em processamento (bagaço tratado), verificou-se que a exigência de cloro total cresceu com o aumento do teor de medula. De fato, para 100 kg de bagaço tratado, o consumo total de cloro foi de 4,47 kg quando este bagaço estava livre de medula e de 5,76 kg quando se trabalhava sem efetuar a sua retirada, o que equivale a um aumento no consumo de mais ou menos 28%. Ficou estabelecido, também, que percentagem crescente de medula exige um aumento no consumo de cloro total de acôrdo com uma reta, cujo coeficiente angular é positivo e igual a 0,033.

Quando idênticas considerações são feitas levando-se em conta o consumo para 100 kg de polpa branqueada e para 100 kg de bagaço completo, observam-se aumentos equivalentes a 33% (8,37 e 11,16) e 73% (3,32 e 5,76), respectivamente. As variações devidas ao efeito de tratamentos, para ambos os casos, comportaram equações de regressão do primeiro grau. Por outro lado, as variações devidas ao efeito de fardos foram sempre significativas.

A análise pormenorizada do que acaba de ser dito pode ser verificada na exposição que será dada a seguir.

COLORO GASOSO, NO TRATAMENTO DA SEMI-POLPA BRUTA, POR CEMTO DE SEMI-POLPA BRUTA Para as polpas as polpas manufaturadas de bagaço sem e com medula, os valores representativos de consumo de cloro foram, respectivamente, 6,82% e 8,59%, o que equivale a um aumento de 26%. As exigências crescentes

de cloro com o aumento das percentagens de medula es tiveram de acôrdo com um componente linear. Também a variação devida a fardos foi significativa(0,1%).

COLORO GASOSO, NO TRATAMENTO DA SEMI-POLPA BRUTA, POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO Um aumento de 1,7% no consumo de cloro gasoso foi determinado quando se compararam as médias necessárias para as polpas manufaturadas de fibra (4,34%) com aquelas oriundas de bagaço completo (5,10%). Uma reta de regressão foi comportada pela variação devida às crescentes percentagens de medula. A variação devida a fardos também foi significativa (0,1 %).

COLORO GASOSO, NO TRATAMENTO DA SEMI-POLPA BRUTA, POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL Fibra e bagaço completo exigiram, pela ordem, 3,04 % e 5,10 % de cloro gasoso. A variação devida ao efeito de tratamentos comportou uma reta de regressão, tendo sido significativa, também, a variação pelo efeito de fardos, ao nível de 0,1% de probabilidade.

As crescentes exigências de cloro gasoso correlacionadas com o aumento da percentagem de medula encontram uma explicação razoável no fato deste cloro possuir uma grande afinidade pelas ligninas presentes e, como já se viu, quando da discussão da composição do bagaço, é justamente a chamada fração medular que contém as mais elevadas percentagens deste composto.

COLORO, DA ÁGUA DE CLORO, NO TRATAMENTO DA SEMI-POLPA DEPURADA, POR CENTO DE SEMI-POLPA DEPURADA Os valores, como vêm sendo apresentados até aqui, foram 0,48% e 0,79%,

respectivamente. Também, foi obtido um componente linear para expressar o aumento de consumo de cloro.

Por sua vez, a variação devida a fardos continuou significativa, ao nível de 0,1% de probabilidade.

COLORO, DA ÁGUA DE CLORO, NO TRATAMENTO DA SEMI-POLPA DEPURADA, POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO

Os valores médios observados para a fibra e para o bagaço completo foram 0,28

% e 0,42%, respectivamente. Portanto, houve um aumento no consumo de cloro equivalente a 50%, na primeira fase do branqueamento, devido a presença da medula. O aumento no consumo, para os casos intermediários, pôde ser acompanhado por uma reta de regressão. Houve, também, variação significativa, como consequência do efeito de fardos.

COLORO, DA ÁGUA DE CLORO, NO TRATAMENTO DA SEMI-POLPA DEPURADA, POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL

Para a fibra e para o bagaço completo, os números médios representativos

do consumo de cloro, da água de cloro, foram, pela ordem, 0,19% e 0,42%. O aumento no consumo, pôde ser expresso por uma equação de regressão do primeiro grau. Houve variação significativa para o efeito de fardos.

COLORO, DO HIPOCLORITO DE CÁLCIO, NO TRATAMENTO DA POLPA NÃO BRANQUEADA

Para a fibra e para o bagaço completo as médias de consumo, verificadas foram 0,22% e 0,46%, respectivamente. A variação devida a tratamentos comportou uma reta de regressão. O efeito para fardos foi simplesmente casual.

CORO, DO HIPOCLORITO DE CÁLCIO, NO TRATAMENTO DA POLPA NÃO BRANQUEADA, POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO

O aumento no consumo de cloro, do hipoclorito, quando são comparadas as médias para a fibra e para o bagaço completo, foi de 84% (0,13% e 0,24%), tendo-se um componente linear para expressar esse aumento de consumo, para os casos intermediários. A variação devida ao efeito de fardos não se fez sentir de maneira significativa.

CORO, DO HIPOCLORITO DE CÁLCIO, NO TRATAMENTO DA POLPA NÃO BRANQUEADA, POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL

As exigências para a fibra e para o bagaço completo foram 0,09% e 0,24%, respectivamente. Uma reta, com coeficiente angular positivo, pode expressar as exigências de cloro, do hipoclorito, para as percentagens crescentes de medula. A variação devida ao efeito de fardos foi casual.

Verifica-se que, no branqueamento, o consumo de cloro cresceu, também, com o aumento da percentagem de medula presente, o que facilmente pode ser explicado pelo seu alto teor de cinzas (10-29-72).

Efetando-se, agora, um retrospecto dos dados observados na revisão da literatura, relativo ao consumo de cloro, verifica-se que há uma certa discrepância entre os mesmos. Assim, para a Cellulose Development Corp. Ltd. (9), o consumo de cloro total, por cento de polpa branqueada, quando se trabalha pelo processo Pomílio, com bagaço parcialmente limpo de medula é de 8,5 kg, o que está de acordo com o observado na presente pesquisa. Entretanto, para MORGANTI (86), ainda para o processo Pomílio, as exigências são de ordem de 17,5 a 19,5%. Isto representa

um consumo excessivamente elevado, superior mesmo àquele apresentado pelos técnicos da FAO ⁽⁷⁾ que seria de 14,5 a 16,5% (13 a 15% para o tratamento da semi-polpa e 1,5% para o branqueamento). É possível que, segundo as restrições de HINRICHS ⁽⁵¹⁾, para o processo Pomílio, a produção simultânea de cloro e de hidróxido na própria fábrica, a partir da hidrólise do clorato de sódio, em proporções não adequadas, seja a responsável por esse fato. Aqui, sempre há um excesso de cloro.

Por outro lado, quando na presente pesquisa foram necessários de 0,7 a 1,25 kg de cloro total para o branqueamento por cento de polpa, alguns técnicos ⁽⁷⁾ recomendam 1,5 kg.

Finalmente, considerando ainda o problema sob o aspecto do aumento de consumo de reagente no branqueamento, por influência de crescentes percentagens de medula, verifica-se que, em certos casos ⁽²⁹⁾, quando se usa bagaço integral, as necessidades de agente branqueador (processo sulfito) são de ordem de 30% em relação ao peso de polpa. Com a eliminação da medula, o consumo de reativo diminui rapidamente, caindo para 5% quando se trabalha somente com fibra.

8.3 **CONTRÔLE DAS FASES TECNOLÓGICAS** Os valores médios verificados para os índices de permanganato em cada uma das fases em que esta determinação foi realizada, mostraram sempre a influência prejudicial da medula. De fato, na semi-polpa bruta, os valores médios dos índices de permanganato foram, 16,6 e 18,6 quando se trabalhou, respectivamente, com fibra e com bagaço completo. Percentagens crescentes de medula indicaram uma variação capaz de comportar uma reta, cujo coeficiente angular foi positivo e igual

a 0,061. Fato idêntico foi observado para a semi-polpa depurada. Os valores extremos foram 2,7 e 3,6, sendo o coeficiente de regressão igual a 0,027. Também para a polpa não branqueada, foi anotado o mesmo efeito. Neste caso, os valores médios observados para as polpas não branqueadas, manufaturadas de fibra, foram iguais a 1,1. Para as provenientes de bagaço integral a média foi de 1,7. O coeficiente angular da reta foi igual a 0,017.

Em todos os casos o efeito de fardos mostrou uma variação significativa ao nível de 0,1% de probabilidade.

KELLER ⁽⁶⁴⁾, trabalhando sob determinadas e constantes condições de cozimento, diferentes daquelas utilizadas neste trabalho, conseguiu uma série de dados que, embora muito dissemelhantes daqueles aqui obtidos, indicaram o efeito prejudicial da medula, como se poderá ver a seguir:

Índice de permanganato da semi-polpa proveniente de bagaço separado da medula por duas operações de limpeza (a seco e a úmido): 6,10;

Índice de permanganato da semi-polpa proveniente de bagaço separado da medula por apenas uma operação de limpeza (a seco): 7,10;

Índice de permanganato da semi-polpa proveniente de bagaço integral: 7,25.

8.4 RENDIMENTO Como se tem feito até aqui, nesta discussão, tanto o rendimento em polpa, obtido em cada uma das fases do processo tecnológico como o total foi relacionado com o chamado bagaço tratado e com o bagaço integral.

SEMI - POLPA BRUTA, POR Quando a semi-polpa
CENTO DE BAGAÇO TRATADO pa bruta era obtida
de fibra não acom
panhada de medula, o rendimento médio observado foi
de 63,63%, tendo sido de 59,43% quando a matéria pri
ma utilizada era o bagaço completo (70% de fibra e 30%
de medula). Verificou-se, também, que quando percen
tagem crescente de medula acompanhava a fibra, o ren
dimento caia segundo uma reta, cujo coeficiente angu
lar era igual a -0,161. A variação devida ao efeito de
fardos foi significativa ao nível de 1% de probabilidade.

SEMI - POLPA BRUTA, POR Tomando-se, po
CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL rém, em conta, o
pêso de bagaço to
tal, para se conseguir cada uma das amostras, infere
-se que o rendimento cresceu com o aumento de medu
la, segundo uma reta, cujo coeficiente angular foi i
gual a 0,482. Os rendimentos médios para os extre
mos foram: 44,54% (fibra) e 59,43% (bagaço comple
to). O efeito de fardos, como no caso anterior, indi
cou uma variação significativa, porém, a um nível de
0,1% de probabilidade.

SEMI - POLPA NÃO DEPURADA, POR Ainda que
CENTO DE SEMI - POLPA BRUTA o rendi
mento mé
dio fôsse maior para as semi-polpas provenientes de
bagaço sem medula - 91,54% para fibra e 90,21% para
o bagaço completo - a análise estatística mostrou não
ser significativa, a variação pelo efeito de tratamentos
(percentagens diferentes de medula). Também a varia
ção devida à diferenças de fardos foi, simplesmente,
casual.

SEMI-POLPA NÃO DEPURADA POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO Os valores médios verificados para as semi-polpas provenientes de bagaços sem e com medula foram 58,21 % e 53,63 %, respectivamente. O decréscimo de rendimento apresentou correlação significativa com o aumento da percentagem de medula no material em experimentação, decréscimo este que comportou uma reta cujo coeficiente angular foi negativo e igual a -0,165.

SEMI-POLPA NÃO DEPURADA POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL Os valores médios observados em relação ao bagaço integral foram 40,75 % e 53,63% quando as semi-polpas eram obtidas, respectivamente, de fibra e de bagaço completo. Um componente linear pôde expressar o aumento para os casos intermédios, isto é, para os valores médios provenientes das semi-polpas manufaturadas com crescentes percentagens de medula. O coeficiente angular da reta foi, portanto, positivo e igual a 0,421.

Tanto na *semi-polpa não depurada, por cento de semi-polpa bruta*, como na *semi-polpa não depurada, por cento de bagaço tratado*, como ainda na *semi-polpa não depurada, por cento de bagaço integral*, a variação pelo efeito de fardos foi significativa ao nível de 0,1 % de probabilidade.

REJEITOS POR CENTO DE SEMI-POLPA NÃO DEPURADA Praticamente e também à luz da análise estatística, não houve diferença entre os teores médios de rejeitos retirados das diferentes semi-polpas, tendo sido os valores observados: 0,57 % para as amostras provenientes de fibra pura e 0,59 % para as de bagaço completo.

