

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DA MADEIRA DE *Schizolobium amazonicum* PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE KRAFT

Jacqueline Jesus Nogueira da Silva¹, Gabriel Valim Cardoso², Francides Gomes da Silva
Júnior³, Diego Martins Stangerlin⁴

Resumo: O presente estudo tem o objetivo de avaliar as características tecnológicas do cerne e do alburno da madeira de *Schizolobium amazonicum* para a produção de celulose kraft. Para a realização da pesquisa foram utilizados discos das posições (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) em relação à altura comercial da árvore. Também foram realizadas análises da composição química (teor de extrativos e lignina), caracterização dendrométrica, e a determinação da massa específica das madeiras estudadas. Para a polpação kraft, os cavacos do cerne e do alburno foram cozidos separadamente em um digestor rotativo, com cargas de álcali ativo de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, sulfidez de 25% e temperatura de 166°C. Na massa específica básica o alburno apresentou valores estatisticamente maiores em comparação ao cerne. Na composição química os teores de extrativos foram estatisticamente maiores no alburno, que apresentou maior rendimento depurado (52,22%) em relação ao cerne (51,58%). O alburno foi a região que apresentou menor número kappa (19,56) em relação ao cerne (23,26) para a maior carga de álcali de 24%.

Palavras-chave: madeira tropical; qualidade da madeira; polpação.

TECHNOLOGICAL CHARACTERIZATION OF *Schizolobium amazonicum* WOOD FOR KRAFT PULP PRODUCTION

Abstract: The objective of this study is to evaluate the technological characteristics of *Schizolobium amazonicum*'s heartwood and sapwood for kraft pulp production. For this research, we used growth rings from the 0%, 25%, 50%, 75% and 100% positions of the commercial tree height. Also was analyzed of the chemical composition (contents of extractives and lignin), dendrometric characterization, and the determination of the specific

¹ Engenheira Florestal, Bolsista CNPq- Projeto Rede Clima, Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, <jacque_ufmt@hotmail.com>.

² Engenheiro Florestal, M.Sc. Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS, <gv-cardoso@hotmail.com>.

³ Engenheiro Florestal, Dr. Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, <fjr@usp.br>.

⁴ Engenheiro Florestal, Dr. Professor do Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Universitário de Sinop, Sinop, MT, <stangerlin@ufmt.br>.

mass of studied wood had been carried through. For kraft pulping, the heartwood and sapwood chips were cooked separately in a rotary with distilled water and active alkali of 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, and 24, sulphidity of 25% and temperature of 166 ° C. Chemical composition of sapwood displayed larger amounts of extractives that exhibited a higher screened yield (52.22%) in comparison with heartwood (51.58%). Sapwood also presented the lowest kappa number (19.56) in relation to heartwood (23.26) for the highest alkali charge of 24%.

Keywords: tropical wood; quality of wood; pulping.

1 INTRODUÇÃO

Mundialmente, as florestas cobrem, aproximadamente, 31% da área terrestre total, somando quatro bilhões de hectares. Consoante a essa informação, e segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Floresta Plantada - ABRAF (2010), um dos setores que tem apresentado constante crescimento é o setor florestal brasileiro, demonstrando já em 2009 uma participação em torno de 44% nas áreas de florestas plantadas no Brasil.

Na última década ocorreram altos investimentos da indústria que propiciaram o desenvolvimento econômico do Brasil, causando também impactos expressivos na produção de celulose que praticamente dobrou o volume produzido nesse período, com um crescimento médio de 6,5% ao ano (BRACELPA, 2011).

Existem inúmeras espécies cultivadas em florestas plantadas, além do eucalipto e do pinus, como é o caso do paricá (*Schizolobium amazonicum*) que apresenta seus plantios concentrados nos estados do Pará e Maranhão. A madeira de paricá é utilizada para vários fins, dentre os quais o mais empregado tem sido a fabricação de lâminas e compensados, além de ser considerada uma madeira de grande potencial para a produção de pasta celulósica em virtude de sua facilidade de deslignificação, imprescindível para o processo de branqueamento (PEREIRA, 1982 apud CARVALHO, 2007).

