

MISTURAS DE POLPAS BRASILEIRAS COM O EUCALIPTO

Vera Sacon
Sérgio Menochelli
Edvins Ratnieks

Riocell S.A.

Guaíba- RS
Brasil

1. Introdução

Existem no Brasil diversos tipos de polpas sendo produzidas ao nível industrial. Algumas têm importância regional, outras têm importância internacional. Estas matérias primas disponíveis são a essência do papel nacional. Podem determinar propriedades únicas nos papéis produzidos a partir dos mesmos, além das vantagens econômicas. Julgamos que qualquer esforço de especialização ao nível papelero deve incluir a análise de matérias primas locais, seja pelo custo, seja pelo potencial papelero.

Parece-nos importante verificar os efeitos de misturas de polpas pelo seu efeito sinérgico, o que é escasso na literatura nacional. Admite-se que exista muita experiência prática em fábricas brasileiras, mas não divulgada.

O objetivo deste trabalho é examinar comparativamente as propriedades fundamentais de polpas químicas tipicamente brasileiras. Analisamos neste trabalho as polpas kraft de pinho, bambu, bagaço de cana e sisal como potencialmente viáveis de incorporar-se em formulações com as polpas do eucalipto. Não estão incluídas pastas mecânicas neste estudo, embora reconheça-se sua importância. As polpas são amostras industriais, cujas misturas com eucalipto são realizadas ao nível laboratorial.

2. Considerações gerais sobre as polpas brasileiras

2.1 Bagaço de cana

Em condições normais de polpeamento, esta fibra gera polpas que emprestam aos papéis em que ela participa, uma maior transparência, uma característica quebradiça, baixa estabilidade dimensional, papéis duros, densos, um nível medíocre de resistência à tração e resistência ao rasgo típica de fibras muito curtas.

Seu uso após desmedulamento (mecânico/ enzimático) na fabricação de papel jornal tem êxito razoável, mas sem competitividade econômica. Algumas empresas tiveram bons resultados para o uso em papéis higiênicos e absorventes, em 2 a 3% em sua composição. Comercialmente é bem sucedida num mercado pouco exigente. O uso do bagaço para fins mais nobres, advém de uma extraordinária capacidade de resistência a flexão e ao esmagamento, refletida na rigidez de suas folhas, que torna a polpa adequada para papelão corrugado, mesmo misturada com aparas.

Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo - SP - Brasil, de 07 a 11 de novembro de 1994.

Como a indústria mundial protege a maioria de seus produtos em caixas de papelão, o mercado de polpa semi-química de bagaço de cana é de enorme volume mundial, mas tem baixo valor agregado.

2.2 Bambu

Esta é uma fibra lenhosa que requer tratamento muito semelhante ao das madeiras exóticas em uso no Brasil para fins de polpeamento. A estocagem e tratamentos especiais no pátio de madeira fazem parte da tecnologia exclusiva dos usuários de bambu, que podem ter impacto bastante negativo em sua competitividade, quando não dominada adequadamente. Um alto teor de amido natural, bem como a alta oclusão de sílica dificultam a operação de filtros lavadores e ocasionam incrustações e entupimento em evaporadores de múltiplo efeito e em caldeiras de recuperação.

Seu comprimento de fibra e morfologia é muito próxima a do eucalipto, ficando abaixo das fibras de pinho em flexibilidade e rasgo. Seu maior uso no Brasil é como alternativa para o pinho nas misturas de papéis de resistência para embalagens flexíveis (sacos de cimento, "liner" para caixas de papelão), sendo utilizado com grande sucesso comercial e técnico em papéis micro-crepados para sacos multi-foliados, dando estrutura às misturas de polpas de bagaço de cana e papel de aparas. Tais papéis não podem competir como itens de exportação, mas são satisfatórios para atender os mercados regionais das fábricas de cimento.

2.3 Pinho

Sem dúvida, a fibra que disputa com a do eucalipto as preferências dos papeleiros. O rápido crescimento desta madeira exótica aqui determina menor qualidade nas polpas brasileiras comparadas a nativas americanas originais, pelas distintas densidades das madeiras. Mesmo assim, todos os papéis de alta resistência física e que são competitivos nos mercados do primeiro mundo, têm que ser baseados na polpa de pinho para atender os padrões de exportação. Mais recentemente seu uso como polpa para papéis absorventes tem-se firmado a nível mundial. A mistura desta polpa com polpas de eucalipto serve para fabricação de papéis de nível ainda superior aos que usam polpa de eucalipto ou a polpa de pinho sem mistura.

2.4 Sisal

Uma fibra de uso textil, de alto preço no mercado exterior para confecção de cordas. Tem baixos teores de lignina e pentosanas. Sua morfologia é peculiar, com fibras extremamente longas e paredes espessas. São fibras que requerem alta energia no refino para fibrilar. Dão resistência ao rasgo altíssima, baixa resistência ao ar e pouca resistência à tração. Os papéis produzidos são encorpados, sedosos, sem rejeitos, mas tem baixa opacidade. Quando muito purificada, sua polpa comporta-se como a de linters, com dificuldades na colagem, na formação e inclusive na resistência ao rasgo.

2.5 Eucalipto

A polpa intensivamente usada no Brasil, capaz de ser utilizada tanto em papéis da linha higiênica quanto em papéis de embalagem nas suas versões semi-químicas. Seu segmento mais forte é o de papéis de impressão e escrita, mesmo quando utilizada sem misturas com outras fibras.