REJEITOS POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO Valem para êste item as considerações efetuadas ao anterior. Os números médios observados, para as amostras obtidas de bagaço sem e com medula, foram, pela ordem: 0,33 % e 0,32 %.

REJEITOS POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL: As percentagens médias de rejeitos por cento de bagaço integral, retiradas das semi-polpas fabricadas com bagaço sem e com medula foram 0,23 % e 0,32 %, respectivamente. Um componente linear significativo ao nível de 5 % de probabilidade pôde expressar o aumento de rejeitos em correlação com o aumento de medula das amostras intermediárias.

Em todos os três casos estudados, relativos a REJEITOS, a variação devida ao efeito de fardos se fez sentir de maneira significativa ao nível de 0,1 % de probabilidade.

SEMI-POLPA DEPURADA POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO Retiradas cada vez maiores de medula, das amostras em trabalho, fizeram com que os rendimentos médios das semi-polpas depuradas por cento de bagaço tratado, aumentassem segundo uma equação de primeiro grau, cujos pontos extremos foram 57,88% (fibra) e 53,31 % (bagaço completo).

SEMI-POLPA DEPURADA POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL: Correlacionando-se o bagaço integral com as semi-polpas depuradas, obtidas de amostras manuseadas com crescentes percentagens de

medula, verifica-se que o rendimento aumentou segundo um componente linear de coeficiente de regressão igual a 0,418. O rendimento médio, neste caso, foi de 40,52 % para as amostras trabalhadas a partir de fibra pura e de 53,31 % para as oriundas de bagaço completo.

As variações devidas ao efeito de fardos, tanto para a semi-polpa depurada por cento de bagaço tratado, como para a semi-polpa depurada por cento de bagaço integral, foram significativas ao nível de 0,1 % de probabilidade.

POLPA NÃO BRANQUEADA POR CENTO DE SEMI-POLPA DEPURADA: Tanto o efeito de tratamentos - diferentes percentagens de medula - , como o de blocos - diferentes fardos - , foram casuais, sendo que os rendimentos médios observados, pela ordem, para o bagaço sem e com medula foram: 98,57% e 98,30%.

POLPA NÃO BRANQUEADA POR CENTO DE BAGAÇO TRATADO: O rendimento médio em polpas não branqueadas, por cento de bagaço tratado, foi de 57,05% para as amostras provenientes de fibra pura, e de 52,42% para as de bagaço completo. Percentagens crescentes de medula indicaram um decréscimo no rendimento médio, decréscimo este que pôde ser traduzido por uma reta cujo coeficiente angular foi negativo igual a -0,166. A variação ocasionada pelo efeito de fardos foi significativa ao nível de 1% de probabilidade.

POLPA NÃO BRANQUEADA POR CIENTO DE BAGAÇO INTEGRAL

Os números médios representativos dos rendimentos em estudo, para bagaço sem e com medula, foram 39,93% e 52,42%, respectivamente. Uma reta, cujo coeficiente angular foi positivo e igual a 0,409, traduziu o efeito do aumento da percentagem de medula, nas diversas amostras em processo. Também houve efeito significativo (1%) de vido à variação de fardos.

POLPA BRANQUEADA POR CIENTO DE POLPA NÃO BRANQUEADA:

O rendimento médio em polpa final

por cento de polpa não branqueada apresentou uma diferença relativamente pequena para as amostras provenientes de fibra pura e de bagaço completo. De fato, o rendimento médio para as amostras provenientes de fibra pura foi de 99,48%, tendo sido de 98,67% para as de bagaço integral. Apesar disso, a análise estatística dos dados indicou que percentagem crescente de medula, prejudica o rendimento médio. Este decresceu segundo uma reta, cujo coeficiente angular foi negativo e igual a -0,027. O efeito de fardos mostrou-se, também, significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

POLPA BRANQUEADA POR CIENTO DE BAGAÇO TRATADO

O rendimento médio em polpa bran

queada final por cento de bagaço tratado, segundo as diversas percentagens de medula utilizadas é dado no Quadro 70, exposto em seqüência.

Quadro 70 Rendimento médio em polpa branqueada final, por cento de bagaço tratado, em função da percentagem de medula utilizada.

% Fibra	% Medula	Rendimentos
100,0	0,0	56,75 %
92,5	7,5	57,09 %
85,0	15,0	54,30 %
77,5	22,5	53,68 %
70,0	30,0	51,89 %

O decréscimo em rendimento médio, como consequência do aumento da percentagem de medula, foi expresso por uma reta, cujo coeficiente angular foi negativo e igual a $-0,175$.

Do exposto, verifica-se que para a obtenção teórica de 100 kg de polpa branqueada seca, foram necessários, pela ordem, 176,2; 175,2; 184,2; 186,3 e 192,7 kg de bagaço tratado, quando as amostras em processo continham: 0,0; 7,5; 15,0; 22,5 e 30,0% de medula.

POLPA BRANQUEADA POR CENTO DE BAGAÇO INTEGRAL Considerando-se o rendimento em polpa final por cento de bagaço integral, verificou-se que, quando se trabalhava com fibra pura, a média era de 39,73% tendo sido de 51,89% quando o ensaio era realizado com bagaço completo. Uma reta de regressão (coeficiente igual a 0,397) traduziu o efeito do aumento verificado quando percentagem crescente de medula foi empregada.

00- 3-14
Bago 27

para a produção teórica de 100 kg de polpa branqueada; 251,7; 226,3; 216,9; 201,4 e 192,7 kg de bagaço integral, quando as amostras continham, respectivamente: 0,0 (fibra pura); 7,5; 15,0; 22,5 e 30,0% (bagaço completo) de medula.

Tanto para a polpa branqueada por cento de bagaço tratado, como para a polpa branqueada por cento de bagaço integral, as variações devidas a fardos foram significativas ao nível de 1% de probabilidade.

Da comparação dos resultados obtidos no presente trabalho com os existentes na literatura consultada, resulta uma série de observações das quais a principal a ressaltar é a de que o rendimento em polpa varia com inúmeros fatores. Dentre eles, devem ser estudados:

NATUREZA DO BAGAÇO Inicialmente, para demonstrar que o rendimento em polpa varia em função da natureza do bagaço (variedade de cana-de-açúcar, região açucareira, intensidade de extração de caldo na usina de açúcar, tempo e estado de conservação do fardo, etc.), é suficiente que se considerem aqui os resultados conseguidos nos ensaios constantes deste próprio trabalho, em que o efeito de fardos mostrou, por via de regra, variações significativas. Por outro lado, **ONO** ⁽⁹¹⁾ e **NOLAN** ⁽⁹⁰⁾, trabalhando por processos semelhantes, porém, em regiões açucareiras diversas, conseguiram rendimentos em polpas branqueadas por cento de fibra, respectivamente de: 50,1% e 60-63%. Confirmam esta observação os resultados verificados em outros trabalhos (7-10-86-118) nos quais, para o processo Celdecor-Pomílio, o rendimento em polpa branqueada por cento de fibra variou de 45% a 52%.

FINALIDADE DA POLPA É claro que o rendimento em polpa não branqueada ou, simplesmente, em semi-polpa para papelão é maior do que o obtido para papéis finos, de alta qualidade, mantidas idênticas as outras condições. Apenas com a finalidade de objetivar o que acaba de ser dito, podem ser lembrados aqui os resultados obtidos na presente pesquisa ou os condensados em alguns trabalhos da FAO (7-10).

PROCESSOS UTILIZADOS NA TRANSFORMAÇÃO Os diversos processos de trabalho empregados na transformação do bagaço em polpa, pela própria natureza dos diferentes reagentes utilizados, e, ainda, pela diversidade de condições de trabalho (temperatura, pressão, etc.) dão, em resultado, polpas de composições completamente distintas. Portanto, fica claro que o rendimento em polpa será função dos processos de trabalhos utilizados. Ainda, para objetivar, como se fez no item anterior, é mais do que suficiente citar aqui os resultados apresentados, naqueles mesmos trabalhos da FAO (7-10).

NATUREZA DO PREPARO DO BAGAÇO Sem dúvida alguma, um dos fatores que mais pesa na diversidade de rendimentos, mantidos constantes os demais, é a natureza do preparo do bagaço. Aliás, uma das finalidades deste trabalho foi justamente procurar equacionar este efeito, o que, em grande parte, foi conseguido para o processo utilizado. Para tornar ainda mais patente este efeito, basta que se verifiquem os resultados devidos a KELLER (64) e a ATCHISON (29). Para o primeiro (64), os rendimentos em polpas branqueadas por cento de bagaço tratado foram: 44,77%; 52,45% e 55,85%,

respectivamente, para o bagaço integral, para o bagaço que sofreu separação da medula por via seca e para o bagaço que foi limpo da medula por vias seca e úmida. Para o segundo ⁽²⁹⁾, os rendimentos foram os anotados no Quadro 71.

Quadro 71 Rendimento em polpa branqueada em função da natureza do preparo do bagaço (ATCHISON ²⁹).

Materia prima	Rendimentos em polpa branqueada
Bagaço integral	36%
Bagaço menos 10% de medula	47%
Bagaço menos 20% de medula	52%
Bagaço menos 30% de medula	52%

Finalmente, para encerrar esta discussão relativa a rendimento é preciso que sejam comentados os resultados conseguidos nos laboratórios de investigações da "Celulosa Argentina S/A" ⁽¹²⁾. Tais resultados ressaltam que o rendimento em polpa, conseqüido a partir de fibra e de bagaço integral, quando correlacionado com o peso de bagaço original, é favorável a não retirada da medula desta matéria prima. Este fato, de grande alcance econômico, muito bem confirmado no presente trabalho e até com diferenças mais notáveis - 39,73% para 51,89% -, sem dúvida, também foi considerado pelos autores que recomendam a retirada da medula do bagaço na fabricação de polpas para papéis de fina qualidade. E, tanto isto é verdade, que recomendam a utilização da medula separada para outras finalidades de remuneração econômica eqüivalente

(1-23-71-72-87-107-115). Ademais, é preciso que se verifique se este aumento de rendimento paga, com algumas sobras, as dificuldades que se originarão no processo tecnológico, o maior consumo de reagentes e a diminuição da qualidade do papel. Os resultados conseguidos neste trabalho colocam em evidência as vantagens e os inconvenientes da retirada parcial ou total da medula do bagaço. Aos interessados, de acordo com essas vantagens e com esses inconvenientes e, ainda, em função do fim a que tenham em vista, caberá a escolha da maneira de agir para satisfazer melhor suas condições técnico - econômicas.

8.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DA CELULOSE FINAL O estudo estatístico dos valores médios obtidos na análise da celulose, para todos os componentes em observação, revelou sempre efeito significativo para tratamentos, isto é, para o efeito da presença de crescentes percentagens de medula nas amostras. Entretanto, é preciso que fique bem claro que, se as diferenças foram significativas, isto não quer dizer que tenham sido excessivamente grandes, dirigindo a atenção do pesquisador para um determinado ponto.

Também, para o efeito de blocos (fardos), exceto para o Índice de Cobre, a variação foi sempre significativa.

A exposição que se fará a seguir, pormenorizando os resultados obtidos, esclarecerá o que acaba de ser dito.

EXTRATIVOS SOLÚVEIS EM HIDRÓXIDO DE SÓDIO A UM POR CENTO	O conteúdo de materiais solúveis em hidróxido de sódio a um por cento cresceu à
--	---

medida que as polpas foram obtidas de amostras contendo mais elevadas percentagens de medula. Esse aumento foi expresso por uma equação de primeiro grau. Os valores médios, para as polpas obtidas de fibra e para aquelas originadas de bagaço integral, foram, respectivamente, 5,61 e 6,99 %.

EXTRATIVOS SOLÚVEIS EM ÁLCOOL-ÉTER O teor de resinas cresceu de maneira significativa ao nível de 0,1% de probabilidade, nas polpas obtidas de amostras contendo crescentes quantidades de medula. Os números médios observados foram 0,50% e 0,66%, respectivamente, para as polpas provenientes de bagaço sem e com medula. Uma reta, com coeficiente angular igual a 0,0049 pôde ser obtida para traduzir o efeito da correlação medula-resinas.