A ABRAF (2010) relata que em 2009 a área plantada com paricá no Brasil atingiu cerca de 85.320 ha, um acréscimo de 6,4% referente ao ano anterior em que totalizou 80.180 ha. Mesmo assim, a maioria das polpas celulósicas produzidas no Brasil é obtida a partir das espécies de pinus e de eucalipto, deixando uma grande lacuna na utilização de espécies nativas para esta finalidade. Segundo Matos et al. (2008), do ponto vista tecnológico é

possível que qualquer matéria prima fibrosa seja passível de utilização na produção de celulose.

O processo mais utilizado no Brasil para a produção da polpa é o kraft, no qual é necessário que a madeira seja submetida a uma série de processos em que é reduzida a uma massa fibrosa, através do rompimento das ligações entre fibras (SMOOK, 1994 apud MATOS et al., 2008).

A carga alcalina a ser aplicada na polpação kraft é determinada pela concentração dos reagentes utilizados e o valor desta depende do tipo de madeira e das condições que irão ser combinadas (temperatura, tempo e sulfidez) para atingir o grau de deslignificação desejado (CARDOSO, 2002).

Os extrativos e a lignina são constituintes considerados como indesejáveis no processo de produção de celulose química, sendo sua determinação um indicador que pode propiciar indiretamente estimativas sobre rendimento de processo e consumo de reagentes durante a polpação (BONFATTI JÚNIOR, 2010).

A madeira, por ser de origem natural, é classificada como sendo um material heterogêneo. As variações nas composições químicas, físicas e anatômicas da madeira são expressivas entre espécies, embora dentro da mesma espécie elas também ocorram, em função principalmente da idade, fatores genéticos e ambientais. Dentro de uma mesma espécie ocorrem variações significativas nos sentidos base-topo (axial) e medula-casca (radial). Nesse sentido, o conhecimento das propriedades tecnológicas da madeira é de suma importância para o melhor aproveitamento da mesma e, conseqüentemente, na obtenção de produtos de melhor qualidade.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as características tecnológicas do cerne e do alburno da madeira de *Schizolobium amazonicum*, visando à produção de polpa celulósica através dos parâmetros de massa específica básica, composição química e polpação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do presente trabalho foram abatidas, em povoamentos nativos, no município de Sinop-MT, duas árvores da espécie *Schizolobium amazonicum* (Huber ex Ducke), com 15 anos de idade.

Para caracterização dendrométrica e volumétrica utilizou-se o modelo de Smalian, onde foram mensuradas a altura total (Ht), a altura comercial (Hc) e o diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores. A seguir, houve a retirada de discos de cada posição (0%, 25%, 50%, 75% e 100%) referente à altura comercial das árvores, onde foram determinados os diâmetros médios do cerne do alburno.

Em seguida, cada disco foi cortado em quatro cunhas, com o auxílio de uma serra circular, das quais foi separado o cerne do alburno. Posteriormente, essas porções de cerne e alburno foram cortadas em cavacos, e então encaminhadas ao LQCE (Laboratório de Química, Celulose e Energia) da ESALQ-USP, para serem utilizadas na determinação da composição química, da massa específica e nos cozimentos kraft.

Para a determinação da massa específica básica os cavacos do cerne e do alburno foram colocados separadamente em sacos perfurados e em seguida levados para um dessecador bola a vácuo, permanecendo imersos em água por aproximadamente cinco dias, para retirada do ar e aceleração do processo de saturação. Após o processo de saturação em um pote de alumínio, pesou-se aproximadamente 100g de cavaco para a obtenção do seu peso úmido, a seguir, os cavacos foram levados para a estufa a uma temperatura de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, para a obtenção de sua massa seca. Para melhor avaliação dos resultados foram realizadas cinco pesagens das amostras, seguindo-se a metodologia do LQCE.

Antecedendo a caracterização da composição química, as amostras de madeira foram preparadas de acordo com NBR 14660 (ABNT, 2003). A partir da fração de 40/60 mesh, foram realizadas as análises químicas, em triplicata, para determinação do teor de extrativos e de lignina, conforme as normas NBR 14853 e NBR 7989 (ABNT, 2003), respectivamente.

Após a determinação dos teores de extrativos e lignina foi possível quantificar o teor de holocelulose por diferença.