Por suas qualidades é polpa muito apreciada no mercado de exportação. Sua maior ameaça provém da Ásia, onde o esforço para imitar as condições brasileiras foi iniciado há vários anos, com custos de produção e quantidades que farão esta região extremamente competitiva nos próximos anos.

3. Materiais e métodos

O trabalho foi desenvolvido com polpas industriais branqueadas brasileiras de eucalipto, sisal, bambu, bagaço de cana e pinho.

As polpas foram desintegradas individualmente, durante cinco minutos em desintegrador Regmed. Foram transferidas para um copo de béquer de 2000 ml. O pH das polpas foi corrigido com soda até pH 6,5 - 7,0, deixando-se a suspensão em repouso por 30 minutos.

Decorrido o tempo, as polpas foram refinadas individualmente em moinho Jökro, até níveis de **25** e **40 °SR**. Após o refino, as polpas foram transferidas para o homogeneizador, onde eram misturadas em peso, quando necessário.

Foi amostrado um volume específico da suspensão, para um copo de béquer de 500 mL, e formadas folhas de 60g/m², de acordo com os testes e métodos TAPPI T-205 (formação de folhas para testes físicos da polpa). Este procedimento foi repetido individualmente para cada folha formada. As análises de performance das folhas foram realizadas de acordo com teste TAPPI T-220.

Os testes foram conduzidos utilizando misturas binárias das diferentes espécies em estudo. A matriz de testes das misturas foi designada da seguinte forma:

0% x	100% E
50% x	50% E
20% x	80% E
80% x	20% E
100% x	0% E

A designação "x" é genérica para a polpa misturada com a de eucalipto (E), podendo ser bagaço, bambu, sisal ou pinho conforme identificado no texto.

4. Discussão dos resultados

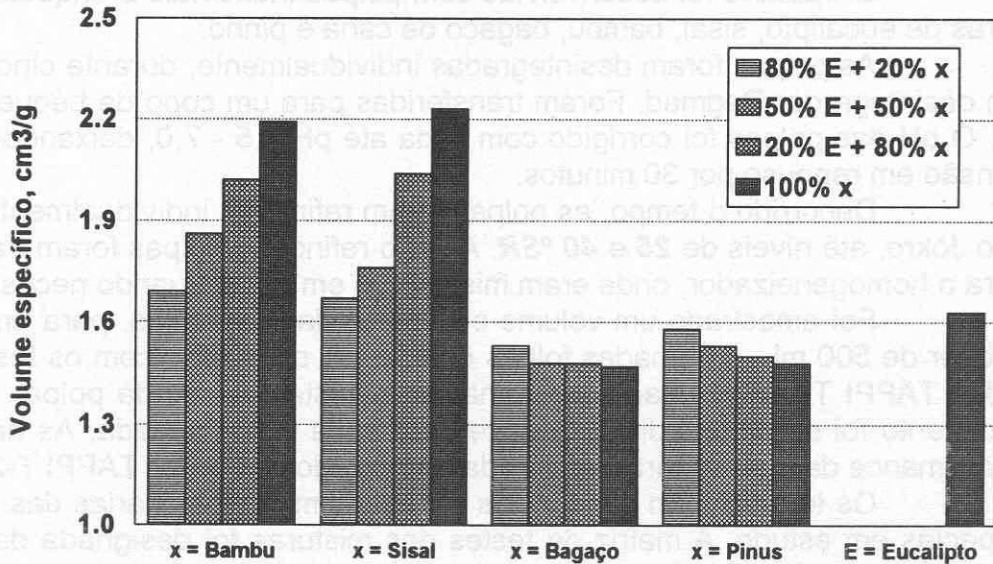
4.1 Propriedades das misturas refinadas até resistência físico-mecânica plena

Todos os resultados serão discutidos a **40 °SR**, onde estão estabelecidos os potenciais máximos de refinação de ambas polpas refinadas individualmente. As **Figuras 1-8** descrevem as propriedades físico-mecânicas estudadas. A organização dos dados visa verificar as propriedades em distintos níveis de mistura com eucalipto. A escolha do refino pleno das fibras em mistura visa verificar as aplicações que normalmente são satisfeitas por estas polpas, os papéis como estrutura de resistência.

A **Figura 1** demonstra o volume específico das misturas. Verifica-se que o bambu e o sisal geram elevados valores de volume específico, tanto em misturas com eucalipto, como sózinhos, sendo contribuidores desta propriedade.

É importante a variação do volume específico nas misturas de bagaço ou pinho com o eucalipto. Devido a estas polpas apresentarem valores menores de volume específico, os níveis de mistura com maior teor dos mesmos mostram suave decréscimo, que pode ser corrigido pelo uso maior de polpa de eucalipto.