Verifica-se, do exposto, que o aumento no teor de resinas quando se trabalha com bagaço sem medula e com bagaço integral é da ordem de 32%. Esse aumento que em valor absoluto, é numericamente pequeno - 0,50% para 0,66% - , parece ter, entretanto, um efeito muito grande na qualidade das polpas, especialmente no que diz respeito à aderência destas nos rolos da máquina de papel. Fica, assim, explicada a observação de alguns autores (10-11) que trataram do assunto. Alias, na Fábrica de Celulose e Papel Morganti, o autor do presente trabalho teve oportunidade de verificar que, em algumas ocasiões, as polpas, embora recebessem um teor constante de enchimento da mesma qualidade e procedência, tinham maior tendência a aderir nos rolos da máquina de papel. O exame deste material aderido revelava sempre elevada percentagem de extrativos solúveis em álcool-éter.

ALFA - CELULOSE Confirmando as análises efetuadas para extrativos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento, verificou-se que o teor de alfa-celulose diminui com o aumento das percentagens de medula nas amostras em processo. De fato, ficou constatado que as polpas provenientes de amostras de bagaço sem medula apresentavam um teor médio de 80,47% de alfa-celulose, enquanto as de bagaço integral continham 78,48%. Também, aqui, o decréscimo na percentagem de alfa-celulose correlacionado com o aumento de medula pôde ser expresso por uma reta, cujo coeficiente angular foi negativo e igual a -0,060.

PENTOSANAS Embora a análise da matéria prima houvesse revelado percentagem mais elevada de pentosanas na fibra do que no bagaço integral, as polpas respectivas mostraram justamente o inverso, isto é, o teor médio de pentosanas para polpas provenientes de bagaço sem medula e de bagaço integral foi, pela ordem: 29,58% e 30,89%.

Êste fato, à primeira vista contraditório, tal vez possa ser explicado pelas considerações seguintes:

- a medula, pela sua própria constituição física e morfológica, exige, na sua transformação em polpa, um consumo maior de reativos (7-10-11-28-29-46-64-74-79) do que a fibra;
- os processos alcalinos - como o Celdecor-Pomílio utilizado neste trabalho - , têm efeito pouco acentuado sobre o teor de pentosanas⁽⁷⁾.

Supondo, portanto, que o conteúdo de pentosanas, tanto da fibra como da medula, seja relativamente pouco alterado no processamento tecnológico e, supondo, ainda, que haja uma retirada percentual maior dos

cutros constituintes da medula do que da fibra, fica explicada a aparente contradição.

Por outro lado, verifica-se que, em qualquer dos tipos de amostras, o teor de pentosanas é muito e levado, o que está em perfeito acôrdo com as observações de STEN ⁽¹⁰²⁾.

LIGNINAS O conteúdo de ligninas nas diversas amostras finais foi sempre muito baixo, tendo sido a média igual a 0,21% para as provenientes de fibra e de 0,35% para as de bagaço integral. Houve correlação significativa entre a percentagem média de ligninas e o teor de medula presente, fato que pôde ser expresso por uma reta com um coeficiente angular positivo e igual a 0,0041.

CINZAS Também a percentagem de cinzas das polpas aumentou de maneira significativa com as crescentes percentagens de medula das amostras de bagaço utilizadas nas respectivas confecções. Esse aumento pôde ser expresso por uma reta, cujos extremos foram representados por 0,26% e por 0,38%. O aumento, portanto, na percentagem de cinzas, quando se comparou polpa de fibra e polpa de bagaço integral foi da ordem de 46%.

ÍNDICE DE COBRE O grau de degradação das polpas, indicado pelo Índice de Cobre, mostrou que crescentes percentagens de medula influem desfavoravelmente na qualidade do produto final. Nas polpas provenientes de bagaço sem e com medula, 0,67 e 0,85 foram os índices médios, respectivos, encontrados. Para os casos intermediários, o aumento pôde ser expresso por uma reta de regressão, de coeficiente angular positivo e igual a 0,0063.

8.6 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DA CELULOSE FINAL Manter-se-á na discussão dos resultados obtidos para as características físicas da celulose final, a mesma ordem de apresentação, até agora eleita.

8.6.1 CLASSIFICAÇÃO DE FIBRAS Como se esperava, a retirada de medula do bagaço mostrou um aumento na percentagem de fibras de maior comprimento na celulose preparada e uma queda no teor de fibras menores, o que está de pleno acôrdo com os trabalhos de HÖNIG (57) e de KELLER (64). É interessante ressaltar-se que, embora os resultados obtidos no presente trabalho, em números absolutos, sejam diferentes daqueles verificados por KELLER (64), são concordes em que uma retirada maior ou menor de medula do bagaço pouco afeta, na celulose respectiva, o teor de fibras ditas curtas (fibras retidas em peneira de 48 ou de 50 malhas por polegada linear), ficando alterada a percentagem de fibras longas (14 malhas), médias (28 ou 30 malhas), muito curtas (100 malhas) e fibrilas (perdas através da peneira de 100 malhas).

No caso particular dos resultados aqui obtidos, considerando-se as amostras de celulosas conseguidas a partir de: 100,0% de fibra com 0,0% de medula, 92,5% de fibra com 7,5% de medula, 85,0% de fibra com 15,0% de medula, 77,5% de fibra com 22,5% de medula e 70,0% de fibra com 30,0% de medula, foi verificado que:

FIBRAS LONGAS A percentagem média de fibras longas (fibras retidas em peneira de 14 malhas por polegada linear) decresceu com o

aumento do teor de medula segundo uma reta de regressão, cujo coeficiente angular foi negativo e igual a $-0,054$, tendo sido encontradas, pela ordem, as seguintes médias $3,1\%$, $2,7\%$, $2,3\%$, $1,8\%$ e $1,5\%$. A diferença, como se vê, entre os extremos (celuloses manufaturadas com bagaço sem e com medula, respectivamente), foi da ordem de 100% . O efeito da variação dos diferentes fardos também foi significativo ao nível de $0,1\%$ de probabilidade.

FIBRAS MÉDIAS A percentagem média de fibras médias, retidas em peneira de 28 malhas, também decresceu com o aumento do teor de medula (reta, com coeficiente angular negativo e igual a $-0,199$), tendo sido as médias: $26,0\%$, $24,7\%$, $23,4\%$, $21,5\%$ e $20,1\%$, com uma diferença, portanto, entre os dois extremos de, aproximadamente, 30% . O efeito da variação devida a fardos também foi significativo ao nível de 1% de probabilidade.

FIBRAS CURTAS A percentagem média de fibras curtas não foi afetada pelo tratamento e, as médias encontradas, foram respectivamente: $32,7\%$, $32,9\%$, $31,7\%$, $32,5\%$ e $31,8\%$. O efeito da variação entre fardos foi significativo apenas ao nível de 5% de probabilidade, o que vem uma vez mais demonstrar que a percentagem de fibras curtas é pouco afetada por diferentes tratamentos.

FIBRAS MUITO CURTAS A proporção média de fibras muito curtas cresceu com o aumento de teor de medula, segundo uma reta, cujo coeficiente angular foi igual a $0,111$. As médias encontradas foram: $26,1\%$, $26,4\%$, $27,6\%$, $28,2\%$ e $29,3\%$, sendo a diferença percentual entre os extremos,

da ordem de 10%. A variação devida ao efeito de fardos foi significativa ao nível de 0,1% de probabilidade.

FIBRILAS A percentagem média de fibrilas cresceu com o aumento do teor de medula, segundo um componente linear de coeficiente de regressão igual a 0,171. As médias obtidas foram 12,2%, 13,3%, 15,0%, 15,9% e 17,2%, com uma diferença, portanto, entre os extremos, da ordem de 40%. Também, aqui, o efeito da variação devida a fardos foi significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

8.6.2 **GRAUS SCHOPPER-RIEGLER(S. R.)** Segundo Gierts, citado por WATSON (113), polpas ricas de hemiceluloses, em função da natureza amorfa destas substâncias hidratam-se com facilidade na refinação. Considerando-se que, para os chamados resíduos agrícolas, nos quais o bagaço de cana-de-açúcar está incluído, o conteúdo de hemiceluloses é dado, praticamente, pelo teor de pentosanas (7-10) e, considerando-se, ainda, que a percentagem destas substâncias é muito elevada nas polpas provenientes desta matéria prima, como já se verificou neste trabalho, confirmando as observações de ARONOWSKY (21), ficam esclarecidos, de início, os números relativamente elevados encontrados para os graus S. R. obtidos. Um exame desses dados revela que existiram correlações positivas, e não casuais entre:

- tempo de refinação e graus S. R., nas amostras de igual composição inicial, relativamente ao teor de medula;
- teor crescente de medula e graus S. R., para um tempo constante de refinação.

Relativamente à primeira correlação - tempo de refinação e graus S. R. - os dados se mostraram de perfeito acôrdo com as observações de CORTE (40), de que o grau de hidratação cresce rapidamente no início da defibração para depois atingir um valor praticamente constante, à medida que a refinação continua.

Por outro lado, verificou-se que o grau de hidratação para um tempo constante de refinação, cresceu com o aumento da percentagem de fibras de menor comprimento, o que é perfeitamente compreensível, uma vez que estas apresentam uma maior superfície relativa.

Pormenorizando o que acaba de ser exposto, verifica-se que:

- as amostras contendo igual percentagem de medula apresentaram graus de hidratação que cresceram, rapidamente, no início da refinação. À medida que esta continuou, a intensidade do aumento do grau de hidratação diminuiu até atingir um patamar. O fenômeno sempre pôde ser expresso por uma equação de segundo grau, devendo aqui ser ressaltados:
- os valores máximos dos graus S. R. foram crescentes à medida que as amostras provieram de matéria prima contendo maiores percentagens de medula;
- êsses valores máximos foram alcançados mais rapidamente para as amostras mais ricas de medula;
- para um mesmo tempo de refinação, o grau de hidratação cresceu com o aumento da percentagem de medula, segundo um componente linear, cujo coeficiente angular aproximou-se

do valor 0,4;

- os efeitos das variações devidas a blocos - diferentes fardos - foram significativos ao nível de 0,1% de probabilidade, tanto para a correlação tempo de moagem e graus S. R., como para diferentes percentagens de medula e graus S. R., o que demonstra ao observador não serem negligenciáveis as influências dos fatores *variedade de cana-de-açúcar, condições e tempo de armazenamento do bagaço, etc.* tomados em conjunto. Sem dúvida, este fato coloca em relevo a necessidade de novas pesquisas para ressaltar o efeito de cada fator considerado isoladamente.

8.6.3 RESISTÊNCIA À RUPTURA, Os valores obtidos relativamente à resistência à ruptura, em metros, neste trabalho, se mostraram, em tese, de acordo com as observações encontradas na literatura. De fato, verificou-se que as folhas de provas obtidas de amostras manufaturadas com diversas percentagens de medula, apresentavam diferentes graus de resistência à ruptura, ficando demonstrado, portanto, que as dimensões das fibras têm efeito sobre as propriedades de resistência do papel ⁽⁷⁾. Verificou-se, ainda, que a resistência, ora em foco, cresceu à medida que as amostras foram confeccionadas com crescente percentagens de medula. Confirmaram-se assim as observações de HÖNIG ⁽⁵⁷⁾, de CLARK ⁽³⁷⁾, de HANSEN ⁽⁴⁶⁾ e de ATCHISON ⁽²⁹⁾.

Um estudo mais detalhado dos dados, revelou haver correlação não casual, negativa e segundo a equação de uma reta, entre resistência à ruptura e

crescentes percentagens de medula, para um tempo constante de refinação. À medida que o tempo de moagem cresceu, o coeficiente angular da reta, em números absolutos, aumentou, passando de -23,389 em amostras sem refinar para -39,739 em amostras submetidas à refinação, por 240 minutos.

Também as observações de WIGGINS⁽¹¹⁷⁾ e de LATHROP⁽⁷⁴⁾ foram confirmadas, isto é, a resistência à ruptura cresceu com o tempo de refinação. Os dados aqui obtidos indicaram que, mantida constante a composição de uma amostra, o grau de resistência à ruptura, em metros, cresce com o tempo de moagem, acompanhando uma equação de segundo grau e alcançando um valor máximo teórico ao redor de 200 minutos de refinação. É interessante notar-se que esse valor máximo, nas diversas amostras, decresceu, à medida que as folhas de prova foram elaboradas com matéria prima contendo maior percentagem de medula, tendo sido, teoricamente, para os casos extremos: 7082 m (0,0% de medula) e 5853 m (30,0% de medula).