Para a polpação kraft, primeiramente foram pesados 70g de cavacos secos ao ar de cerne e alburno e os mesmos foram armazenados em cápsulas, nas quais adicionou-se água destilada e álcali ativo (AA) ($\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$) com sulfidez de 25%, em seguida as mesmas seguiram para o cozimento, que foi realizado em um digestor rotativo de aquecimento elétrico. Realizou-se todos os cozimentos em triplicatas.

Na Tabela 1 são apresentadas as condições de cozimento tanto para cerne quanto para alburno.

Tabela 1. Relação dos parâmetros de controle utilizados nos cozimentos experimentais
Table 1. List of control parameters used in experimental cooking

Parâmetros de controle	Condição
Massa seca dos cavacos (gramas secas)	55
Álcali ativo, base NaOH (%)	10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24
Sulfidez (%)	25
Temperatura (°C)	166
Tempo de Aquecimento (min)	90
Tempo de Cozimento (min)	60
Relação Licor/Madeira (litros/kg)	5:1

Com o término do cozimento, as polpas foram lavadas em um hidrapulper e em seguida passaram por um depurador com fendas de 0,2mm, para o processo de depuração, para a determinação do rendimento bruto, depurado e o teor de rejeitos. As análises foram realizadas em triplicatas. Como medida de controle da deslignificação no processo de polpação, foi determinado o número kappa, que foi obtido pela oxidação da lignina residual com permanganato de potássio (KMnO₄) em solução acidificada, seguindo as normas estabelecidas pela TAPPI T236 cm-85. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente pelo teste LSD de Fischer ($p > 0,05$) e pela análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que o alburno foi a região que apresentou maior porcentagem volumétrica com 66,84%, em relação ao cerne com 33,16% (Tabela 2).

Tabela 2. Características dendrométricas e volumétricas das árvores amostradas.

Table 2. Dendrometric and volumetric characteristics of the trees.

A	HT (m)	HC (m)	Médias DAP (cm)								
			c/c	s/c	Cerne	Alburno					
1	28,0	21,3	24,5	24,2	13,0	11,2					
2	24,0	11,1	30,8	30,0	19,6	10,4					
\bar{x}	V.C.(m ³)		V.R.(m ³)		F.F.		Vol. (m ³)		%Vol.		Vol. Casca (%)
	c/c	s/c	c/c	s/c	c/c	s/c	Cer.	Alb.	Cer.	Alb.	
	0,92	0,88	0,64	0,60	0,70	0,68	0,19	0,41	33,16	66,84	6,50

Em que: A= Amostras; \bar{x} = Média; HT = Altura total; HC= Altura comercial; DAP= Diâmetro à altura do peito; c/c= com casca; s/c= sem casca; Cer.= Cerne; Alb.= Alburno; V.C.= Volume Cilíndrico; V.R.= Volume Real; F.F. = Fator de Forma; Vol.= Volumetria; %Vol.= Porcentagem Volumétrica; Vol. Casca= Porcentagem Volumétrica de Casca.

A massa específica básica da região do alburno difere-se estatisticamente da região do cerne. A média da massa específica básica entre o cerne e o alburno é de 0,339 g/cm³ (Tabela 3). Colli (2007) ao trabalhar com paricá encontrou uma massa específica média de 0,28 g/cm³, o que faz com que a madeira de paricá seja considerada leve. O mesmo autor observou ainda diferenças significativas na madeira no sentido radial, onde a madeira próxima à medula apresentou massa específica básica média de 0,26 g/cm³, enquanto próximo a casca a indicação foi de 0,30g/cm³.

Tabela 3. Massa específica básica e componentes químicos das regiões cerne e alburno da madeira de *Schizolobium amazonicum*

Table 3. Specific gravity and chemical components of the basic regions of heartwood and sapwood wood *Schizolobium amazonicum*

Região	M.E.B. (g/cm ³)	LS	LK	LT (%)	Holo.	ET
Alburno	0,38 a	1,60 a	23,21 a	24,80 a	69,49 a	5,71 a
Cerne	0,30 b	1,32 a	25,28 b	26,60 b	68,51 a	4,90 b

Em que: M.E.B.= massa específica básica; LS = Lignina Solúvel; LK = Lignina Klason; LT = Lignina Total; Holo.= Holocelulose; ET = Extrativos totais; médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de LSD de Fischer ($p>0,05$).