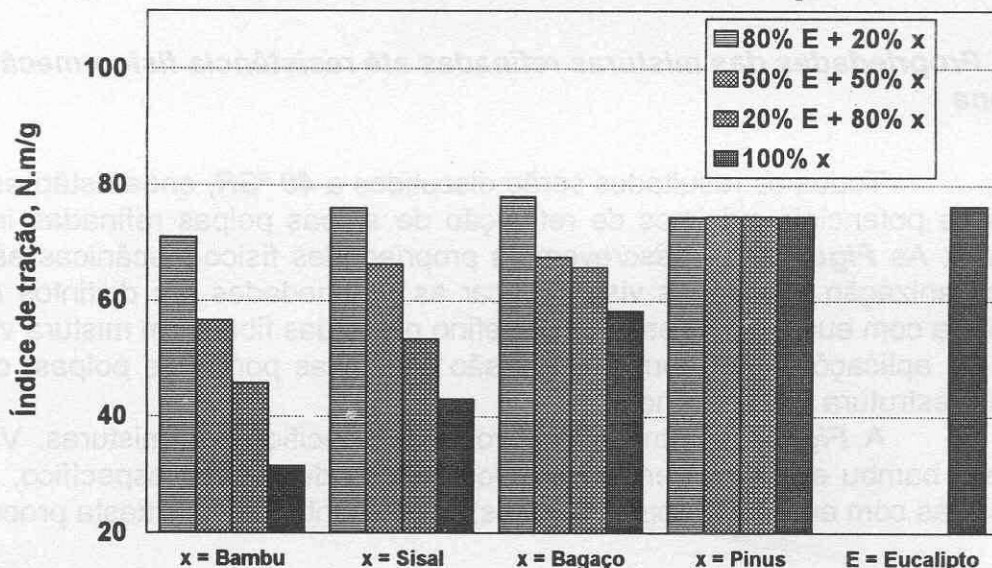
Figura 1: Volume específico de misturas de polpas com o eucalipto



Esta comparação permite verificar a evidente diferença entre o uso de polpas no que concerne ao volume específico. As diferenças causadas pelo uso das diferentes polpas são intrínsecas à morfologia e resistência intrínseca dos seus elementos fibrosos.

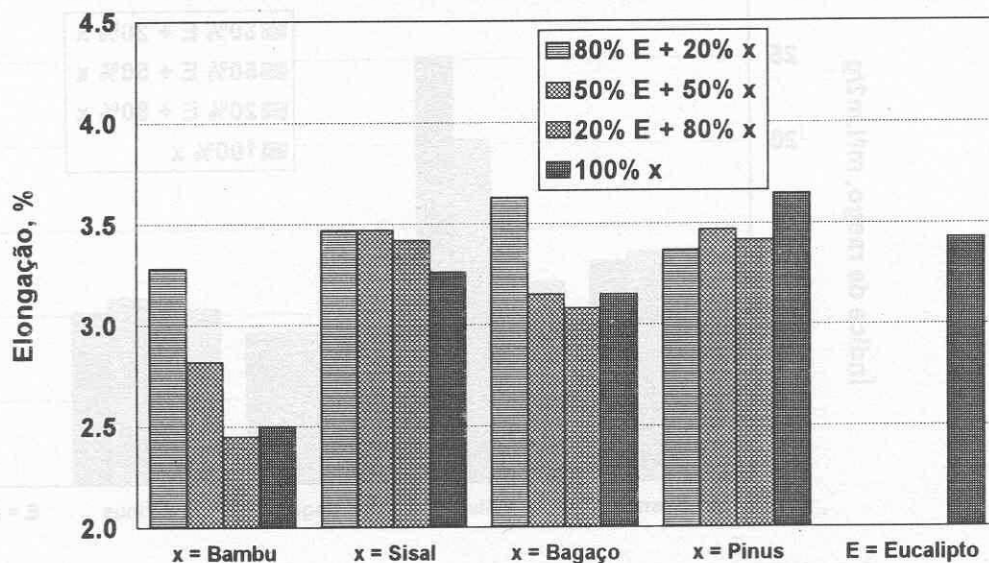
A **Figura 2** descreve o potencial pleno das fibras utilizadas quanto à resistência à tração. O uso do eucalipto com mistura contribui substancialmente para a melhoria desta propriedade no caso do bambu, sisal e bagaço, enquanto não afeta a resistência da polpa de pinho. Há clara indicação da contribuição da fibra do eucalipto nesta propriedade de reforço, compensando aquelas fibras que não desenvolvem tão bem esta propriedade.

Figura 2: Resistência à tração de misturas com o eucalipto



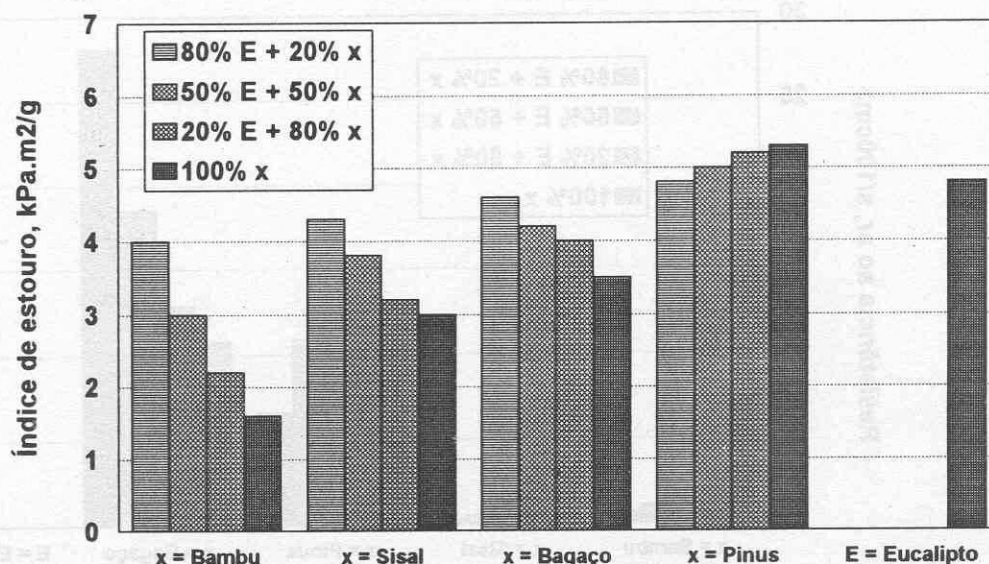
A propriedade de alongação (**Figura 3**) nas misturas com bambu é muito afetada pelo grau de misturas e é positivamente alterada pela adição de polpa de eucalipto. As misturas com bambu têm esta propriedade aumentada em até 30%, conforme o grau da mistura. O mesmo ocorre em menor extensão com o sisal e bagaço, sendo que a influência é menor. A polpa de pinho, em mistura, tem esta propriedade diminuída. À exceção das misturas com bambu, os ganhos ou perdas do uso do eucalipto relativamente não ultrapassam 10%, no máximo.

