



14 a 17 de Outubro 2002 - São Paulo - Brasil
October 14-17, 2002

Estudo da qualidade da polpa obtida de serragem, de minicavacos de madeira e de resíduos de celulose de Eucalyptus spp.

Kraft pulping of Eucalyptus wood sawdust, pin chips and rejects from previous cooking

Cristiane Pedrazzi
Sonia M.B. Frizzo
(**Universidade Federal de Santa Maria**)

Celso E.B.Foelkel
(**Grau Celsius Ltda.**)

Patricia Oliveira
(**Klabin Riocell S/A**)

Estudo da qualidade de polpas obtidas de serragem, mini-cavacos de madeira e rejeitos da fabricação de celulose kraft de eucalipto

Autores:

Cristiane Pedrazzi¹, Celso Edmundo Bochetti Foelkel², Patrícia de Oliveira³, Sonia Maria Bitencourt Frizzo⁴

¹ Mestranda de Eng. Florestal, CCR, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

² Eng. Agrônomo, Dr. , Grau Celsius Ltda, 91330-520, Porto Alegre, RS , Brasil

³ Mestranda de Química, UFRGS, 92500-000 , Klabin Celulose S.A, Guaíba, RS , Brasil

⁴ Eng. Florestal, MSc, Prof. Adjunto. Dep. Química, CCNE, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS , Brasil

A abundância de florestas naturais contribuiu para o aparecimento e o desenvolvimento de diversas indústrias madeireiras no Brasil. Porém, devido à intensa exploração destas florestas, a matéria-prima fibrosa tem-se tornado cada vez mais um recurso escasso para a indústria. Hoje, devido a uma exploração e utilização não racional dos povoamentos naturais no passado, a madeira obtida de plantações florestais passou a se constituir na principal fonte de matéria-prima para as diversas indústrias madeireiras. A crescente expansão do mercado de celulose e papel tem gerado inúmeras adequações e melhorias constantes em todos os segmentos diretamente ligados ao processo, visando o aumento no rendimento e na qualidade do produto final. Com o desenvolvimento da indústria de celulose e papel, associado à escassez de madeira no mercado, a procura por novas formas de aproveitamento da madeira foi uma das soluções encontradas pelas indústrias para ajudar na solução do problema. As plantações e o manejo florestal, apesar de suprirem esse tipo de indústria, permitem que se vislumbrem possibilidades de economias na utilização da madeira que produzem. Resíduos fibrosos, como os de serrarias e do sistema industrial de fabricação de celulose, podem ser transformados em fontes de lucro, tanto para a utilização como combustível, como para a própria produção de celulose. Com a possibilidade do uso de novas fontes de matéria-prima fibrosa, especialmente destes tipos de resíduos fibrosos, ocorreu a necessidade de se conhecer melhor a morfologia de fragmentos de madeira não convencionais e seus efeitos sobre a qualidade e o processo de produção de celulose e papel. Por isso, optou-se pela realização do presente estudo. A utilização, pelas indústrias de celulose e papel, de formas de cavacos não convencionais, obtidos principalmente de resíduos fibrosos, tende a crescer cada vez mais, devido à escassez de material fibroso no mercado, ao custo da madeira na fabricação da celulose e à possibilidade de se ter uma produção mais eco-eficiente. O presente trabalho constou da análise de resíduos fibrosos como a serragem grosseira isenta de pó de madeira, minicavacos ou palitos e rejeitos pré-cozidos da indústria, provenientes de madeira de *Eucalyptus spp* oriundas do abastecimento da indústria de celulose e papel. Foram escolhidos quatro tipos diferentes de materiais fibrosos, sendo que três são considerados ou resíduos ou materiais de segunda qualidade. O quarto material, que serviu de testemunha, era a própria matéria-prima cavacos industriais, em conformidade com os requisitos de qualidade desejados. O objetivo era definir a qualidade da celulose kraft obtida desses materiais, o rendimento de conversão, e as resistências físico-mecânicas das polpas obtidas a partir deles. Realizaram-se cozimentos experimentais para alcançar um número kappa pré-fixado como igual a $18,2 \pm 0,8$. O consumo real de álcali efetivo pelas diferentes madeiras foi entre 84 e 88% da carga aplicada, exceto para os rejeitos (70%). O refino foi realizado em moinho PFI. As celuloses refinadas e avaliadas eram do tipo não branqueada e depurada e eram provenientes dos cozimentos otimizados da serragem grosseira, dos palitos, dos rejeitos de cozimento e também a polpa testemunha resultante dos cavacos normais. As celuloses não branqueadas foram avaliadas quanto aos seus rendimentos depurados, viscosidade intrínseca, solubilidade em soda a 5%, alvura e ensaios físico-mecânicos (energia de refino, volume específico aparente, resistência ao rasgo, à tração e à ascensão capilar de água Klemm).