A velocidade de impregnação da madeira pelo licor de cozimento e conseqüente ritmo de deslignificação são influenciados pela massa específica, pois madeiras que forem menos densas tornam mais fácil seu processo de deslignificação (FOELKEL et al., 1971). Nesse sentido, pode-se destacar a potencialidade da madeira de paricá para produção de celulose.

A lignina solúvel e a holocelulose encontradas no cerne e no alburno não difere entre si. Enquanto isso, a lignina klason (insolúvel), a lignina total e o teor de extrativos são estatisticamente diferentes entre os lenhos (Tabela 3).

Para a lignina total Matos et al.(2008) encontraram uma taxa de 25,32%, valor este próximo ao encontrado na presente pesquisa, 24,80 % para o alburno e 26,60% para o cerne. Já Carvalho (2007), para a mesma espécie, encontrou uma taxa de lignina total de 34,70%, um valor alto considerado pelo autor.

Neste estudo o alburno apresentou maiores teores de extrativos (5,71%), comparado ao cerne (4,90%). De acordo com Uprichard; Lloyd (1980), algumas classes de extrativos são mais frequentes no alburno quando comparado ao cerne, o que pode justificar o resultado apresentado.

Tabela 4. Médias do rendimento bruto e do teor de rejeitos obtidos no processo kraft
Table 4. Average of gross income and amount of wastes obtained from the kraft process

AA	RB _{alb} (%)	RB _{cer} (%)	TR _{alb} (%)	TR _{cer} (%)
10	70,73 ^{aA}	73,60 ^{aA}	14,52 ^{aA}	9,05 ^{aA}
12	68,98 ^{aA}	68,88 ^{bA}	4,68 ^{bA}	3,98 ^{bA}
14	64,04 ^{bA}	61,93 ^{cA}	1,41 ^{cA}	3,23 ^{bcA}
16	58,71 ^{cA}	58,28 ^{dA}	0,74 ^{cdA}	0,65 ^{cdA}
18	55,81 ^{cdA}	54,94 ^{eA}	0,47 ^{cdA}	0,78 ^{cdA}
20	53,80 ^{dA}	54,26 ^{eA}	0,24 ^{cdA}	0,43 ^{dA}
22	53,09 ^{dA}	53,02 ^{fA}	0,08 ^{cdA}	0,19 ^{dA}
24	52,26 ^{dA}	51,88 ^{gA}	0,04 ^{dA}	0,30 ^{dA}

Em que: AA= álcali ativo; RB= rendimento bruto; TR= teor de rejeitos; alb= alburno; cer= cerne; médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e letras maiúsculas na horizontal, para o mesmo parâmetro, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de LSD de Fischer ($p > 0,05$).

O rendimento bruto tende a diminuir com o aumento da carga de álcali aplicada (Figura 1), considerando ainda que o rendimento bruto entre o cerne e o alburno não diferem estatisticamente entre si (Tabela 4).

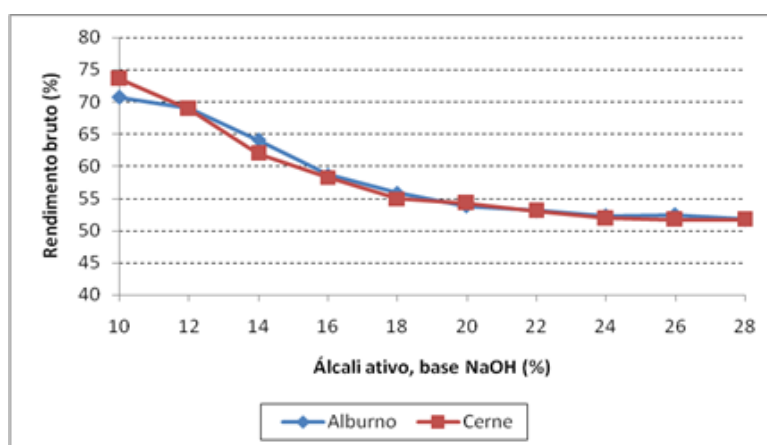


Figura 1. Relação entre o rendimento bruto e a carga de álcali ativo usadas cozimentos dos cavacos do cerne e do alburno de paricá.

Figure 1. Relationship between unscreened yield and active alkali charge used in the cooking of the chips of heartwood and sapwood of the paricá.