Figura 3: Alongação de misturas de polpas com o eucalipto



A resistência ao estouro (**Figura 4**), assim como a resistência à tração, de polpas misturadas de bambu, sisal, bagaço apresentam excelente incremento desta propriedade com o aumento da utilização do eucalipto. Somente na mistura com pinho ocorre alguma desvantagem no uso do eucalipto, com decréscimos relativos até 10%.

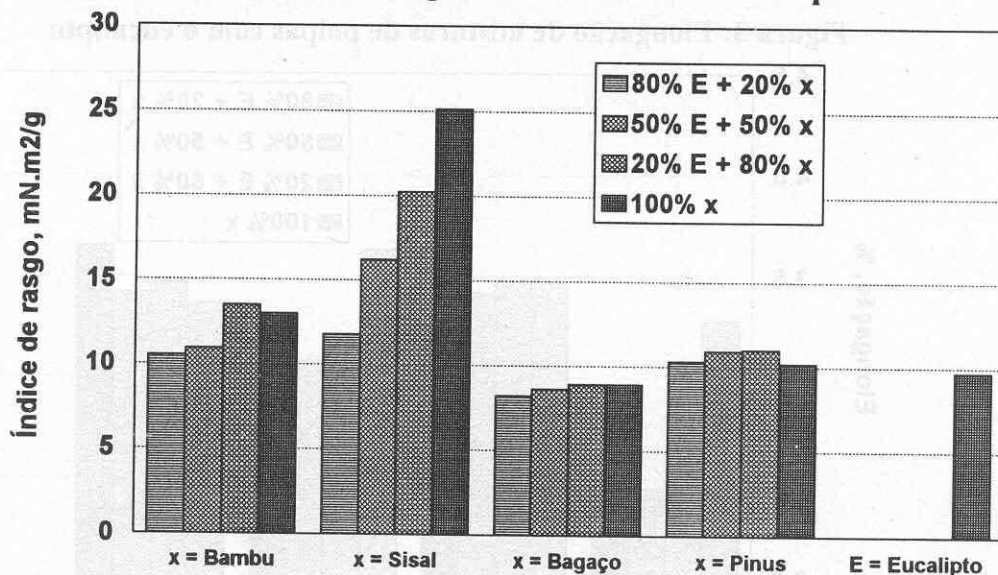
Figura 4: Resistência ao estouro de polpas com o eucalipto.



A resistência ao rasgo (**Figura 5**) é uma propriedade para a qual caracteristicamente a polpa de pinho é considerada importante. No caso de refino

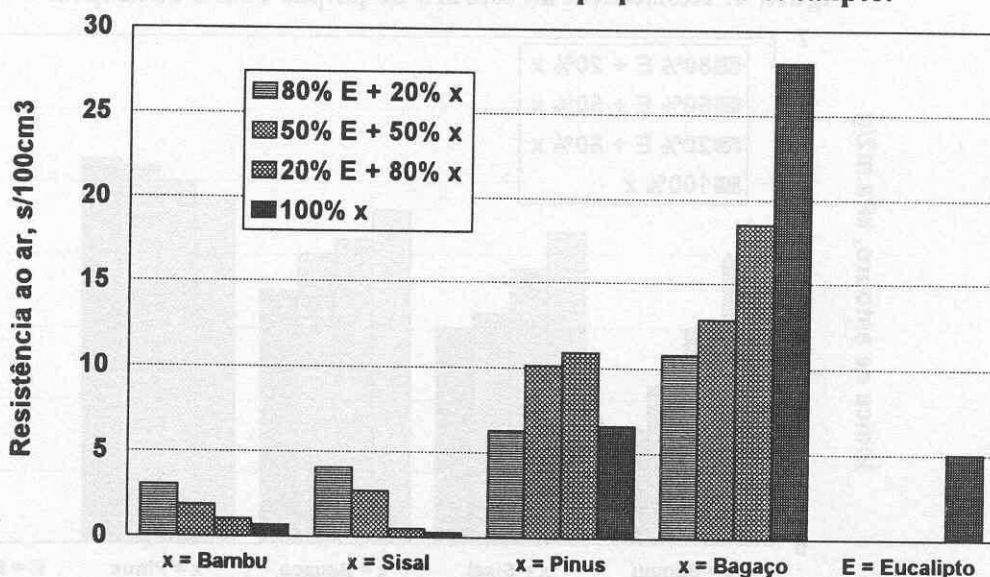
extensivo, como avaliado nesta etapa do trabalho, isto não ocorre. Polpas de bambu ou sisal puras ou em mistura prestam-se admiravelmente bem para prover resistência ao rasgo em níveis elevados de refino. A polpa de pinho brasileira não teve desempenho melhor que a polpa de eucalipto. Obviamente isto deve-se ao distinto desenvolvimento desta variável entre fibras curtas e longas. O melhor aproveitamento desta variável para a fibra longa necessitaria menor refino do componente fibra longa para melhor mantê-la.