Outrossim, verificando-se a composição química das diversas polpas obtidas notou-se, como já foi frisado, que as mesmas continham uma elevada percentagem de pentosanas. Segundo NOLAN⁽⁹⁰⁾, esta seria a razão do grau relativamente elevado de resistência à ruptura apresentado pelas polpas de bagaço de cana-de-açúcar, embora estas, no conjunto, sejam constituídas de fibras curtas.

Finalmente, também, para a resistência à ruptura, o efeito de fardos indicou variações. Estas foram significativas ao nível de 0,1% de probabilidade, quando se consideraram as amostras contendo diferentes percentagens de medula e, também, quando foram estudados os diversos tempos de moagem, na refinação.

8.6.4 ESTICAMENTO POR CENTO O estudo desta propriedade física, ainda uma vez, veio demonstrar que as dimensões das fibras exercem influência sobre as propriedades físicas do produto final ⁽⁷⁾. As folhas de prova mostraram haver correlação significativa entre o esticamento por cento e o teor de medula nas amostras, para um mesmo tempo de refinação. A variação verificou-se segundo uma reta de coeficiente angular negativo. Em números absolutos, este coeficiente, por via de regra, cresceu para tempos maiores de refinação. Assim, para as amostras não refinadas (zero minuto de moagem), o coeficiente angular da reta foi de -0,012, passando a -0,018 quando as amostras eram submetidas a 240 minutos de moagem. As amostras com um tempo de refinação intermediário entre 0 e 240 minutos apresentaram o coeficiente angular referido entre -0,012 e -0,018.

Mantendo-se constante a percentagem de fibra, os dados resultantes do exame das folhas de provas indicaram haver, também, uma correlação significativa entre o esticamento por cento e o tempo de moagem. Esta correlação, foi positiva e os dados variaram segundo uma equação de primeiro grau. Os coeficientes angulares das retas respectivas, ainda que muito suavemente, tenderam a decrescer à medida que as amostras continham maiores percentagens de medula.

Em outras palavras, o que acaba de ser exposto pode ser assim resumido:

presença de medula é desfavorável ao esticamento por cento;

- quanto maior for o tempo de refinação, mais o efeito desfavorável da medula no esticamento por cento se faz sentir;
- para uma amostra de composição constante o esticamento por cento aumenta com o tempo de refinação;
- o efeito favorável do tempo de refinação em relação ao esticamento por cento é levemente mais acentuado para as amostras confeccionadas com menores percentagens de medula.

Confirma-se assim, a observação de BROWN (36), de que as fibras curtas de uma polpa bruta têm propriedades diversas das obtidas pela refinação das fibras longas desta mesma polpa.

Mais uma vez, o efeito da variação devido à fardos foi significativa ao nível de 0,1% de probabilidade, tanto para o estudo da correlação, percentagem de medula e esticamento por cento, como para tempo de refinação e esticamento por cento.

8.6.5 ÍNDICE DE ARREBENTAMENTO A revi
(ÍNDICE DE MULEN) são bi
bliogra

fica do estudo do Índice de Arrebetamento das fôlhas de provas preparadas a partir de bagaço de cana - de açúcar prevê resultados que podem ser considerados como bons para este tipo de matéria prima ⁽⁶⁾. Esta qualidade é, sem dúvida, consequência das dimensões das fibras (relação comprimento/diâmetro) que compõem o produto em estudo ⁽⁷⁾, como também, segundo NOLAN ⁽⁹⁰⁾, da sua elevada percentagem de pentosanas.

A variação dos dados obtidos no presente trabalho deve ser atribuída mais às dimensões das fibras uma vez que as percentagens de pentosanas, determinadas em todas as amostras, foram sempre elevadas, o que aliás está de acordo com os trabalhos de STEN ⁽¹⁰²⁾.

Correlacionando-se o índice de arrebetamento com crescentes percentagens de medula nas diversas amostras e, mantendo-se constante o tempo de refinação, verificou-se que os resultados variaram de acordo com o tempo fixado para esta refinação. Assim, para as amostras de polpas sem refinar, a correlação entre o Índice de Arrebetamento e crescentes percentagens de medula não foi significativa. Entretanto, já para 15 e 30 minutos de refinação existiu correlação significativa a um nível de probabilidade da ordem de 5%. Esse nível alcançou 1% para os tempos de 60 e 120 minutos, atingindo 0,1% para 240 minutos. Em todos os casos em que houve correlação significativa, esta foi negativa e as variações puderam ser equacionadas por componentes lineares com coeficientes angulares crescentes, em números absolutos, ou seja, as retas representativas para 15, 30, 60, 120 e 240 minutos de moagem, apresentaram, respectivamente,

os seguintes coeficientes angulares: -0,069; -0,097; -0,122; -0,124 e -0,160. Do exposto, pode-se observar que a influência desfavorável de crescentes percentagens de medula nas diversas amostras se faz mais notada, em relação ao Índice de Arrebetamento, quanto maior seja o tempo de refinação. Evidentemente, estas considerações foram verificadas apenas para um intervalo de tempo compreendido entre 0 e 240 minutos.

ATCHISON ⁽²⁹⁾ e CLARK ⁽³⁷⁾ já haviam relatado a influência desfavorável da medula sobre o Índice ora em discussão, enquanto LATHROP ⁽⁷⁴⁾ e WIGGINS ⁽¹¹⁷⁾ observaram o efeito benéfico do tempo de moagem sobre esse mesmo Índice. O estudo dos resultados aqui obtidos mostrou-se de perfeito acôrdo com estas observações. Aliás, foi verificado que, para amostras de composição constante, o Índice de Arrebetamento cresceu rapidamente no início da refinação para depois atingir um patamar. O fenômeno pôde ser acompanhado por uma eqüação de segundo grau. É interessante ressaltar-se que o ponto de máximo de cada uma das curvas representativas foi alcançado por Índices de Arrebetamento decrescentes à medida que as amostras continham maiores percentagens de medula. Verificou-se, portanto, que, em relação ao Índice de Arrebetamento, o efeito favorável da refinação foi mais acentuado nas fôlhas de provas oriundas de amostras mais pobres de medula.

Em todos os casos estudados, a variação dos resultados obtidos, devida ao efeito de fardos, foi significativa a um nível de probabilidade de 0,1%.

8.6.6 DOBRAS DUPLAS A flexibilidade ⁽⁷⁻¹¹⁾ e as dimensões (relação comprimento/diâmetro) ⁽⁷⁾ das fibras são fatores importantes a se considerar no estudo das dobras

duplas de uma fôlha de provas. Também deve ser tomado na devida conta o teor de pentosanas ⁽⁹⁰⁾ destas mesmas fibras. No estudo, ora em discussão, já se acentuou que as polpas obtidas pelo processo Celdecor-Pomílio são altamente ricas de pentosanas, sendo a diferença observada entre as diversas amostras, embora significativa, muito pequena. Portanto, a variação notada no estudo desta propriedade física das amostras em exame, parece não ser devida ao teor de pentosanas. A natureza e as dimensões dos elementos celulósicos - fibra e medula - focalizadas neste trabalho, pelo contrário, devem ser analisadas. Os elementos constitucionais da fração considerada como medula - células do tecido parenquimatoso e fragmentos celulares, especialmente da casca dos colmos da cana-de-açúcar - pela sua própria constituição, devem ser pouco flexíveis, além de apresentar uma baixa relação comprimento/diâmetro. Já, o material da fração considerada como fibra é flexível ⁽¹¹⁾ e a sua relação comprimento/diâmetro é relativamente elevada. Os números conseguidos pela análise das fôlhas de provas obtidas de parcelas contendo inicialmente diferentes percentagens de medula demonstram a oportunidade das considerações anteriores. Assim, comprovou-se uma correlação negativa entre o logaritmo dos números de dobras duplas e o teor crescente de medula nas diversas polpas elaboradas. As variações notadas puderam ser expressas por equações de primeiro grau, indicando que um teor crescente de medula nas polpas elaboradas, faz cair o número de dobras duplas segundo equações exponenciais. De fato, considerando-se que as equações determinadas para a correlação dobras duplas e teor de medula possam ser expressas por:

$$\log Y = A - BX,$$

verifica-se que:

$$Y = 10^A - BX$$

Fixando-se os tempos de refinação em 0, 15, 30, 60, 120 e 240 minutos, os componentes lineares a apresentaram, por via de regra, coeficientes angulares que cresceram negativamente, assumindo, respectivamente, os seguintes valores: -0,00736; -0,00747; -0,01077; -0,00944; -0,00915 e -0,01293. Concluiu-se, portanto, que o efeito desfavorável da medula, relativamente à propriedade física em estudo, tende a acentuar-se com o aumento do tempo de refinação.

Assim, o número médio (média geométrica) de dobras duplas em folhas de provas não refinadas (sem moagem), obtidas de polpas manufaturadas com bagaço sem medula, foi igual a 28,9, baixando para 17,0 quando a matéria prima inicial passou a ser bagaço integral. Os mesmos resultados, *mutatis mutandis*, com 240 minutos de moagem, foram 131,9 e 53,7. Nota-se, portanto, que os efeitos desfavoráveis foram da ordem de 40% e de 60%, respectivamente.

Examinando-se o mesmo problema sob outro aspecto verifica-se que, para as polpas de composição constante, existiu correlação positiva, não casual, entre o número médio de dobras duplas e o tempo de refinação, fato, aliás, já notado e relatado por LATHROP (74). As variações para os logaritmos, dos números observados puderam sempre ser acompanhadas por equações quadráticas de regressão. O teor de medula das amostras influenciou desfavoravelmente, ou seja, o efeito benéfico da refinação acentuou-se à medida que do bagaço foram retiradas maiores percentagens de medula. Os valores máximos atingidos, em cada caso, foram mais elevados para as polpas mais ricas

de fibra. Para que os pontos de máximo fossem alcançados, por via de regra, havia a exigência teórica de maiores tempos para a refinação.

O efeito de blocos determinou, como era de se esperar, uma variação significativa nos resultados obtidos.

8.6.7 RESISTÊNCIA AO RASGO (ÍNDICE DE ELMENDORF) Não há dúvida que a resistência ao rasgo de uma folha de provas está correlacionada com o comprimento das fibras que a compõem (7-36-37). No caso particular do bagaço de cana-de-açúcar, sabe-se que o comprimento médio de suas fibras coloca esta matéria prima no grupo daquelas que possuem fibras curtas (6). Daí, a baixa resistência ao rasgo apresentada pelo papel proveniente do bagaço desta gramínea (90-102). Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram que, de fato, existe uma correlação significativa entre comprimento médio de fibra e resistência ao rasgo. Amostras elaboradas com crescentes percentagens de medula mostraram uma decrescente resistência ao rasgo nas respectivas folhas de provas. Esse efeito desfavorável, para tempos fixos de moagem, compreendidos entre 0 e 240 minutos, pôde ser acompanhado por retas de coeficientes angulares negativos. A observação destes coeficientes angulares indicou que o efeito da crescente percentagem de medula, acentuado a princípio (amostras sem refinar), vai-se tornando menor à medida que o tempo de moagem aumenta, isto para um intervalo de refinação compreendido entre 0 e 60 minutos. Daí para diante (de 60 a 240 minutos), de novo, o efeito se acentua.

amostras pôde se verificar, também, que existe correlação entre o tempo de moagem para a refinação e a resistência ao rasgo. Esta correlação indicando o efeito desfavorável do tempo de refinação, foi acompanhada, no caso de amostras com pequenas percentagens de medula (0,0 e 7,5%), por equações de segundo grau. Nas amostras com maiores percentagens de medula (15,0; 22,5 e 30,0%) a equação da reta acompañou, satisfatòriamente, o fenômeno. Considerando-se, nos dois primeiros casos - amostras com 0,0 e com 7,5% de medula - apenas os componentes lineares que, sem dúvida, são os elementos representativos principais da variação e, considerando-se, ainda, as retas obtidas nos outros três casos - amostras com 15,0; 22,5 e com 30,0% de medula -, verificou-se pelo estudo dos respectivos coeficientes angulares que:

- o efeito dos tempos de moagem, acentuado para as amostras constituídas com pequenas percentagens de medula, diminuiu com o aumento desta fração celulósica, até que a mesma atingisse 15,0%;
- daí para diante, até bagaço integral (30,0 % de medula), de nôvo, o efeito desfavorável do tempo de moagem acentuou-se.