Tabela 1	Serragem	Palitos / Mini-cavacos	Rejeitos	Cavacos normais
Rendimento depurado, %	48,29	50,93	66,81	51,72
Viscosidade, cm³/g	1005	1083	977	1039
Alvura, %IS0	37,0	40,5	27,9	40,6
S 5, %	11,0	9,6	9,6	10,3
Consumo álcali efetivo , % base madeira	16,9	15,7	7,3	15,1

Foi possível notar comportamentos diferentes para os diversos materiais, entretanto todos foram desdesignificados até celuloses não branqueadas sem maiores problemas. As frações de madeira

mais diminutas consumiram mais álcali para o cozimento, como era de se esperar pela sua maior superfície de reação (serragem e palitos). Pode-se observar que a serragem apresentou menor rendimento depurado em celulose (48,29%) e os palitos apresentaram valores próximos aos dos cavacos normais. Os maiores valores de rendimento foram encontrados para os rejeitos da indústria (“nós ou rejeitos”), quando o rendimento depurado foi de 66,81%. As viscosidades foram aceitáveis para as polpas de serragem, palitos e comparáveis às de cavacos normais. A celulose que mais apresentou características desfavoráveis foi a de rejeitos do digestor, com menores viscosidades, S_5 e alvuras. Por outro lado, esses rejeitos são normalmente recozidos industrialmente, consumindo baixa carga de álcali e não são relatados problemas de prejuízos à qualidade do produto final devido sua conhecida e praticada reciclagem.

A seguir estão apresentados gráficos e comentários sobre as características físicas e mecânicas das celuloses.