Para o alburno o rendimento bruto frente às cargas de álcali de 18% a 24% (55,81% a 52,26%) não diferem, assim como a de 10% é igual a de 12% (70,73% e 68,98%) e a de 16% é igual a de 18% (58,71% e 55,81%). Nota-se que apenas a carga de 14% (64,04%) se

diferencia das demais. Já no caso do cerne, apenas as cargas de 18% e 20% (54,94% e 54,26%) não diferem entre si, enquanto as demais médias diferem estatisticamente umas das outras.

As médias referentes ao teor de rejeito no alburno com as cargas de 14% a 22% (1,41% a 0,08%), as de 16% a 24% (0,74% a 0,04%) não diferem entre si, apenas as de 10% e 12% (14,52% e 4,68%) diferem estatisticamente das demais (Tabela 4). Para o cerne as médias que não se diferem são as que estão nos níveis de álcali de 12% e 14% (3,98% e 3,23%), as de 14% a 18% (3,23% a 0,78%) e as de 16% a 24% (0,65% a 0,30%), apenas a carga com álcali de 10% (9,05%) é diferente das demais médias. Entre o cerne e o alburno as médias referentes ao teor de rejeitos não diferem estatisticamente entre si.

Matos et al. (2008) encontraram rendimento médio de rejeito para a carga de álcali de 10% de 34,9%, o que não ocorreu no presente trabalho onde as médias encontradas, tanto para o cerne quanto para o alburno, com carga de álcali de 10% foram bem inferiores 9,05% e 14,52%, respectivamente.

Com o aumento da carga alcalina os teores de rejeitos tendem a diminuir, e isso ocorreu tanto com o cerne quanto para o alburno, ambos obtiveram menos de 2% de rejeito quando aplicado às cargas de álcali maiores de 14% e 16%, para o alburno e para o cerne, respectivamente (Figura 2). Segundo Bonfatti Júnior (2010), a diminuição dos teores de rejeitos está relacionada com a boa impregnação do licor e difusão na madeira durante o processo de polpação.

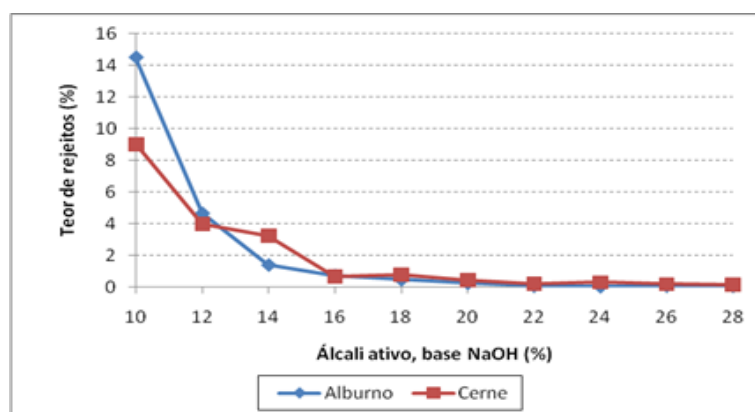


Figura 2. Teor de rejeito em relação à carga de álcali ativo aplicado no cozimento dos cavacos de cerne e de alburno.

Figure 2. Content of rejects in relation to the active alkali charge applied to the cooking of chips of heartwood and sapwood.

Na Tabela 5 estão presentes todas as médias obtidas para avaliação dos parâmetros de rendimento depurado e número kappa.

Tabela 5. Médias referentes ao rendimento depurado e número kappa obtidos no processo kraft.

Table 5. Mean values for the screened yield and kappa number obtained from the kraft process.

AA	RD _{alb} (%)	RD _{cer} (%)	KP _{alb}	KP _{cer}
10	56,20 ^{bcA}	64,56 ^{aA}	130,84 ^{aA}	134,59 ^{aA}
12	64,31 ^{aA}	65,90 ^{aA}	103,27 ^{bA}	106,55 ^{bA}
14	62,63 ^{aA}	58,70 ^{bA}	69,16 ^{cA}	71,60 ^{cA}
16	57,97 ^{bA}	57,63 ^{bA}	47,38 ^{dA}	48,80 ^{dA}
18	55,34 ^{bcA}	54,17 ^{cA}	31,90 ^{eA}	36,40 ^{eA}
20	53,56 ^{cA}	53,82 ^{cA}	25,91 ^{efA}	29,70 ^{fA}
22	53,01 ^{cA}	52,83 ^{cA}	21,57 ^{fA}	22,98 ^{gA}
24	52,22 ^{dA}	51,58 ^{cB}	19,56 ^{fA}	23,26 ^{gA}

Em que: AA= álcali ativo; KP= Kappa; RD= rendimento depurado; alb= alburno; cer= cerne; médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e letras maiúsculas na horizontal, para o mesmo parâmetro, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de LSD de Fischer ($p > 0,05$).