Conclui-se, do exposto, que o comprimento de fibra e o tempo de moagem para a refinação influem de maneira complexa sôbre a propriedade ora em estudo. A complexidade para o autor dêste trabalho é de tal ordem, que o mesmo confessa achar-se em dificuldades para inferir, com precisão, tôdas as conclusões possíveis relativas ao assunto. Por isso, conclui apenas que, tanto o tempo de moagem como o aumento de fibras curtas nas amostras influem de maneira

desfavorável sobre a resistência ao rasgo das folhas de provas. Aliás, estão confirmando a complexidade citada, as conclusões opostas a que chegaram LAURENCE (74) e WIGGINS (117) sobre o mesmo assunto. Os números obtidos pelo primeiro pesquisador (74), de monstros que o tempo de refinação influi de maneira desfavorável sobre a resistência ao rasgo, enquanto o segundo (117) encontrou, justamente, o inverso.

Finalmente, para terminar as considerações relativas a este item, deve-se dizer que, uma vez mais, a variação pelo efeito de fardos foi significativa.

8.6.8 OPACIDADE POR CENTO Sabe-se (7) que a relação entre o diâmetro da cavidade interna das fibras e o seu correspondente diâmetro externo influi de maneira considerável sobre a opacidade das folhas de provas elaboradas com as mesmas. De fato, tem-se verificado que fibras de paredes delgadas, na secagem, encolhem-se formando superfícies planas que dão, como consequência, folhas densas e de pequena opacidade. Sabe-se (90), ainda, que fibras curtas e de alto conteúdo de hemiceluloses também contribuem para baixar a opacidade de uma folha de provas. Sem dúvida, este é o caso da celulose obtida de bagaço de cana-de-açúcar.

Os dados conseguidos neste trabalho demonstraram que crescentes percentagens de medula e crescentes tempos de moagem para a refinação das fibras cooperam para agravar este defeito.

Para tempos fixos de refinação, compreendidos entre 0 e 240 minutos, verificou-se a existência de correlação significativa entre crescentes percentagens de medula e opacidade por cento. As variações puderam ser representadas por equações de

componentes lineares, de coeficientes angulares negativos, os quais apresentavam tendência de aumento com a fixação de maiores tempos para a moagem. Em outras palavras:

- folhas de provas elaboradas de polpas provenientes de amostras, contendo crescentes percentagens de medula, tinham a sua opacidade diminuída;
- êsse defeito tendia a acentuar-se com o aumento do tempo de refinação.

O exame do problema em amostras de composição constante revelou também a existência de correlação significativa entre o tempo de refinação e a opacidade por cento. A variação aqui poderia ser acompanhada satisfatoriamente por equações de primeiro grau, de coeficientes angulares negativos. Entretanto, como os desvios da regressão, em alguns casos, mostraram-se significativos até ao nível de 1% de probabilidade, por questão de uniformidade, preferiu-se acompanhar o fenômeno, em todos êles, por curvas de segundo grau. Os pontos de mínimo calculados assumiram, nesta condição, valores cada vez menores, à medida que as amostras continham maiores percentagens de medula.

Em resumo:

- em amostras de composição constante (0,0; 7,5; 15,0; 22,5 ou 30,0% de medula) a opacidade por cento das folhas de provas diminuiu com o tempo de moagem. Êste defeito, que foi mais notado nos primeiros minutos de refinação, atingiu a um patamar no final da operação;
- menor opacidade por cento, foi notada em amostras que continham maiores percentagens de medula.

Em todos os casos estudados, a variação pelo efeito de fardos foi significativa.

8.6.9 POROSIDADE EM SEGUNDOS Já se discutiu no item relativo à opacidade por cento, que fibras de paredes delgadas, durante a secagem, encolhem-se formando superfícies planas que dão, como consequência, folhas densas. Este fato é agravado quando as fibras são curtas e ricas de hemiceluloses. Estas, devem ser as principais razões pelas quais as folhas de provas provenientes de amostras elaboradas com bagaço de cana-de-açúcar apresentam uma porosidade, expressa pelo tempo, em segundos, para a passagem de um certo volume de ar, elevada. Embora os resultados obtidos, como visto em 6.6, não houvessem sido estudados à luz da análise estatística, foram eles de tal ordem que se tornou fácil inferir de sua observação os seguintes principais pontos :

- para tempos fixos de moagem, a porosidade, expressa em segundos, cresceu com o aumento dos respectivos conteúdos de medula das amostras, com as quais as folhas de provas foram elaboradas;
- o defeito anterior ficou agravado à medida que o tempo de refinação cresceu;
- para as amostras de composição fixa, a porosidade, medida em segundos, cresceu com o tempo de moagem;
- maiores percentagens de medula nas amostras, agravaram o defeito exposto no item anterior;
- os resultados obtidos nos grupos de amostras de cada bloco, embora apresentando variações que confirmaram os pontos ressaltados, anteriormente, diferiram de fardo para fardo.

9 - CONCLUSÕES

Da pesquisa, ora exposta, as seguintes principais conclusões puderam ser inferidas:

I - Sob o ponto de vista da composição química, a fração fibrosa do bagaço da cana-de-açúcar é a mais favorável para a elaboração de celulose para papel, vindo em ordem decrescente o bagaço integral e a fração medular, uma vez que:

A - a fibra é a mais rica em:

- a - celulose Cross e Bevan;
- b - alfa-celulose;
- c - pentosanas;

B - a medula apresenta teores mais elevados de:

- a - extrativos solúveis em água fria;
- b - extrativos solúveis em água quente;
- c - extrativos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento;
- d - extrativos solúveis em álcool-benzol;
- e - ligninas;
- f - cinzas;

C - o bagaço integral apresenta uma riqueza intermediária para os constituintes citados.

- II - Sob o ponto de vista do consumo de reagentes, no Processo Celdecor-Pomílio, a fração fi brosa do bagaço é a mais conveniente para a fabricação de polpa celulósica para papel, por quê as exigências percentuais de hidróxido de sódio e de cloro decrescem com o aumento da retirada de medula do bagaço.
- III - Sob o ponto de vista do processamento tecno lógico, a fração fibrosa do bagaço é a mais indicada para a fabricação de polpa para pa pel, porquanto, retiradas de crescentes per centagens de medula facilitam o processo:
- A - no cozimento;
B - na cloração;
C - no branqueamento.
- IV - Sob o ponto de vista do rendimento industrial, o problema deve ser encarado, pelo menos, sob dois aspectos:
- A - os rendimentos parciais e totais, quando relacionados com o pêso de bagaço puri ficado de medula, são favoráveis ao uso da fração fibrosa do bagaço;
- B - os rendimentos parciais e totais, quando relacionados com o pêso de bagaço não purificado de medula, são favoráveis ao uso do bagaço integral.
- V - Sob o ponto de vista da composição química das polpas celulósicas branqueadas para pa pel, o uso da fração fibrosa do bagaço é a.

mais recomendável, uma vez que, um decrêscimo na percentagem de medula nas amostras originais, provoca na polpa branqueada final:

A - menor teor de:

- a - resinas;
- b - extrativos solúveis em hidróxido de sódio a um por cento;
- c - pentosanas;*
- d - ligninas;
- e - cinzas;
- f - índice de cobre;

B - maior percentagem de:

a - alfa-celulose:

VI - Sob o ponto de vista da estrutura das polpas celulósicas para papel, recomenda-se o uso de bagaço purificado de medula, porquanto:

A - a fração medular é responsável pela elevação da percentagem de fibras de pequeno comprimento, no produto final;

B - a fração fibrosa determina um aumento no teor percentual de fibras de maior comprimento nas polpas finais.

* *Este seria o único fator favorável ao emprego da medula. Considerando-se, entretanto, que a percentagem de pentosanas encontrada em todos os casos foi sempre muito elevada e, considerando-se, ainda, que a diferença percentual entre os dois extremos foi pequena, o valor prático deste fato fica muito reduzido.*

VII - Sob o ponto de vista das características físicas das polpas celulósicas para papel, o uso da fração fibrosa do bagaço é a recomendável, visto que, sobre as propriedades verificadas, tais como:

- A - graus Schopper-Riegler (S.R.);
- B - resistência à ruptura em metro;
- C - esticamento por cento;
- D - índice de arrebatamento;
- E - dobras duplas;
- F - resistência ao rasgo;
- G - opacidade por cento;
- H - porosidade em segundos,

a presença da fração medular tem efeito prejudicial, exceto para a hidratação expressa em graus S.R.

VIII - Ainda, sob o ponto de vista das características físicas das polpas celulósicas para papel, quando são correlacionados o tempo fixado para a refinação e a presença de medula, a utilização da fração fibrosa do bagaço é a indicada, porque, por via de regra:

- A - acentua os efeitos favoráveis da refinação para aquelas propriedades que se beneficiam desta operação;
- B - atenua os prejuízos advindos desta mesma operação naquelas propriedades para as quais a refinação não é propícia.

IX - Sob os pontos de vista:

- A - da composição química do bagaço;
- B - do consumo de reagentes na elaboração de polpas;
- C - do controle no processamento tecnológico;
- D - do rendimento industrial;
- E - das características químicas das polpas celulósicas;
- F - das características físicas das polpas celulósicas,

houve uma variação nos resultados de um fardo para outro. Este fato sugere a necessidade de nova série de pesquisas visando verificar a influência, pelo menos, dos seguintes fatores:

- a - variedade de cana-de-açúcar como fonte de produção do bagaço;
- b - condições e tempo de armazenamento do bagaço, sobre os 6 itens retro-mencionados.

X - Finalmente, sob o ponto de vista econômico, a escolha de um processo de trabalho para a utilização:

- A - do bagaço integral;
- B - do bagaço parcialmente purificado da medula ou
- C - da fração fibrosa,

deve ser ponderada, tomando-se na devida consideração os seguintes principais pontos :

- a - finalidade da polpa a elaborar com as respectivas características químicas e físicas, exigidas;

- b - consumo de reagentes no processamento;
- c - dificuldades na elaboração e no uso das pastas celulósicas desejadas;
- d - possibilidades econômicas do uso da medula a retirar do bagaço;
- e - custo da purificação.

Os principais objetivos do presente trabalho foram determinar a influência que a fração medular do bagaço de cana-de-açúcar exerce sobre:

- o consumo de reagentes na manufatura da celulose para papel;
- cada uma das fases tecnológicas do preparo da celulose para papel;
- os rendimentos parciais e totais, a composição química e as propriedades físicas das polpas celulósicas obtidas.

Para tanto, cinco fardos de bagaço, armazenados sob condições industriais durante vários períodos de tempo, receberam o seguinte tratamento: cêrca da metade de cada fardo, em separado, foi desintegrado e peneirado, com a finalidade de isolar os seus dois componentes celulósicos principais, isto é, a fração medular e a fração fibrosa. Cada fração foi analisada quimicamente. Analisou-se, também o bagaço completo.

De cada fardo, com aquelas duas frações, foram preparadas cinco misturas, de acôrdo com o esquema seguinte:

- 100,0 % de fração fibrosa e 0,0 % de fração medular;
- 92,5 % de fração fibrosa e 7,5 % de fração medular;
- 85,5 % de fração fibrosa e 15,0 % de fração

- medular;
- 77,5 % de fração fibrosa e 22,5 % de fração medular;
- 70,0 % de fração fibrosa e 30,0 % de fração medular.

O experimento comportou, portanto, cinco tratamentos (percentagens crescentes de medula), para cada bloco (fardo), perfazendo um total de vinte e cinco parcelas.

A transformação de cada uma das misturas em polpa branqueada foi levada a efeito em laboratório, segundo o processo industrial Celdecor-Pomílio. Durante o processamento, de cada mistura foram colhidos dados experimentais que tinham por finalidade de terminar:

- a intensidade das operações tecnológicas e a necessidade de reagentes (indicados pelo índice de permanganato de potássio);
- o consumo de reagentes;
- o rendimento de polpas.

Com aqueles dados, as seguintes informações foram calculadas:

- consumo de reagentes e rendimento em polpas, em relação ao peso de matéria utilizada em cada tratamento (bagaço tratado);
- o consumo de reagentes e rendimento em polpas em relação ao peso de matéria prima bruta total (bagaço integral);
- consumo total de reagentes em relação ao peso de polpas branqueadas obtidas no processo.