Figura 5: Resistência ao rasgo das misturas com o eucalipto



A resistência ao ar das folhas testadas (**Figura 6**) apresenta sensíveis diferenças de acordo com as polpas testadas. As polpas de bambu e sisal têm baixos valores de resistência ao ar e são pouco influenciadas por misturas com eucalipto. Esta propriedade é muito explorada em aplicações especiais, especialmente pela polpa de sisal, mas não por bambu. O uso na fabricação de meios filtrantes ou seletivos é oportunidade evidente.

Figura 6: Resistência ao ar de misturas de polpas com o eucalipto.

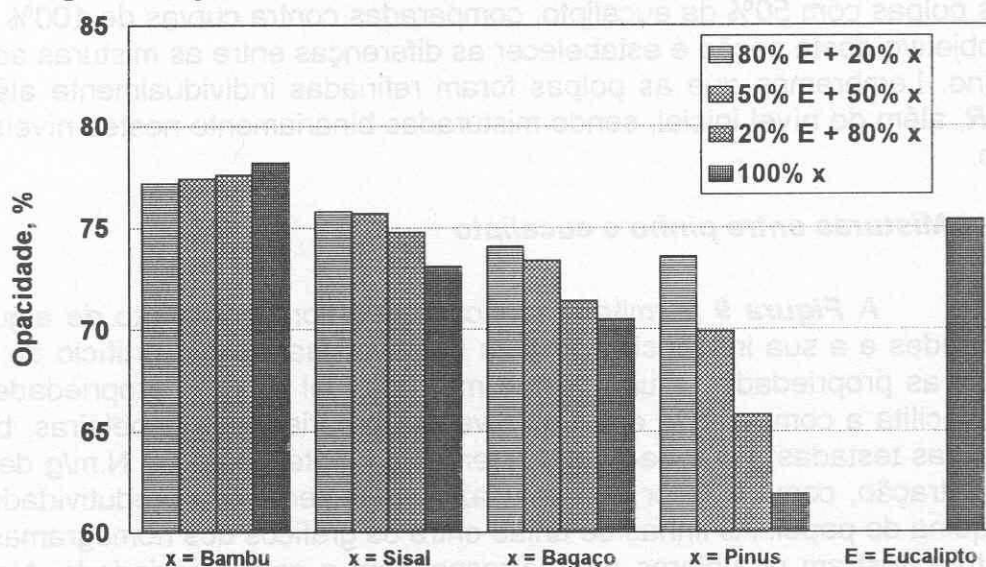


As misturas com pinho e bagaço têm comportamentos distintos. A mistura de polpas de pinho com eucalipto apresenta um máximo de resistência ao

ar nas misturas intermediárias. Este fenômeno pode ocorrer pelo fato de que muitas fibras pequenas do eucalipto passam a preencher os espaços entre fibras longas causando fechamento da folha. O mesmo não ocorreu com o sisal, devido a provável baixa densidade de fibras do sisal na folha, bem como sem alto teor de celulose pura, que inibe a fibrilação e colapsamento. A polpa de bagaço, pela natural presença de diversos elementos anatômicos não fibrosos tem resistência ao ar mais elevada. O uso de fibra de eucalipto em mistura aumenta esta propriedade nos casos em que existe deficiência.

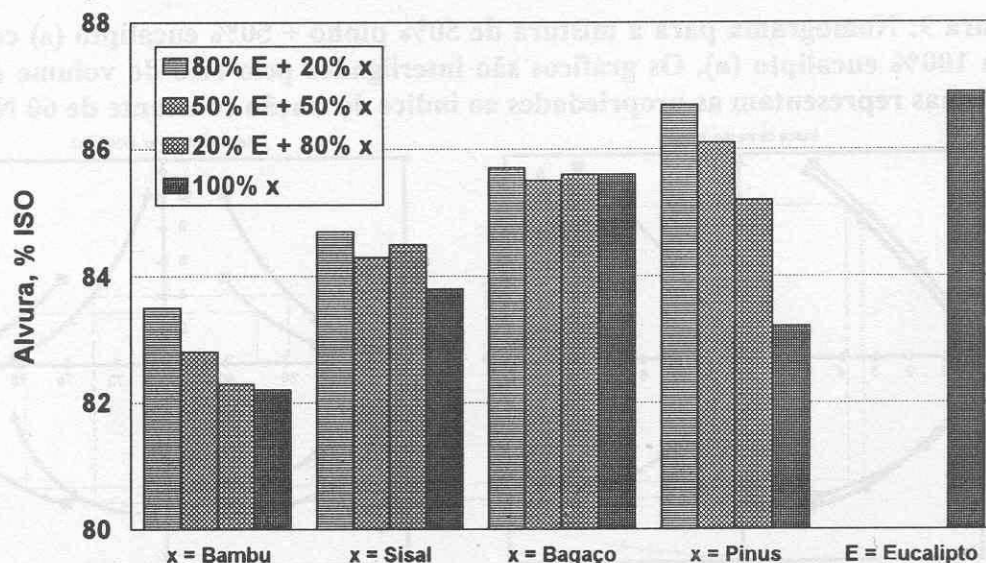
A opacidade de misturas de polpas (**Figura 7**) refinadas a 40°SR é geralmente elevada ao se aumentar o uso de eucalipto na mistura. Este efeito é muito acentuado na mistura com pinho, decrescendo para com o bagaço e sisal. O bambu tem opacidade superior a do eucalipto e tem pequeno decréscimo nas misturas.