Uma das características principais do processo kraft é a alta qualidade da celulose obtida, a qual é avaliada basicamente pelo teor de lignina residual, ou seja, o número kappa (MATOS et al., 2008).

Em um processo do cozimento deseja-se diminuir o número kappa aumentando os níveis de álcali ativo. Em virtude desse aumento, o rendimento depurado acaba diminuindo, pois, além de retirar lignina da madeira, acaba-se perdendo outros componentes importantes como a celulose e hemiceluloses, que são carboidratos que compõem a polpa de celulose. Como já era esperado, é possível observar que o rendimento depurado tende a diminuir com o aumento da carga de álcali ativo (Figura 3).

Os níveis de álcali de 10%, 16% e 18% (56,20% a 55,34%), para o rendimento depurado do alburno, não diferem entre si, ocorrendo o mesmo para as cargas de 12% e 14% (64,31% e 62,63%) e de 18% a 22% (55,34% a 53,01%), de maneira que apenas a média referente à carga de álcali de 24% (52,22%) se difere das demais (Tabela 5).

Para o cerne, a cargas de 10% e 12% (64,56% e 65,90%), as de 14% e 16% (58,70% e 57,63%) e as cargas de 18% a 24% (54,17% a 51,58%) não diferem entre si estatisticamente.

É possível observar ainda na Tabela 5 que o rendimento depurado entre o cerne e o alburno se difere apenas para a carga de álcali de 24%, onde o alburno apresentou uma média de 52,22% e o cerne 51,58%. Estes valores são próximos aos encontrados por Matos et al. (2008), que obtiveram um rendimento depurado de 54,8% para a carga de álcali de 24%.

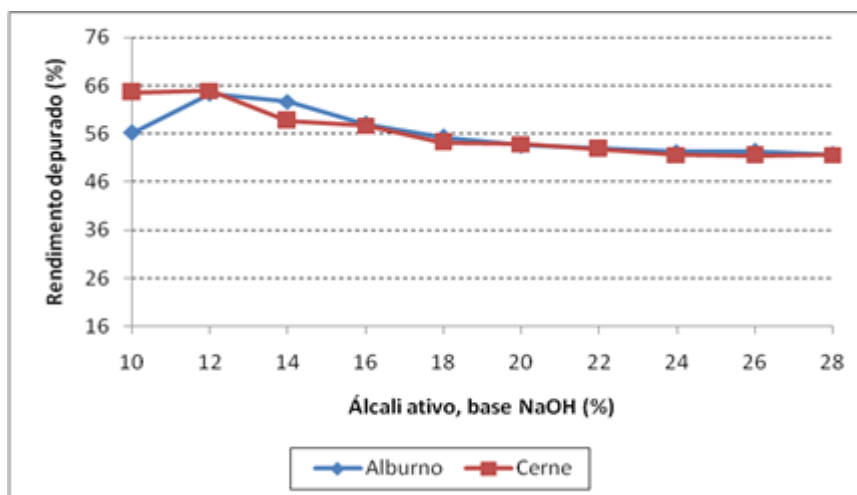


Figura 3. Relação entre o rendimento depurado e a carga de álcali ativo usadas nos cozimentos dos cavacos do cerne e do alburno de paricá.

Figure 3. Relationship between the screened yield and active alkali charge used in the cooking of the chips of heartwood and sapwood of the paricá.

A Tabela 6 apresenta os modelos matemáticos para estimativa do rendimento depurado em função do número kappa e álcali ativo.

Tabela 6. Modelos matemáticos para estimativa do rendimento depurado em função do número kappa e do álcali ativo.

Table 6. Mathematical models to estimate the screened yield as a function of kappa number and alkali charge.