Com as polpas branqueadas obtidas de cada tratamento foram preparadas "fôlhas de provas". Estas foram analisadas quimicamente, assim como, as suas propriedades físicas foram determinadas.

Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente e comparados com os apresentados na revisão bibliográfica.

Da discussão dos resultados às seguintes principais conclusões puderam ser inferidas:

- a fração fibrosa do bagaço é a mais favorável para a manufatura de celulose para papel, como se verificou pelo estudo da composição química da matéria prima, do consumo de reagentes no processo utilizado (Celdecor - Pomílio), das facilidades no processamento e das propriedades químicas e físicas da polpa obtida;
- os rendimentos parciais e finais em polpas, relacionados ao peso de bagaço purificado de medula são favoráveis ao uso da fração fibrosa; entretanto, se os rendimentos forem relacionados ao peso de bagaço não purificado, o uso do bagaço integral é o favorecido;
- a necessidade de uma nova série de pesquisas para verificar o efeito da variedade de cana-de-açúcar na qualidade do bagaço, assim como, quais as condições em que esta matéria prima foi armazenada;
- a escolha de um processo particular de trabalho para a utilização do bagaço integral, do bagaço parcialmente purificado de medula ou, somente da fração fibrosa, deve ser ponderada tomando-se em consideração:

- as qualidades da polpa a elaborar;
- o consumo de reagentes;
- as facilidades na elaboração da pasta celulósica desejada;
- as possibilidades econômicas do uso da fração medular como sub-produto do bagaço e
- o custo da purificação.

The main purpose of the present work was to determine the effect sugar cane bagasse pith has on the following :

- reagent consumption for the manufacture of paper cellulose ;
- the various steps for the preparation of paper cellulose ;
- the partial and total net output of the product; the chemical composition and physical characteristics of paper cellulose obtained.

Five bagasse bales, stored under industrial conditions during various lengths of time, were treated as follows: about half the material in each bale was desintegrated and run through a sieve to separate the two cellulosic components, namely pith and fibrous fraction. Each of these fractions was chemically analysed. The same was done with the whole bagasse.

From each bale five mixtures of these two fractions were prepared according to the following program :

- 100.0% fibrous fraction and 0.0% pith;
- 92.5% fibrous fraction and 7.5% pith;
- 85.0% fibrous fraction and 15.0% pith;
- 77.5% fibrous fraction and 22.5% pith;
- 70.0% fibrous fraction and 30.0% pith.

The experiment included five treatments for each bale of sugar-cane bagasse (blocks), making up a total of twenty five plots.

The bleached cellulosic pulp for each of the twenty five plots was obtained according to the Celdecor-Pomilio process. During the processing of each mixture, experimental data were gathered to determine :

- the intensity of the technological operation and the quantity of reagents needed (indicated by the potassium permanganate number) ;
- the consumption of reagents ;
- the net output in pulp.

From these data the following informations were obtained :

- reagent consumption and pulp net output from one stage of the process to the next ;
- reagent consumption and pulp net output in relation to the amount of prime matter in each treatment (treated bagasse) ;
- reagent consumption and pulp net output in relation to the amount of raw material that went into the mixture of each treatment (whole bagasse) ;
- total reagent consumption in relation to the final amount of white pulp obtained in the process.

Test sheets were prepared with the bleached pulp of each treatment. These were chemically analysed and their physical properties determined.

The results obtained were statistically treated and compared with the data presented in the review of

the literature.

From the discussion of the results the following conclusions could be drawn :

- the fibrous fraction of sugar cane bagasse is the best for the manufacture of paper cellulose, as inferred from the study of the chemical composition of the raw material, the reagent consumption during the Celdecor-Pomilio process, the smoothness during processing and the chemical and physical properties of the pulps obtained ;
- the partial and final pulp yield favor the use of the fibrous fraction of the sugar cane bagasse when considered in relation to the weight of pith-free bagasse. However if the partial or final pulp yield is calculated in relation to the weight of raw bagasse, the use of whole bagasse is favored.
- further research is needed to verify the effect of sugar cane variety on the quality of bagasse, as well as the conditions under which the prime matter is stored ;
- the choice of a particular process for the utilization of whole bagasse, partially pith-free bagasse, or strictly the fibrous fraction should take in consideration :
 - the desired qualities of the pulp,
 - the consumption of reagents,
 - the smoothness of the cellulose manufacturing process,
 - the economical possibility of sugar cane bagasse pith as a by-product, and
 - the cost of obtaining pith-free bagasse.

- 1 - ALMEIDA, J. R. de
1944 - Principios Gerais da Fabricação do Açúcar de Cana, Mimeograf. : 86, Piracicaba.
- 2 - ALMEIDA, J. R. de
1948 - Bagaço de Cana de Açúcar: importância, proporção, composição, análise, Brasil Açucareiro, XXXI (6): 33-39.
- 2A - ANDERSON, R. L. e T. A. Bancroft
1952 - Statistical Theory in Research, McGraw-Hill Book Company, Nova York.
- 3 - ANÔNIMO
1903 - Paper from Bagasse, Papier Ztg. , 28: 2891; J. Soc. Chem. Ind. 22: 1145, (Cit. em C. J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8:107, Nova York).
- 4 - ANÔNIMO
1929 - Utilization of Bagasse for the Manufacture of Artificial Silk, Bull. of the Imperial Inst. , 27 (1): 1-6, Patente, (Cit em Int. Sug. J. , 1929, XXXI (365): 277-279) .

- 5 - ANÔNIMO
1938 - Bagasse Cellulose Pulp, Int. Sug. J.,
XL (480): 473-474.
- 6 - ANÔNIMO
1950 - Paper Made from Bagasse, (in Holyoke
Mass.), Chemurgic Digest : 9-10; Sug. J.
(La.) :14-16 (Cit. em Int. Sug. J., 1950 ,
LII (621): 314-315).
- 7 - ANÔNIMO
1953 - Raw Material for More Paper - Pulp
ing Processes and Procedures Recommended
for Testing, Forestry and Forest Products
Study, 6, FAO, Roma.
- 8 - ANÔNIMO
1955 - Bagaço de Cana como Fonte de Celu
lose , O Papel - XVI, (Março): 2 pp. não nu
meradas, São Paulo.
- 9 - ANÔNIMO
1955 - Experience of Industrial Bagasse Pulp
ing (Cellulose Development Corp. Ltd, Hatch
End , Middlesex), Int. Sug. J., LVII (674) :
43-44.
- 10 - ANÔNIMO
1955 - Bagazo de Caña de Azucar como Ma
teria Prima para Papel y Celulosa, Perspec
tivas de la Industria de Papel y Celulosa en
la America Latina, 2a. P. : 293-307, FAO,
Mexico.

11 - ANÔNIMO

1955 - Experiência en la Fabricación de Pa
pel a Base de Bagazo (Cellulose Development
Corp.), Perspectivas de la Industria de Pa
pel y Celulosa en la America Latina, 2a. P:
397-401, FAO, Mexico.

12 - ANÔNIMO

1955 - Realización Industrial Argentina en
la Fabricación de Celulosa a Base de Baga
zo, Perspectivas de la Industria de Papel y
Celulosa en la America Latina, 2a. P.: 402-
403, FAO, México.

13 - ANÔNIMO

1955 - El Procedimiento Aschaffenburg para
la Fabricación de Celulosa Destinada a Papel
de Diario, Perspectivas de la Industria de
Papel y Celulosa en la America Latina, 2a.
P. : 450-452, FAO, Mexico.

14 - ANÔNIMO

1958 - Primeiras Experiências com Bagaço
de Cana para Fabricação de Papel, Brasil
Açucareiro, LII (3):31-32.

15 - ANÔNIMO

Sem data - Testing Methods Recommended
Practices Specifications of the Technical
Association of the Pulp and Paper Industry .
(TAPPI), Nova York.

16 - ANÔNIMO

Sem data - Broyeur a Boulet, Appareils et
Machines D'Essais (Appareils L'homme &
Argy), (Catálogo), Paris.

17 - ANÔNIMO

Sem data - Controles de Fabrication et de Réception des Pates a Papier. Appareils et Machines D'Essais (Appareils Lhomme & Argy), (Catálogo), Paris.

18 - ANÔNIMO

Sem data - Essayeur de Raffinage, Appareils et Machines D'Essais (Appareils Lhomme & Argy), (Catálogo); Paris.

19 - ANÔNIMO

Sem data - Instructions for Using Clark Pulp Classifier, Model M-46, Thwing Albert Instruments Company, (Catálogo), Philadelphia.

20 - ARONOVSKY, S. I.

1951 - Bagasse, Pulp and Paper Manufacture, 2, Chapter 1, Part 3: 79-81 (Cit. em C. J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8: 9, Nova York).

21 - ARONOVSKY, S. I., A. Rhodel, e E. C. Lathrop

1947 - Agricultural Residue Pulps: Comparison with Typical Wood Pulps, Tech. Assoc. Papers 30:33-89; Paper Trade J., 124 (13):49-55; Paper Mill News, 70 (27):12, 14, 16, 18; e (28):16 - 18; Paper Ind 29(2):277-279; BLP.C., 17:455; C.A., 41:2892; BA., 1947B, II, 188; Tech. Bull 24:38 (Cit. em C. J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8: 13, Nova York).

- 22 - ARONOVSKY, S.I. e D.F.J. Lynch
 1938 - Pulping Bagasse with Alcoholic Nitric Acid: Pulp Yields and Characteristics, Ind. and Eng. Chemistry, 30 (7):790-795.
- 23 - ARONOVSKY, S.I. e G.H. Nelson
 1951 - Mechano - Chemical Process: Rate of Deliquification, Tappi, 34:216-222.
- 24 - ARONOVSKY, S.I., G.H. Nelson e E.C. Lathrop
 1943 - Agricultural Residue Pulps: Bleaching Studies on Straw Pulps, Paper Trade J., 117 (25):38-48.
- 25 - ARONOVSKY, S.I., J.D. Reid, E.C. Dryden, E.R. Whittemore e D.F.J. Lynch
 1939 - Pulping with Nitric Acid: a Review, Paper Ind., 21:41-48, 151-155, 335-343 (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found, Inc., Techn. Rept. Series 8:12, Nova York).
- 26 - ARONOVSKY, S.I., J.Q. Younger e G.H. Nelson
 1945 - Agricultural Residue Pulps for Corrugating. Effect of Weathering and Various Cooking Conditions, Techn. Assoc. Papers, 28:637; Paper Trade J., 120(8):124, 126, 128, 130, 132; Paper Mill News, 68(8):102, 104, 106, 108, 110; B.I.P.C., 15:259; C.A., 39:1985 (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found, Inc., Techn. Rept. Series 8:14, Nova York).

- 27 - ARROYO, R.
1940 - Alpha-Cellulose from Sugar Cane Bagasse and Foliage, Int. Sug. J., XLII (502): 359-360.
- 28 - ATCHISON, J. E.
1952 - Utilization of Sugar Cane Bagasse in the Pulp and Paper Industry, Paper Trade J., 135 (16):24-42.
- 29 - ATCHISON, J. E.
1955 - Factores que Influyen en la Selección de los Procedimientos y del Equipo para la Fabricación de Celulosa a Base de Bagazo, Perspectivas de la Industria de Papel y Celulosa en la America Latina, 2a. P.: 386 - 396, FAO, Mexico.
- 30 - BHARGAVA, M. P., G. S. Kasbekar e R. P. Bhargava
1949 - Utilization of Bagasse for Wrapping and Bag Paper Manufacture, Cellulose and Paper (News Series), Indian Forest Bull., 148:20; B. I. P. C., 21:380; C. A., 45: 6839 (Cit. em C. J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found, Inc., Techn. Rept Series 8:21, Nova York).
- 31 - BIRDSEYE, C. e E. G. Birdseye
1952 - Separating Bagasse and Fibre, U.S. Pat. 2723194 - Maio - 1952 e Nov - 1955 , (Cit. em Int. Sug. J., 1957, LIX (698): 53).