Figura 7: Opacidade de misturas de polpas com o eucalipto.



As alvuras iniciais das polpas testadas não eram semelhantes. Logo, uma comparação direta não pode ser feita na **Figura 8**.

Figura 8: Alvura das misturas de polpas com o eucalipto.



No entanto, pode-se afirmar que a polpa de pinho foi a que mais alvura perdeu com o refino. Disto resultou ser a mais influenciada na mistura com eucalipto. As polpas de bagaço, sisal e bambu perdem no máximo duas unidades de alvura após o refino e sua alvura é menos influenciada pelo grau de mistura.

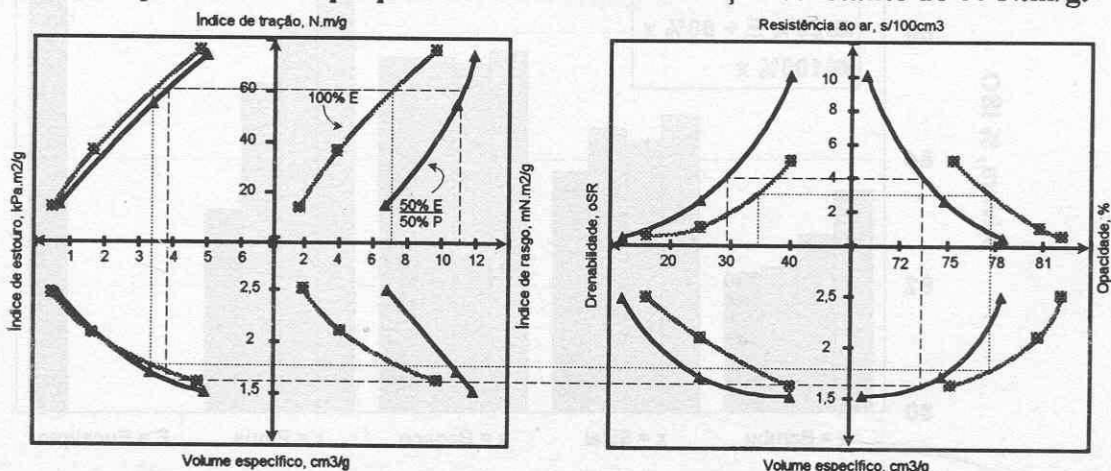
4.2 Propriedades físico-mecânicas de misturas a 50% em peso com eucalipto

A seguir apresentamos nomogramas contendo as curvas de mistura das polpas com 50% de eucalipto, comparadas contra curvas de 100% eucalipto. O objetivo desta seção é estabelecer as diferenças entre as misturas ao longo do refino. Lembramos que as polpas foram refinadas individualmente até **25 e 40 °SR**, além do nível inicial, sendo misturadas binariamente nestes níveis após refino.

4.2.1 Misturas entre pinho e eucalipto

A **Figura 9** permite a verificação do comportamento de algumas propriedades e a sua influência sobre as demais. Usar-se-á o artifício de comparar todas as propriedades a um mesmo mesmo nível de uma propriedade-objetivo. Isto facilita a comparação entre as diversas propriedades papelceiras, bem como misturas testadas. Fixar-se-á uma referência hipotética de 60 N.m/g de resistência à tração, como o valor que satisfaz o andamento e a produtividade de uma máquina de papel. As linhas de união entre os gráficos dos nomogramas de cada mistura ilustram os valores que correspondem a esta propriedade. No caso da mistura entre polpa de pinho e eucalipto, verifica-se neste caso, o clássico desenvolvimento diferenciado da resistência ao rasgo. O uso da polpa de pinho permite rápido incremento desta propriedade, enquanto a polpa de eucalipto sózinha necessita maior nível de refino para uma resistência ao rasgo.

Figura 9: Nomograma para a mistura de 50% pinho + 50% eucalipto (Δ) comparada com 100% eucalipto (■). Os gráficos são interligados pelo eixo do volume específico. As linhas representam as propriedades ao índice de tração constante de 60 N.m/g.