Figura 1: Energia de refino

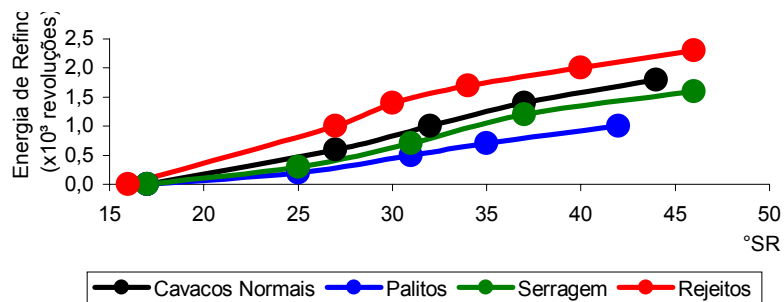


Figura 2 : Volume específico aparente

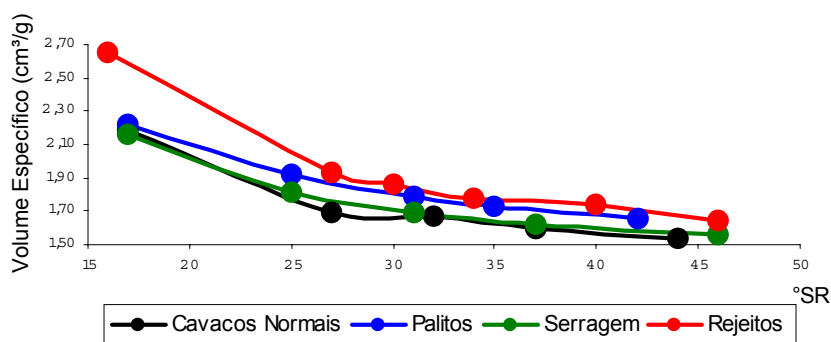


Figura 3: Resistência ao rasgo

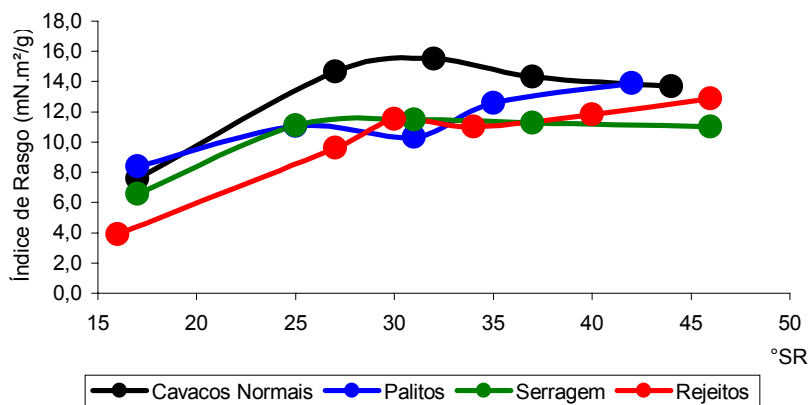


Figura 4: Resistência à tração

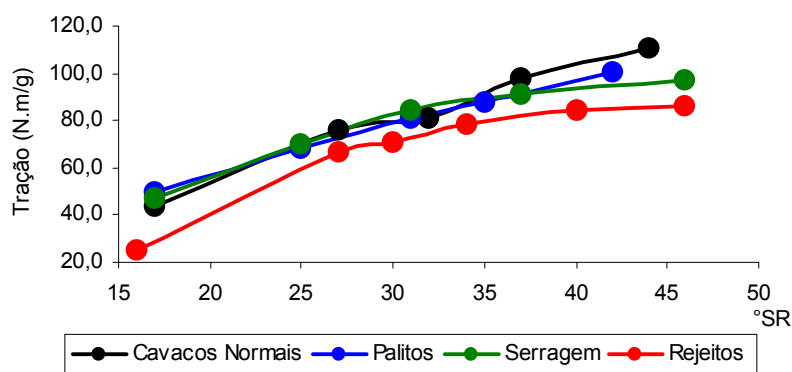
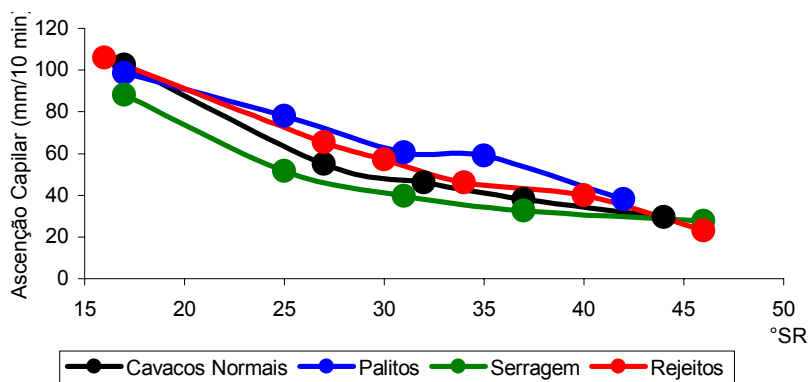