- 32 - BORDENAVE, R.
1952 - Bagasse for Paper Making, 26th Con-
vention Assoc. Tecn. Azuc. Cuba (Cit. em
Int. Sug. J., 1954, LVI (665):134-135).
- 33 - BOURNE, B.A.
1955 - Ammoniated Sugar Cane Pith and its
Possible Use for Ruminant Feeding, Sug. J.,
17(11):36-38.
- 34 - BOURNE, B.A.
1956 - Some Experience with Ammoniating
Lang Quantities of Sugar Cane Pith for Cattle
Feeding Tests, Sugar J., 18(8):24-25.
- 35 - BROWNE, C.
1906 - The Composition of the Sugar Cane
and its Products in Louisiana, Int. Sug. J.,
VIII (90):310-316.
- 36 - BROWNE, R.B.
1932 - Relation Existant entre la Lon-
gueur des Fibres et les Propriétés du
Papier, Paper Trade J., 95 (13): 145-
147 (Cit. em Chimie & Industrie, 1933,
29 (5): 1161).
- 37 - CLARK, J. d'A.
1955 - Fiber Length and Beating Con-
trol by Classification, Tappi, 38 (11):
702 - 704 .

- 38 - CONSIGLIO, G.
1925 - Use of the Chlorine Gas Process in the Paper Industry: Its Present Application and Future Possibilities, Papier, 28:1291-3000; T.S., 83:43; C.A., 20:1518 (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8:24, Nova York).
- 39 - CORREA, M. R.
1952 - Producción de Pulpa para Papel Partiendo del Bagazo de la Caña de Azúcar, Revista Ind. y Fabril, VII(67):1-12, Madrid.
- 40 - CORTE, H.
1952 - L'Importance, Au Point de Vue Physique, du Degré de Defibrage et son Rôle dans la Resistance du Papier, Papier Darmstadt, 6 (1-2): 1-7 (Cit. em Chimie & Industrie, 1952, 68(1):83).
- 41 - DILLEWIJN, C. Van
1952 - Botany of Sugar-Cane, The Chronica Botanica Co.: Book Depart. Ed. H. Veenman & Zonen, Waltham, Massachusetts.
- 42 - FREELAND, E. C.
1954 - Survey of Sugar by-products (2a Parte), Sugar, 49 (10): 40-44.
- 42A - GOMES, F. P.
1963 - Curso de Estatística Experimental, 2a. Ed., Piracicaba, São Paulo.

- 43 - GOMEZ, L. e G.O. Aguila
 Sem data - Pulping Bagasse by the Chlorina
 tion Method, Natural and Applied Science
 Bull., Univ. Philippines, 7:227-231 (Cit. em
 Int. Sug. J., 1941, XLIII (506):59).
- 44 - HAMAGUTI, E., S. Miyake e K. Ono
 1939 - Utilization of Bagasse: The Action of
 Dilute Sulfuric Acid on Raw Bagasse and the
 Preparation of Rayon by the Soda Process
 from Bagasse Treated with Dilute Sulfuric
 Acid, J. Soc. Trop. Agr., Taihoku Imp.
 Univ., 11:309-321; Cellulose Ind. (Tokyo),
16:193-204; Abstracts (in German): 27-28;
 B.I.P.C., 11:41; C.A., 34:7136 (Cit. em
 C.J. West, 1952, The Utilization of Sugar
 Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics,
 and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc.,
 Techn. Rept Series 8:44, Nova York).
- 45 - HAMAGUTI, E., S. Miyake e K. Ono
 1942 - Utilization of Bagasse: Recovery of
 Soda from Soda Black Liquor and Hydrolysis
 with the Recovered White Liquor, J. Soc.
 Trop. Agr., Taihoku Imp. Univ., 14:304-
 311; C.A., 42:3175 (Cit. em C.J. West,
 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse
 for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-
 -Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept.
 Series 8:46, Nova York).
- 46 - HANSEN, R.M.
 1955 - Bagasse Utilization, Sugar J., 18
 (2): 32-38.

- 47 - HEDLEY, E. P.
 1935 - Chemical Composition of Sucrose -
 - Free Bagasse, Annual Congress of the
 South African Sugar Technologists' Associa-
 tion:65-71 (Cit. em Int. Sug. J., 1936, XXXVIII
 (449): 182-183).
- 48 - HEIM, F., J. Maheu e L. Matrod.
 1920 - Paper Making Qualities of Bagasse ,
 Papeterie, 42:539-543 e 578-587; Paper, 27
 (2):11-14 e 36; Bull. Synd. Fabr. Papier
 Carton France, 9:135-136; C.A., 14 2553,
 2856 (Cit. em C. J. West, 1952, The Utiliza-
 tion of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board,
 Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found.,
 Inc., Techn. Rept. Series 8:48, Nova York).
- 49 - HESSEY, R. W. G.
 1942 - Bagasse: A Chemurgic Raw Material ,
 Proc. Queensland Soc. Sug. Cane Tech.: 67-
 79; C.A., 36:5376 (Cit em C. J. West, 1952,
 The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Pa-
 per, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar
 Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8:
 49, Nova York).
- 50 - HINRICHS, D. D., S. B. Knapp e J. D. Wetherm
 1957 - Bleaching of Hawaiian Bagasse Pulp,
 Tappi, 40 (2):22A.
- 51 - HINRICHS, D. D., S. B. Knapp e J. D. Wetherm
 1957 - Caustic-Chlorine Pulping of Bagasse,
 Tappi, 40 (2): 22A.

- 52 - HIRATA, T.
1938 - Report of the Government Sugar Expt. Station Tainan, 5: 201-201 (Resumo), Formosa.
- 53 - HONDA, K., C. Wo, N. Miyazi e K. Yamahuzi
1940 - Composition of Sugar Cane, Bull. Agric. Chem. Soc. Japan, 16:49-54; C.A., 34:7132 (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8:186, Nova York).
- 54 - HONDA, K. e Y. Nakamura
1939 - Pulp from Bagasse by the Soda Process, Rept. Govt. Sugar Expt. Station Tainan, Formosa, Japan, 6:149-156; C.A., 33:7100 (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8:52, Nova York).
- 55 - HONDA, K. e Y. Nakamura
1939 - On the Chemical Component of Bagasse, Rept. Govt. Sugar Exp. Station Tainan, 16: 157-160 (Resumo), Formosa,
- 56 - HONDA, K., Y. Nakamura e Y. Mima
1940 - An Study on Pulp-Making from Bagasse by the Soda-Process: Bleaching Experiment, Rept. Govt. Sugar Expt. Station Tainan, 7: 242 (Resumo), Formosa.

- 57 - HONIG, P.
1951 - Elementos Estructurales del Bagazo de Caña y su Significado para los Productos que Habran de Manufacturar, Memorias de la XXV Conferencia Anual : 373-387, Asoc. Tec. Azuc. Cuba, Havana.
- 58 - HONIG, P. e E. L. Ritman
1933 - Cellulose from Bagasse, Archif, 41 (12): 441-446 (Cit. em Int. Sug. J., 1934, XXXVI (423) :113).
- 59 - HORTON, P.M. e A.G. Keller
1949 - Separation (Bagasse) Pith and Fibre U.S. Pat. 2650176 - Out. 1949 e 2812552 - Ag., 1953 (Cit. em Int. Sug. J., 1954, LVI (665):146 e 1958, LX (713) : 148).
- 60 - HU, T. e C. Chow
1947 - Pulping Bagasse by the Calcium Sulphite Process, Rept. of Taiwan Sugar Expt Station (2): 29-30 (Cit. em Int. Sug. J., 1949, LI (602): 64).
- 61 - HUTCHINSON, T.J.
1909 - Utilizing Bagasse, Moniteur, 45: 99-100; Auszüge, 1909:73 (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8: 54, Nova York).
- 62 - ISENBERG, I., S.B. Knapp e J. D. Wethern
1957 - Cell Dimensions of Hawaiian Bagasse, Tappi, 40 (2): 22A e 24A.

- 63 - KAWAMURA, J.
 1930 - Recherches sur la Production de Cellulose au Moyen du Clore. Fabrication a Partir de la Bagasse, J. Soc. Chem. Ind. Japan 33 (10): 392B-395B (Cit. em Chimie & Industrie, 1931, 26 (2):396).
- 64 - KELLER, A.G.
 1955 - The Mechanical Depithing of Sugar Cane Bagasse, Sugar J., 20 (7): 23-24, 26-27, 29-30, 32-33 e 36.
- 65 - KELLER, A.G.
 1956 - Economical Bagasse Separation, Sugar J., 18 (10):16-20.
- 66 - KNAPP, S.B., J.H. Milliken e J.D. Wethern
 1957 - Effects of Depithing and Bagasse Variables on Pulping Characteristics, Tappi, 40 (2): 18A.
- 67 - KNAPP, S.B., R.A. Watt e J.D. Wethern
 1957 - Chemical Composition of Hawaiian Bagasse, Tappi, 40 (2): 24A.
- 68 - KUHNE, O.
 1937 - Production of Paper Pulp from Bagasse. Zellstoff v. Papier, 17: 526-531 (Cit. em Int. Sug. J., 1938, XL (475): 277).
- 69 - KUMAGAWA, H. e K. Shimomura
 1923 - Recherches sur la Composition Chimique et la Possibilité de Désagréger la Bagasse et la Paille de Riz, Z. Angew. Chem., 36 (58):414-418 (Cit. em Chimie & Industrie, 12(2):331).

- 70 - KUMAGAWA, H. e K. Shimomura
 1928 - Paper Making Fiber Material Such
 as Sugar-Cane Bagasse, U. S. Pat. 1818897 -
 Ag., 1931; British Pat. 299740 - 1928; T.S.,
94: 138; C.A., 25: 5561 (Cit. em C. J. West,
 1952, The Utilization Sugar Cane Bagasse for
 Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sug
 ar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series
8: 64, Nova York).
- 71 - KWONG, H. L.
 1955 - Bagasse Pith Proves Efficient Fuel
 in Taiwan Sugar Factory, Sugar, 50 (1):46-
 48.
- 72 - LATHROP, E. C.
 1955 - Factores Economicos y de otra Indole
 que Deben Considerar-se al Aprovechar el
 Bagazo como Materia Prima para la Fabri
 cación de Papel y Celulosa, Perspectivas de
 la Industria de Papel y Celulosa en la Ame
 rica Latina, 2a. P. : 359-371, FAQ Mexico.
- 73 - LATHROP, E. C. e S. I. Aronovsky
 1951 - Las Caracteristicas de la Pasta de
 Fibra de Residuos Agricolas, Memorias de
 la XXV Conferencia Anual: 359-372, Asoc.
 Tec. Azuc. Cuba, Havana.
- 74 - LATHROP, E. C. e S. I. Aronovsky
 1955 - Fabricación de Celulosa a Base de
 Bagazo con Especial Referencia al Procedi
 miento Mecano-Quimico, Perspectivas de la
 Industria de Papel y Celulosa en la Ameri
 ca Latina, 2a. P. : 338-358, FAQ Mexico.

- 75 - LATHROP, E. C., S. I. Aronovsky, S. B. Knapp,
E. W. O'Neil, R. G. Hitchings, A. J. Ernst
e T. F. Clark
1957 - Fiber Shipping Containers from Sugar-Cane Bagasse, *Tappi*, 40(2):24A (Resumo) e 40 (10): 787-791.
- 76 - LEVI, C. e C. Debenedetti
1937 - Paper Pulps from Sugar Cane Stalks, *Zellstoff v. Papier*, 17: 473-474 (Cit. em *Int. Sug. J.*, 1938, XL (478): 405).
- 77 - LITKENHOUS, E. E., L. Hecht e R. Pollet
1949 - Sugar Cane Bagasse, *Sugar J.*, 12 (7):8-11.
- 78 - LITTLE, A. A.
1920 - The Paper Making Qualities of Hawaiian Bagasse, *Int. Sug. J.*, XXII(260): 453-460; (261): 505-508.
- 79 - LYNCH, D. F. J. e M. J. Goss
1932 - Bagasse Cellulose, *Ind. and Eng. Chem.*, 24(11): 1249-1254.
- 80 - MARSDEN, M. W.
1916 - Treatment of Bagasse for Paper Making U.S. Pat. 1170487 - Fev. - 1916 (Cit. em *Int. Sug. J.*, 1916, XVIII (212): 385).
- 81 - MARSDEN, M. W.
1918 - Separation of the Pith of Bagasse for Glucose Manufacture, and of Fibre for Paper-Making U.S. Pat. 1265694 - Maio - 1918 (Cit. em *Int. Sug. J.*, 1918, XX (239):527-528).