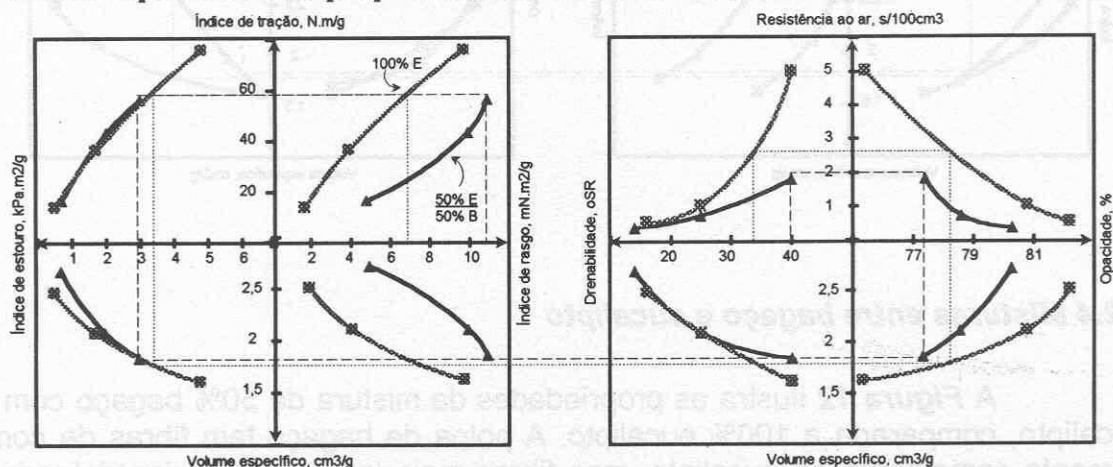


A resistência à tração equivalente entre as misturas determina resistência ao estouro similar, o que usualmente ocorre. O volume específico da polpa de eucalipto nestes níveis de resistência à tração e estouro é superior, assim como o é a sua opacidade. Este conjunto de características é muito buscado em algumas aplicações nos papéis de imprimir e escrever associados com a excelente formação de folha que o eucalipto propicia. A despeito do maior nível de drenabilidade necessário para obter um mesmo índice de resistência à tração, ainda assim existe manutenção da menor resistência ao ar para a polpa de eucalipto, e que deve contribuir da mesma forma nas misturas com a polpa de pinho. Este auxílio na manutenção da estrutura porosa da folha por parte das fibras do eucalipto está relacionado com a qualidade de prover fácil secagem da folha na máquina de papel. Tal consideração é muito importante para máquinas de papel que necessitam otimização da seção de secagem.

4.2.2 Misturas entre bambu e eucalipto

Na **Figura 10** verificam-se as propriedades diferenciais entre a mistura de bambu com eucalipto a 50% e eucalipto a 100%. Novamente comparamos as propriedades a 60 N.m/g de resistência à tração, como exemplo de andamento de máquina de papel. O uso da fibra de bambu incrementa a resistência ao rasgo sensivelmente na mistura com o eucalipto, a níveis similares encontrados para as misturas com polpa de pinho. Tal relação está de acordo com o uso corrente de polpa de bambu para produzir papéis para resistência mecânica.

Figura 10: Nomograma para a mistura 50% bambu + 50% eucalipto (Δ) comparada com 100% eucalipto (\blacksquare). Os gráficos são interligados pelo eixo do volume específico. As linhas representam as propriedades ao índice de tração constante de 60 N.m/g.

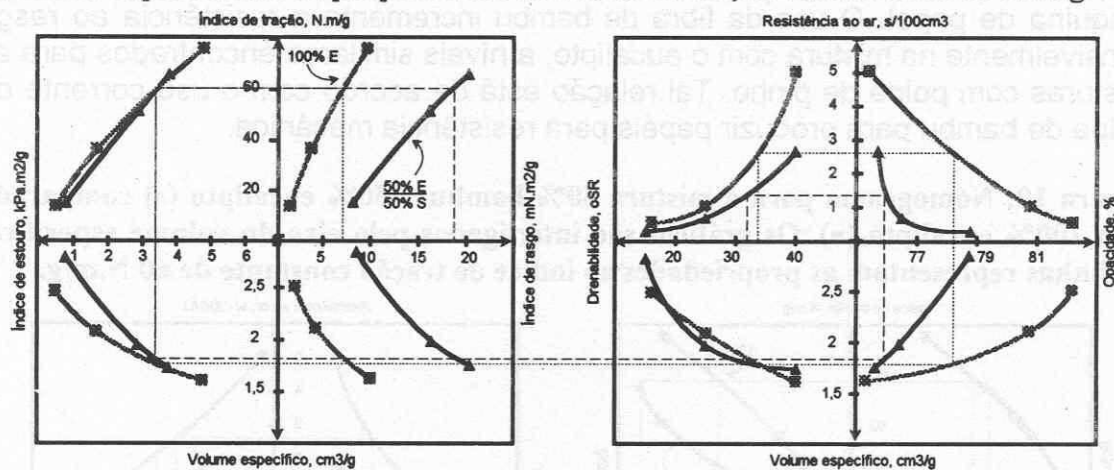


As suas fibras curtas e delgadas determinam tal diferenciação. No entanto, as propriedades de resistência ao estouro e volume específico são similares entre a mistura com bambu e a polpa de eucalipto. A opacidade para polpa de eucalipto é um pouco melhor do que na mistura com bambu, sendo mais sensível esta diferença em níveis menores de refino. Mesmo em níveis maiores de drenabilidade necessários para desenvolver a polpa de bambu, ainda assim percebe-se a resistência ao ar notavelmente baixa propiciada pelo uso do bambu em mistura. Este conjunto de propriedades está intrinsecamente ligado às características da fibra do bambu, e pode ser explorado para a produção de papéis que demandem por exemplo baixa resistência ao ar, conjuntamente com bons valores de resistência mecânica.