Parâmetros	Modelo Cerne	R ²	Modelo Alburno	R ²
RD x NK	$y = -0,000x^2 + 0,242x + 46,84$	0,97	$y = -0,002x^2 + 0,470x + 43,56$	0,95
RD x AA	$y = 0,203x^2 - 3,842x + 69,38$	0,94	$y = -0,231x^2 + 0,722x + 59,55$	0,62

Em que: RD = Rendimento depurado; NK = Número kappa; AA = Álcali ativo.

A indústria de celulose busca cada vez mais a obtenção de uma polpa de melhor qualidade e para isso é essencial a redução do kappa no processo. Essa diminuição torna o procedimento mais custoso, pois é necessário aumentar os níveis de álcali ativo, e quanto maior o teor de álcali maior será a deteriorização da madeira e menor será o seu rendimento.

De acordo com Foekel (2009), o licor kraft de cozimento é utilizado com a finalidade de deslignificar a madeira e promover a individualização das fibras. Entretanto, ele não é muito seletivo e causa sérios efeitos deletérios em carboidratos da madeira. Seus íons químicos ativos, especialmente as hidroxilas, atacam os carboidratos da parede celular do vegetal, fragmentando-os, despolimerizando-os e solubilizando-os. Uma das formas de se ganhar rendimento de polpa depurada é exatamente pela maior proteção contra a degradação das hemiceluloses e da celulose, reduzindo a degradação que se dá principalmente através da despolimerização terminal conhecida como “reação de peeling”.

Como já era esperado, o número kappa reduziu com o aumento dos níveis de licor branco (Figura 4). Os resultados para o cerne e para o alburno foram semelhantes, alcançando kappa abaixo de 25 com as cargas acima de 22% de álcali ativo, e não houve diferença significativa entre as duas regiões, as polpas com maiores kappa foram as que utilizaram menos licor branco.

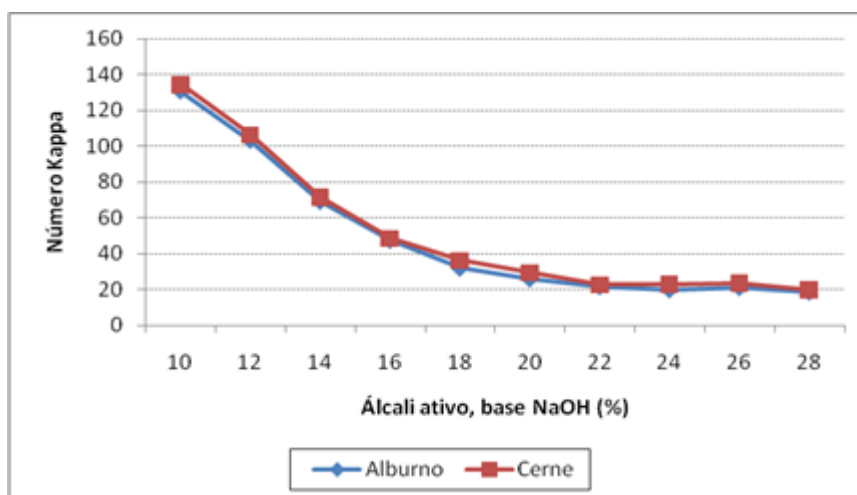


Figura 4. Número kappa em função do álcali ativo aplicado no cozimento dos cavacos do cerne e do alburno.

Figure 4. Kappa number as a function of active alkali used in cooking the chips of the heartwood and sapwood.

As médias do alburno referentes ao kappa das cargas de álcali de 18% e 20% (31,90 e 25,91), e as de 20% a 24% (25,91 a 19,56) não diferem entre si (Tabela 5). Já as cargas de 10% a 16% (130,84 a 47,38) são estatisticamente diferentes das demais médias. Para o cerne, apenas as cargas de 22% e 24% (22,98 e 23,26) são estatisticamente iguais enquanto as demais cargas são todas estatisticamente diferentes entre si.

Matos et al., (2008), cita em sua pesquisa que o kappa do gênero de *Eucalyptus* para produção de polpa destinada à produção de papel de impressão, polpa branqueável, deve estar próxima de 18. Eles observaram também em seu trabalho com a espécie paricá que os álcalis ativos de 22% (20,1) e 24% (17,9) podem ser destinados a esta finalidade, mesmo que no presente trabalho o kappa mais próximo do encontrado pelo autor foi o obtido na região do alburno, com a carga de 24% e kappa de 19,56.