Figura 5: Ascensão capilar Klemm



De uma maneira geral, as celuloses mostraram curvas parecidas para desenvolver suas propriedades físicas e mecânicas em função do grau Schopper Riegler. Como era de se esperar, algumas diferenças entre as matérias-primas puderam ser notadas, principalmente levando em conta as diferenças tão marcantes quanto ao fracionamento mecânico da madeira na preparação da serragem e dos mini-cavacos ou palitos. Além disso, a polpa de rejeitos era produzida com material fibroso duplamente cozido pelo processo kraft. As propriedades dos rejeitos foram as que mostraram maiores diferenças em relação às demais: apresentaram menores resistências à tração e ao rasgo; maior volume específico aparente e ascensão capilar comparável às melhores. Exceto quanto à resistência ao rasgo, quando os cavacos industriais resultaram em melhores celuloses, para as outras propriedades, as celuloses de serragem e de palitos foram equivalentes à celulose referência. Pode-se afirmar que as matérias-primas fibrosas como a serragem grosseira, os mini-cavacos ou palitos e os rejeitos do digestor são tecnicamente viáveis para a produção de polpas kraft, produzindo celuloses de aceitáveis rendimentos e propriedades físico-mecânicas. Desde que sejam adequadamente preparadas e se utilizem condições otimizadas de cozimento, esses materiais são excelentes fontes de fibras para a fabricação de celulose. Com isso, as indústrias passarão a desperdiçar menos, serão mais eco-eficientes e poderão contar com quantidades adicionais de recursos fibrosos de baixo custo, sem comprometer a qualidade dos produtos finais. O manejo e manuseio adequados desses resíduos dependerá de arranjos locais para cada unidade industrial, mas a idéia é processá-los separadamente para otimizar resultados e performances e misturar as polpas de resíduos posteriormente com a polpa de cavacos convencionais, sem prejuízos de qualidade aos produtos finais da indústria.

Palavras chaves: processo kraft, eucalipto, serragem, mini-cavacos, rejeitos, cavacos, resíduos fibrosos.

Kraft pulping of *Eucalyptus* wood sawdust, pin chips and rejects from previous cooking

Authors:

Cristiane Pedrazzi¹, Celso Edmundo Bochetti Foelkel², Patricia de Oliveira³, Sonia Maria Bitencourt Frizzo⁴

¹ Graduate student in Forestry, CCR, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS, Brazil

² Agronomist, Dr. , Celsius Degree Ltd., 91330-520, Porto Alegre, RS , Brazil

³ Graduate student in Chemistry, UFRGS, 92500-000 , Klabin Celulose S.A, Guaiba, RS , Brazil

⁴ Forest engineer, MSc, Professor. Dep. Chemistry, CCNE, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS , Brazil

The presence of abundant natural forests in Brazil was responsible for the birth and growth of several industries based on wood as raw material. However, due to intense and non rational utilization of these forests along decades and centuries, the fibrous resources from natural forests are becoming scarce. The wood coming from plantation forests is now-a-days the most important source of raw material to the forest based industry. The continuous growth of the pulp and paper market has contributed to the development of this industry in Brazil, with important improvements in the processes of the all production chain. Environment, quality and yields have been very positively impacted due to the special attention given to their development. The growth of the pulp and paper production is being totally based on plantations. However, the reduction in the pulpwood offer in the agribusiness has accelerated the studies to better utilize the available wood resources, with the aim to minimize this problem. Although the plantations and the sustainable forest management are being very positive to provide the wood needs to the pulp and paper industry, there are significant rooms for improvements. Wood residues, as those originated in sawmills and from the pulping processes may become source of profits instead of losses and pollution. They may be used as biomass fuel or fibrous providers. Due to these facts, it is fundamental to better know the pulping ability of some of the wood residues generated in the industrial pulp manufacturing process. The aim of the present study was the evaluation of wood residues to kraft pulping destination, with understanding of the impact on pulp quality and yields. The utilization of wood residues as non conventional wood fiber sources has a great potential for growth, due to the cost of the raw material, the scarcity of wood in some regions, and the objective to develop a more eco-efficient industry. In this study, the following raw materials were evaluated: coarse sawdust free from the presence of wood powder, pin chips, and pulping rejects from previous kraft cooking ("knots"). All these residues were obtained in an *Eucalyptus* kraft pulp mill, located in South of Brazil. The pulping ability of these three residues was compared to a reference source of wood: standard chips coming from the same mill and collected at the same time the wood residues had been collected. The objectives were to evaluate kraft pulping, yields and PFI refining and physical testing of the unbleached pulp handsheets. Initially, the ideal cooking conditions for each fibrous source was investigated. After, the woods were all cooked to be converted in kraft pulps with kappa number in the range 18.2 ± 0.8 . The real consumption of effective alkali by the woods was measured for each raw material. In general, this consumption was 84 to 88% of the applied charge of effective alkali, except to rejects (70%). Pulp refining and physical testing followed TAPPI standard methods. The optimized conditions for kraft cooking were used to generate the pulps used for refining and testing.