4.2.3 Misturas entre sisal e eucalipto

A **Figura 11** demonstra os valores obtidos para a mistura de polpa de sisal com 50% de eucalipto. Neste caso, a polpa de eucalipto tem sua propriedade de rasgo grandemente incrementada nos níveis iniciais de refino pelo uso da fibra do sisal em mistura. As propriedades de resistência ao estouro e volume específico são semelhantes para um mesmo nível de resistência à tração, incrementadas pelo uso da mistura com eucalipto. A polpa de eucalipto tem a habilidade de melhorar a opacidade da mistura, pois sua polpa é sensivelmente mais opaca. A polpa de sisal apresenta resistência ao ar baixa e em mistura com o eucalipto ela é mantida. A drenabilidade de ambas as polpas é absolutamente semelhante. Devido às características da fibra do sisal e do eucalipto, a mistura da fibra do eucalipto com ela determina propriedades admiravelmente aumentadas. Tais propriedades de resistência ao rasgo, porosidade, opacidade são buscadas com ênfase no segmento de especialidades, notadamente para fabricação de saquinhos de chá, papel moeda e cigarros, para exemplificar.

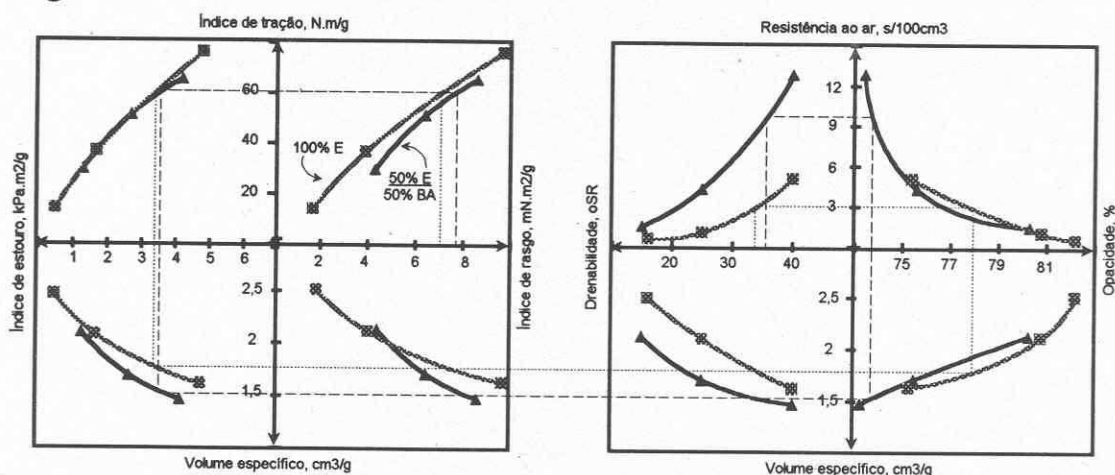
Figura 11: Nomograma para a mistura de 50% sisal + 50% eucalipto (Δ) comparada com 100% eucalipto (\blacksquare). Os gráficos são interligados pelo eixo do volume específico. As linhas representam as propriedades ao índice de tração constante de 60 N.m/g.



4.2.4 Misturas entre bagaço e eucalipto

A **Figura 12** ilustra as propriedades da mistura de 50% bagaço com o eucalipto, comparada a 100% eucalipto. A polpa de bagaço tem fibras de comprimento semelhante ao eucalipto, mas fibras mais largas e paredes delgadas. Possui também um teor de elementos não-fibrosos importante, em geral maior que o da polpa de eucalipto. A mistura desta polpa com a de eucalipto determina níveis de resistência à tração, rasgo e estouro semelhantes. A mistura com bagaço determina volume específico menor para um nível de resistência mecânica constante. A opacidade entre as duas fibras é bastante distinta, sendo que a mistura auxilia nesta propriedade, que é menor no bagaço. A resistência ao ar da mistura com bagaço é maior que a do eucalipto sózinho. Tal comportamento deve ser associado com o teor de elementos não fibrosos presentes, além da morfologia da fibra. A drenabilidade da mistura de bagaço com eucalipto difere pouco da polpa somente com eucalipto.

Figura 12: Nomograma para a mistura de 50% bagaço + 50% eucalipto (Δ) comparada com 100% eucalipto (\blacksquare). Os gráficos são interligados pelo eixo do volume específico. As linhas representam as propriedades ao índice de tração constante de 60 N.m/g.



5. Considerações finais

O presente estudo considerou alguns aspectos de sinergia possíveis de encontrar no uso de misturas de polpas, sob condições previamente arbitradas. Daí resultam algumas indicações gerais:

- ⇒ As fibras brasileiras, especialmente as de importância regional tem excelente potencial para o desenvolvimento de alguns papéis com características diferenciadas, além dos usos correntes.
- ⇒ A fibra do eucalipto em misturas com algumas destas fibras tem a propriedade de amenizar deficiências intrínsecas das polpas estudadas, tal como com o bagaço e bambu.
- ⇒ A fibra do eucalipto forma composições sinergicamente positivas com polpas que tem propriedades únicas, tal como com o pinho e o sisal.