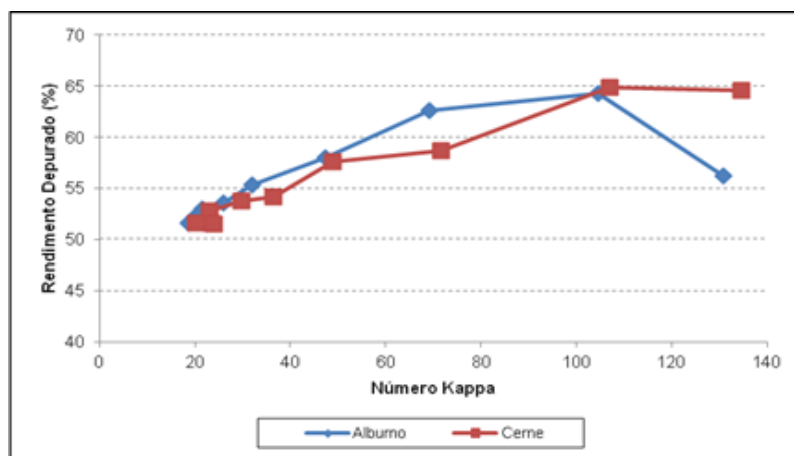


Figura 5. Rendimento depurado em função do número kappa para celulose do cerne e do alburno.

Figure 5. Screened yield as a function of kappa number pulp for heartwood and sapwood.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se concluir que o alburno configurou como a região com maior teor de extrativos (5,71%) e ainda apresentou maior massa específica ($0,38\text{g/cm}^3$) em relação ao cerne, o mesmo também apresentou maior rendimento depurado (52,22%) em relação ao cerne (51,58%).

A celulose obtida do cerne e a obtida no alburno diminuíram seu número kappa com o aumento da carga de alcalina, logo o nível de álcali ativo 24% apresentou os menores valores de número kappa 19,56 e 23,26, para o alburno e para o cerne, respectivamente.

Com essas análises pode se observar que não é necessário fazer a separação do cerne e do alburno para a produção de celulose, pois ambas as regiões apresentaram valores semelhantes em todos os parâmetros avaliados.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA). **Evolução da produção brasileira de celulose**. Disponível em:

<<http://www.bracelpa.org.br/bra2/?q=node/139>>. Acesso em: 30 set 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14660: Madeira - Amostragem e preparação para análise**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 14853: Madeira - Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 7989: Pastas celulósicas e madeira - Determinação de lignina insolúvel em ácido**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2010 ano base 2009**. Brasília: ABRAF, 2010, 140p.

BONFATTI JÚNIOR, E. A. **Caracterização das propriedades anatômicas, química e densidade da espécie *Bambusa vulgaris* Schrad. ex. J.C.Wendl., para a produção de celulose kraft com diferentes cargas de álcali**. 2010, 67f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal), Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

CARDOSO, G.V.; FRIZZO, S.M.B.; ROSA, C.A.B. Otimização das condições do cozimento kraft de *Eucalyptus globulus* em função do teor de lignina da madeira. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 35., 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 2002. p.3-4.

CARVALHO, P.E.R. **Paricá, *Schizolobium amazonicum***. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 8p. (Circular técnica 142).

COLLI, A. **Caracterização da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e propriedades de chapas e partículas aglomeradas com diferentes proporções de fibras de coco (*Cocos nucifera* L.)**. 2007, 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

FOELKEL, C.E.B. **Individualização das fibras da madeira da madeira do eucalipto para a produção de celulose Kraft**. Porto Alegre: Grau Celsius, 2009. 107p.

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M.; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de Cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, n.2/3, p.65-74, 1971.

MATOS, M.R.; ARRUDA, T.P.M.; SILVA JÚNIOR, F.G. Avaliação das características químicas e polpação kraft do Pinho-cuiabano – *Schizolobium amazonicum* ducke. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, 1., 2008, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: UFRRJ, 2008. p.1-2.

UPRICHARD, J.M.; LLOYD, J.A. Influence of tree age on the chemical composition of radiata pine. **N. Z. J. Forest Sci.**, v.10, p.551-557, 1980.