- 82 - MC ELHINNEY, T. R.
 1954 - Fibre from Bagasse, U.S. Pat. 2810647
 - Dez. 1954 e Out. - 1957 (Cit. em Int Sug.
 J., 1958, LX (713):148).
- 83 - MIYKE, S., H. Eiziro e H. Shinzaburo
 1941 - Utilization of Bagasse: Preparation
 of Paper Pulp from Bagasse by the Soda-Sul-
 fite Method, J. Soc. Trop. Agric., Taihoku
 Imp. Univ., 13: 261-266; C.A., 42: 3175
 (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization
 of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board,
 Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found.,
 Inc., Techn. Rept. Series 3: 94, Nova York).
- 84 - MIYKE, S., H. Eiziro e H. Shinzaburo
 1942 - Utilization of Bagasse: Preparation
 of 2-Furfuraldehyde from the Pith Part of
 Bagasse, J. Soc. Trop. Agric., Taihoku
 Imp. Univ., 14: 189-192; C.A., 42: 3175
 (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization
 of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plas-
 tics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc.,
 Tech. Rept. Series 3: 188, Nova York).
- 85 - MORGANTI, L.
 1954 - La Fábrica de Celulosa y Papel de Baga-
 zo de Cana de Azúcar de la "Refinadora Paulis-
 ta S/A."-Piracicaba-Brasil, Revista Ind. y Fa-
 bril, IX (93):1-7, Madrid.
- 86 - MORGANTI, L.
 1955 - Experiencia Industrial en la Fabricación de
 Celulosa para Papel a Base de Bagazo en Piracica-
 ba, Perspectivas de la Industria de Papel y Celulo-
 sa en la America Latina, 2a. P: 412-413; FAO Mexico.

- 87 - NAKAMURA, Y. e Y. Mima
 1940 - On the Removal of the Inner Portion on Pulp Making from Bagasse, Rept. Govt. Sugar Expt. Station Tainan, 7: 247-248 (Resumo), Formosa
- 88 - NEDERVEEN, G. Van e G. H. Hellenberg
 1957 - Alcune Ricerche sull'Impiego delle Cellulose di Paglia nell'Industria della Carta, L'Industria della Carta (3): 41-42.
- 89 - NISIO, H. e A. Siro
 1940 - Study on the Manufacture of Furfural from Bagasse, Rept. Govt. Sugar Expt. Station, Tainan, 7: 231-237 (Resumo), Formosa.
- 90 - NOLAN, W. J.
 1955 - El Tratamiento Alcalino del Bagazo de Caña para la Fabricación de Papeles de Alta Resistencia y de Celulosa para Rayon, Perspectivas de la Industria de Papel y Celulosa en la America Latina, 2a. P.: 414-416, FAO, Mexico.
- 91 - ONO, K.
 1941 - Preparation of Pulp for Paper from Bagasse: The Minimum Quantity of Sodium Hydroxide Requierid in the Soda Process and the Quality of Pulp Prepared, J. Soc. Trop. Agric., Taihoku Imp. Univ., 13:89-100; C.A., 423175 (Cit. em C. J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept Series 8:105, Nova York).

- 92 - OTT, E., H. M. Spurlin e M. W. Grafflin
1954 - Cellulose and Cellulose Derivatives,
2a. Ed., 2a. P., 7 Cap., Interscience Publ.
Inc., Nova York; Interscience Publ. Ltd.,
Londres.
- 93 - PARSONS, J. L.
1926 - La Valeur de L'Essai de L' Alpha -
-Cellulose pour L'Industrie du Papier, Pa
per Trade J., 123 (8):211-215 (Cit em Chimie
& Industrie, 1927, 17 (1):112-113).
- 94 - PAYNE, J. H.
1934 - Bagasse Utilization, Ind. & Eng.
Chem., 26 (12): 1339-1341.
- 95 - PAYNE, J. H. e H. I. Mahon
1953 - Separation of Bagasse Pith and Fi
bre, U.S. Pat. 2805156 - Jan - 1953 e Set -
1957 (Cit. em Int. Sug. J., 1958, LX(713) :
147).
- 96 - POMÍLIO, U.
1938 - Process and Apparatus for Ex
tracting Cellulose Fibers from Vegetable
Materials, British Pat. 480170 - Fev-1938;
C. A., 32: 6060 (Cit. em C. J. West, 1952,
The Utilization of Sugar Cane Bagasse for
Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sug
ar Res. Found., Inc., Tech. Rept. Series
8: 112, Nova York).

- 97 - ROZA, J.J. de La
1946 - La Producción de Celulosa Purificada de Bagazo, Memorias de la XX Conferencia Anual : 449-459, Agoc. Tec. Azuc. Cuba, Havana.
- 98 - SCOTT, W.W.
1927 - Standard Methods of Chemical Analysis, 4a. Ed., 2 Vol., D. Van Nostrand Co., Nova York.
- 99 - SHAW, J.K.
1924 - Bagasse Treatment to Obtain Suitable Fibres for Paper Pulp and Boarding Manufacture, U.S. Pat. 1501924 - Julho - 1924 (Cit. em Int. Sug. J., 1925, XXVII (320)453-454).
- 100 - SHAW, J.K.
1924 - Production Bagasse Fibre (For Making Boarding), U.S. Pat. 1501925 - Julho - 1924 (Cit. em Int. Sug. J., 1925, XXVII (313) : 60).
- 101 - SHEN, T.K.
1955 - Efecto de la Remoción de Parenquima en la Calidad de Tabla de Bagazo, Informe 13, Taiwan Sug. Exp. Station: 209 - 222, (Cit. em Sugar y Azucar, 1957, 52 (2):70).
- 102 - STÉN, J.
1956 - Celulose de Bagaço de Cana, O Papel, XVII, Nov. : p. não numerada, São Paulo .

- 103 - SILVIO, G.
1930 - Porosité de Papiers, Papier, 33 (8):
843-855 (Cit. em Chimie & Industrie, 1931,
25(1): 155).
- 104 - SWINT, W. R.
1926 - Use of Bagasse Pith for Making Ex
plosives, U.S. Pat. 1609221 - Nov - 1926
(Cit. em Int. Sug. J., 1927, XXIX (339):173).
- 105 - TADOKORO, T. e M. Nishida
1942 - Chemical Studies of Bagasse Pulp,
J. Agric. Chem. Soc., Japan, 18: 1117 -
1118; C.A., 45: 4040 (Cit. em C. J. West,
1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse
for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-
Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Se
ries 8:141, Nova York).
- 106 - TATSUNO, T. e H. Goda
1940 - Morphological and Chemical Re
search on Bagasse of New Varieties of
Saccharum officinarum, Rept. Govt. Sugar
Expt. Station, Tainan, Formosa, Japan, 7:
203-218; C.A., 35: 5741 (Cit. em C. J.
West, 1952, The Utilization of Sugar Cane
Bagasse for Paper, Board, Plastics, and
Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn.
Rept. Series 8:198, Nova York).
- 107 - TRAQUAIR, J.
1947 - Fibrous Raw Materials Committee
Report - 1946, Tech. Assoc. Papers
30: 148 - 151.

- 108 - VÁZQUEZ, E. A.
1928 - Preparing Cane for the Recovery of Sugar and Pulp for Paper Making, Pat. Cubana 1688905 - Out. - 1928 (Cit. em Int Sug J., 1929, XXXI (364): 227-228).
- 109 - VÁZQUEZ, E. A.
1946 - Futuro Economico de la Fibra de la Caña de Azucar, Memorias de la XX Conferencia Anual: 503-516, Asoc. Tec. Azuc. Cuba, Havana.
- 110 - VÁZQUEZ, E. A.
1947 - Alguns Derivados de la Fibra de la Caña de Azucar y sus Custos de Producción, Memorias de la XXI Conferencia Anual: 301-325, Asoc. Tec. Azuc. Cuba, Havana.
- 111 - VÁZQUEZ, E. A.
1951 - Bagazo de la Caña de Azucar y su Adaptabilidad a la Fabricación de Pastas de Papel, Memorias de la XXV Conferencia Anual: 389-400, Asoc. Tec. Azuc. Cuba, Havana.
- 112 - VÁZQUEZ, E. A.
1951 - Caña de Azucar: Utilizacion de los Residuos de la Industria Azucarera, Ed. Tecnico Azucarero, Havana.
- 113 - WATSON, A. J., C. H. Stewart e H. E. Dadswell
1957 - Influenza dei Polisacaride Alcali-Solubili sulle Proprietá della Cellulosa e della Carta, L'Industria della Carta (1): 12.

- 114 - WAIMAN, O.
1955 - Molasses as a Feed when Used, with Cane Pith, Sugar J., 18 (4): 28-30 e 52.
- 115 - WELLS, S.D. e J.E. Atchison
1941 - Production of Pulp from Bagasse, Paper Trade J., 112 (13): 34-38 (Cit. em Int. Sug. J., 1941, XLII (516): 377).
- 116 - WEST, C.J.
1952 - The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., 2a Ed., Techn. Rept. Series 8 (Revised Ed. of Scientific Rept. 2), Nova York
- 117 - WIGGINS, L.F.
1952 - A Survey of the Work of the B. W. L. Sugar Research Scheme, Int. Sug. J., LIV (648) : 324-326.
- 118 - WILLIAMS, A.E.
1954 - Fabrication du Papier à partir de la Paille et de la Bagasse, Chem. A. Proc. Eng., 35(7):209-211 (Cit. em Chimie & Industrie, 73 (5):963-964).
- 119 - WILLIAMS, J.N.S.
1934 - Economic Possibilities of Fine Fraction of Bagasse, Rept. Assoc. Hawaiian Sug. Tech., 13, 162A-D (Cit. em C.J. West, 1952, The Utilization of Sugar Cane Bagasse for Paper, Board, Plastics, and Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn. Rept. Series 8: 200, Nova York).

120 - WILLIAMS, W.M.L.S.

1931 - Use of Bagasse in Wall Board
Manufacture, U.S. Pat. 1782755 - Nov -
1931; C.A., 25: 416 (Cit. em C.J. West,
1952, The Utilization of Sugar Cane Ba
gasse of Paper, Board, Plastics, and
Chemicals-Sugar Res. Found., Inc., Techn.
Rept. Series 8 : 154, Nova York).

121 - ZERBAN, F.W.

1943 - Sistema de Contrôles das Usinas
de Açúcar, Soc. Internacional de Tec.
Açuc. (Trad. Helio Morganti), Piracica
ba, São Paulo .

A execução de um trabalho exige sempre a colaboração, tanto moral como material, de muitos. A presente tese não fugiu à regra. Para a sua elaboração recorreu-se à diversas pessoas e organizações, cujos nomes não poderiam deixar de ser lembrados com gratidão. São êles:

- o Professor Doutor Jayme Rocha de Almeida - saudoso e querido mestre, ex Professor Catedrático da Cadeira de Tecnologia do Açúcar e do Álcool - pelos inúmeros favores prestados, quer proporcionando meios materiais, quer estimulando e orientando em todos os momentos necessários;
- a Refinadora Paulista S/A., na pessoa de seu ilustre Diretor, Comendador Helio Morganti, por ter posto à disposição todas as dependências, funcionários e elementos materiais da Fábrica de Celulose e Papel Morganti. A execução material deste trabalho teria sido impossível, não houvesse a Refinadora Paulista S/A. proporcionado esta oportunidade;
- o Engenheiro Alberto Fernandes Sagarra, o Engenheiro Químico José Moacyr Mendonça, o Engenheiro Agrônomo Eno de Miranda Cardoso, o Professor Doutor Guido Ranzani, o Engenheiro Agrônomo Enio Roque de Oliveira,

- o Engenheiro Agrônomo Zilmar Ziller Marcos, o Senhor Irton Cezarino, pelo estímulo, orientação e ajuda material;
- o Professor Doutor Frederico Pimentel Gomes, pelo planejamento, sugestões e indicações de toda a análise estatística;
 - a Companhia Melhoramentos de São Paulo - Industrias de Papel - nas pessoas dos Senhores Hasso Weiszflog - Diretor - e José Dartignan Ramos - Engenheiro Químico -, pela verificação das propriedades físicas das amostras elaboradas;
 - a Fundação Rockefeller e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pela ajuda material.

Finalmente, ficam aqui consignados os sinceros agradecimentos a todos os outros que direta ou indiretamente, moral ou materialmente, contribuíram para tornar este trabalho uma realidade.