All pulps were evaluated regarding kraft pulp yields, intrinsic viscosity, 5% caustic soda solubility, brightness, and physical testing (number of revolutions in the PFI to given °Schopper Riegler, bulk, tear and tensile strengths, and Klemm water absorption).

Table 1	Sawdust	Pin chips	Rejects	Standard chips
Screened pulp yield, %	48,29	50,93	66,81	51,72
Viscosity, cm³/g	1005	1083	977	1039
Brightness, %ISO	37,0	40,5	27,9	40,6
S 5, %	11,0	9,6	9,6	10,3
Consumption of effective alkali , % based on wood	16,9	15,7	7,3	15,1

It was possible to detect the different behaviors for the different raw materials, even considering they had all been cooked to the same kappa number. No special problems could be related during

pulping, all leading to good quality pulps. The small-sized wood fragments (sawdust and pin chips) were the raw materials with highest effective alkali consumption, as expected due to their larger area of reaction;. Sawdust had the lowest screened pulp yield, but not disappointing at all. The highest values for pulp yield was achieved when cooking the rejects (66.81%). Pin chips was close to standard chips. Pulp viscosity was in acceptable level for sawdust and pin chips. The pulp showing the worst performance was the one obtained from rejects from a previous cooking: lower viscosity, S5, and brightness. However, these industrial rejects are usually recooked in industrial procedures, without impacting the end product quality. Reject recycling is a common practice in industrial operation. Physical testing according to beating development are presented in the following graphs:

Figure 1: Number of revolutions PFI

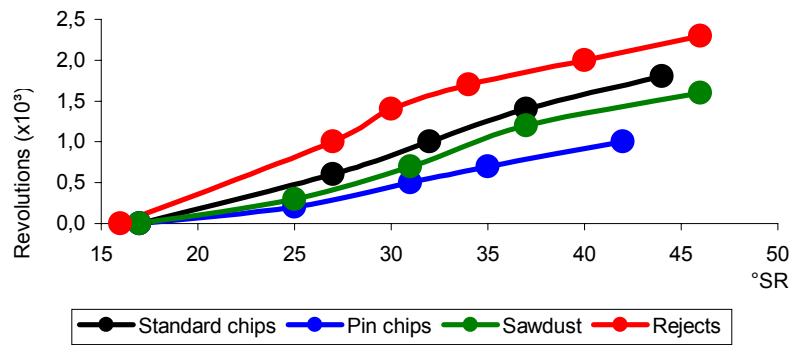


Figure 2 : Bulk

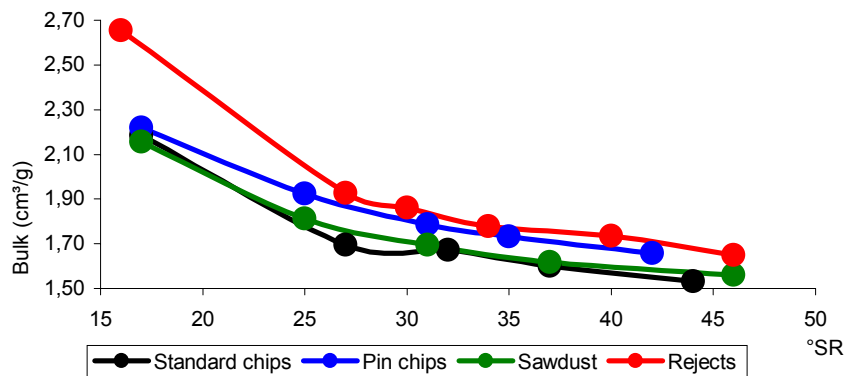


Figure 3 : Tear Strength

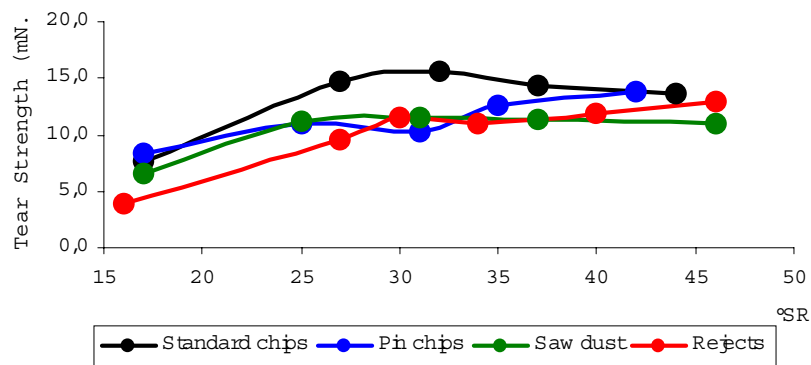


Figure 4: Tensile Strength

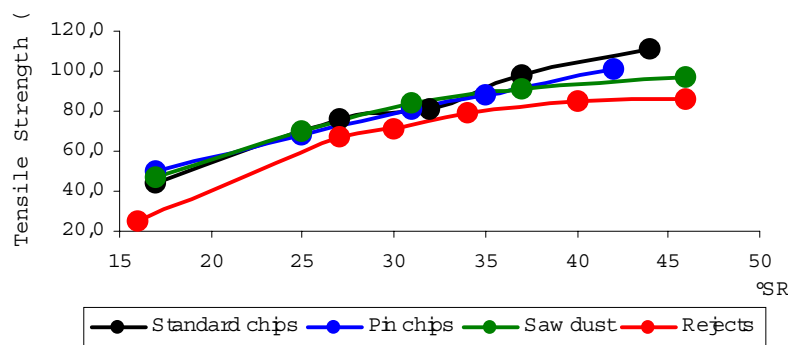
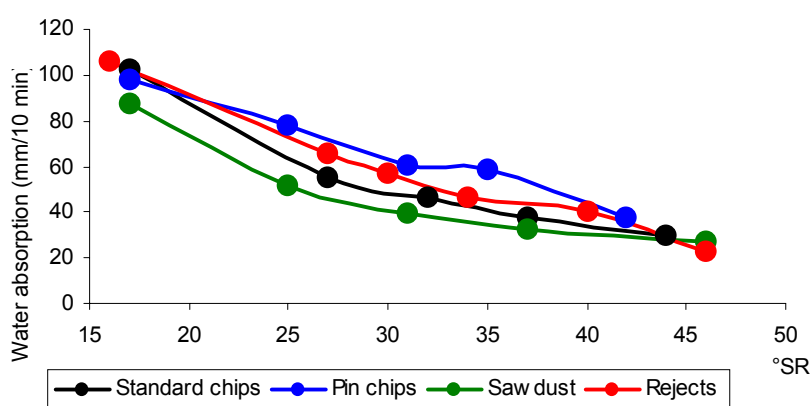


Figure 5: Water absorption Klemm



As a rule, the pulps had similar curves for physical testing development as a function of Schopper Riegler. However, as it was expected, some differences were possible to be detected. This is reasonable to be understood due to the fact that the residues are very much different in fractionating and preparation in relation to standard chips. Sawdust and pin chips are drastically fragmented wood and the pulp from digester rejects are double cooked material. The pulp from rejects had the most significant differences: lower tensile and tear strengths, higher bulk, and water absorption comparable to the best studied pulps. Except to tear strength, when the standard chips had the best pulp tear, the other pulp properties to the sawdust and pin chips pulps were proved to be similar to the standard chips pulp. It is possible to state that coarse sawdust, pin chips and rejects from digester are technically feasible raw materials, as far the kraft cooking conditions be kept optimized to each of them. The materials have also to be prepared in adequate way prior to kraft cooking. Pulp yields and physical tests were acceptable to all of these residues. Having this in mind, these wood residues may be converted into pulp. The mills are to save wood, reducing losses and pollution, and they are to become more eco-efficient. This procedure is expected not to harm the end product quality in the pulp mills. The adequate handling and management of these wood residues will be designed according to local conditions and arrangements. The idea is to process them independently, due to their different needs for cooking. Then, the pulps may be blended to the standard chips pulp. Wood residues are to become final products, costs will be saved, and wood resources will be more efficiently used.

Keywords: kraft process, eucalyptus, sawdust, pin chips, rejects, chips, wood residues